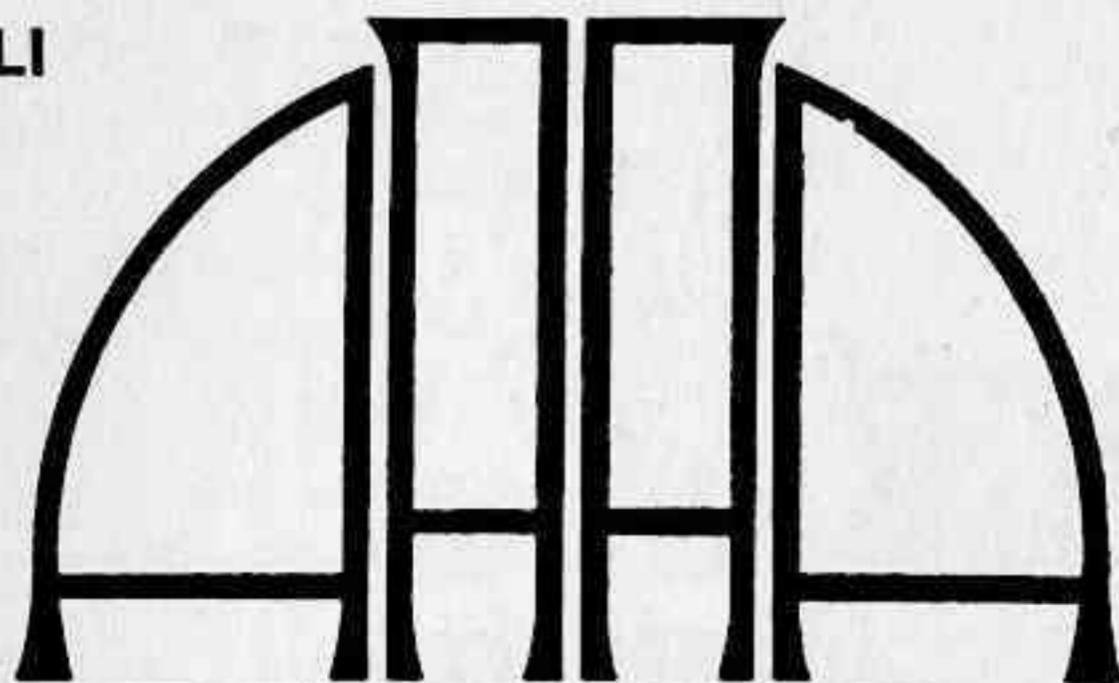


MAYO - SETIEMBRE 1969

TOMO XLI

N.º 170



**REVISTA
ASTRONOMICA**

FUNDADOR. CARLOS CARDALDA

ORGANO DE LA

ASOCIACION ARGENTINA "AMIGOS DE LA ASTRONOMIA"

Personería Jurídica por decreto de mayo 12 de 1937)

1929 - 1969

XL ANIVERSARIO

NUMERO EXTRAORDINARIO

CON LA COLABORACION ESPECIAL DE:

H. OTTONELLO

G. DE VAUCOULEURS

F. HUBERMAN

J. MARPEGAN

A. CAMPONOVO

J. LANDI DESSY

C. JASCHEK

J. C. MUZZIO

A. OSORIO

V. BRENA

ASOCIACION ARGENTINA AMIGOS DE LA ASTRONOMIA

Fundada el 4/1/1929 - Personería Jurídica 12/5/1937

Avenida Patricias Argentinas 550

Buenos Aires (5)

E S T A T U T O S

Preámbulo.- Los fundadores de esta Asociación, como su nombre lo indica, son aficionados al estudio de la Astronomía, que se reúnen con el propósito de cultivarla y difundirla. Este preámbulo forma parte de los Estatutos.

Artículo 1º.- A los cuatro días del mes de enero de 1929, queda fundada, con domicilio legal en la ciudad de Buenos Aires, la ASOCIACION ARGENTINA AMIGOS DE LA ASTRONOMIA, cuyos fines son los siguientes:

- a) Propender a la difusión de la ciencia astronómica dictando clases, organizando un ciclo anual de conferencias y utilizando cualquier otro medio destinado a fomentarlas.
- b) Editar una Revista periódica.
- c) Organizar un Observatorio y una Biblioteca.

Artículo 4º.- Para ser socio no se requiere ningún conocimiento especial de Astronomía; basta simpatizar con los fines de la Asociación y estar conforme con las disposiciones de estos Estatutos.

Artículo 17º.- Todos los socios, cualquiera sea su categoría, tendrán derecho:

- a) A concurrir al local social y a hacer uso del Observatorio, de la Biblioteca, del Taller y demás dependencias, dentro de los reglamentos que sancione la Comisión Directiva para ellas.
- b) A asistir a las conferencias, clases y demás actos que realice la Asociación.
- c) A un ejemplar de cada número de la Revista que la Asociación publique, a partir del trimestre de su ingreso.

"Sin prisa pero sin pausa como la estrella"

ZEISS

PLANETARIOS ZEISS para la divulgación de la astronomía. Creados y desarrollados por ZEISS, se utilizan en todo el mundo. La precisión de las proyecciones estelares permite el entrenamiento de los astronautas. Ya funciona uno en Buenos Aires y próximamente otro en Rosario.



Representantes

CARL ZEISS ARGENTINA S. A. - Av. Corrientes 316 - Buenos Aires

- S U M A R I O -

	Pág
Héctor Ottonello NUESTRO CUADRAGESIMO ANIVERSARIO	3
Héctor Ottonello NUESTRA ASOCIACION	5
Jorge Landi Dessy GRANDES REFLECTORES MODERNOS	15
Gérard de Vaucouleurs ALGUNOS COMENTARIOS SOBRE FOTOMETRIA DE GALAXIAS Y EL "ATLAS DE GALAXIAS AUSTRALES" DE JOSE LUIS SERSIC	27
Carlos Jaschek LOS PULSARES	35
Fernando P. Huberman ASTROQUIMICA - DETERMINACION DE LA PRESEN- CIA DE COMPUESTOS QUIMICOS EN ATMOSFERAS ESTELARES Y PLANETARIAS, COMETAS Y ESPACIO INTERESTELAR.	41
Juan Carlos Muzzio ESTRELLAS DE GRAN MOVIMIENTO PROPIO	55
Julio E. Marpegán ASPECTOS DEL PROGRESO EN EL SERVICIO NACIO- NAL DE LA HORA	59
Augusto E. Osorio LAS COMUNICACIONES POR SATELITE	65
Ambrosio Juan Camponovo - Vicente S. Brena COMO CONSTRUIMOS UNA CUPULA DE 3 METROS DE DIAMETRO	71
<u>REDACCION:</u>	
NOTICIERO ASTRONOMICO	79
LANZAMIENTO DE VEHICULOS ESPACIALES	83
NOTICIAS DE LA ASOCIACION	86
DE NUESTRA BIBLIOTECA	87



DIRECTOR

Ambrosio Juan Camponovo

SECRETARIOS

Miguel Angel Barone

Rodolfo Pavesio

REDACCION

Velia Schiavo

Juan Carlos Forte

Hugo Gustavo Marraco

Luis Antonio Gómez

José M. de Feliú

Dirigir la correspondencia a la Dirección

Na se devuelven los originales

La Dirección no se responsabiliza de las opiniones de los autores de los artículos publicados

Dirección de la revista

AVENIDA PATRICIAS ARGENTINAS 550 - Buenos Aires (5)

REGISTRO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL N° 956154

Correo Argentino Suc. 5 (B)	Franqueo Pagado Concesión N°. 2926
	Tarifa Reducida Concesión N°. 18

DISTRIBUCION GRATUITA A LOS SEÑORES ASOCIADOS

IMPRIMIO FOTOGABADOS STETIP S.R.L.

INDEPENDENCIA 2534

SEPTIEMBRE 1969

NUESTRO CUADRAGESIMO ANIVERSARIO

Con el presente número REVISTA ASTRONOMICA conmemora su 40º aniversario, que es también el de nuestra Asociación.

Como ya lo hiciera en dos oportunidades anteriores en homenaje al décimo y al vigésimo quinto aniversario, este número, por su contenido, también merece el calificativo de extraordinario.

Desde 1929, año en que apareció el primer número de REVISTA ASTRONOMICA, grande ha sido el avance de la ciencia. Es por ello que quizá al releer algunos de los artículos publicados desde entonces nos parezcan elementales, pero tuvieron -y tienen- la noble y modesta finalidad de enseñar honestamente las maravillas del cielo en que no se sabe que admirar más; si las leyes que rigen el Universo o el genio y el esfuerzo del hombre que alcanza a descifrarlas y en el día de hoy la formidable hazaña de la Apolo 11 que asombró al mundo al mostrar por televisión al primer hombre que pisó la Luna, el sueño de Julio Verne que parecía imposible en la época de los primeros números de esta Revista.

Es por ello que rendimos agradecido homenaje a nuestro fundador, don Carlos Cardalda, que con gran visión y desde el primer momento, luchó por la publicación de una revista que tuviera la finalidad de nuclear a los asociados al tiempo que ponía al alcance de ellos los conocimientos que sus páginas les transmitían. Tan claro propósito se cumple hasta el presente, en que nuestra Revista alcanza el número 170, lo que no es frecuente en órganos de divulgación de entidades de aficionados, a la vez que es la mejor forma de ser conocidos por los observatorios nacionales y extranjeros, con cuyo canje, además, acrecentamos nuestra biblioteca.

También rendimos justiciero homenaje a quienes en el pasado tuvieron a su cargo esta publicación y a todos aquellos que colaboraron en ella y es por esta razón que reeditamos algunos párrafos de artículos aparecidos pero cuya vigencia no declina, pues lo que fue una mera noticia al desarrollarse el acontecimiento se vuelve valiosa información con el correr de los años.

Estamos empeñados y perseveramos en la desinteresada tarea de difundir la astronomía y para ello contamos con el desinteresado apoyo de profesionales y de aficionados pues todos pensamos como Foulliée, el gran pedagogo francés, cuando dijo: "... hasta llegar a decir con Kant, que dos maravillas llenarán siempre al hombre de admiración y de respeto: el cielo estrellado sobre sus cabezas y la ley moral dentro de sus corazones; y que tal vez las dos leyes, en el fondo, no son más que una misma y única ley, oscura en las claridades del cielo y brillante en las oscuridades de la conciencia".

HECTOR OTTONELLO
Presidente

- NUESTRA ASOCIACION -

Por: Héctor Ottonello
Presidente de la AAAA



Ing. Héctor Ottonello

Hay en la vida personas sinceramente entusiastas por una idea, o por algo que les ha llamado profundamente la atención.

Carlos Cardalda, fundador de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía era uno de ellos. Contempló la esfera estrellada como lo han hecho todos los hombres desde el despertar de su inteligencia; pero no solamente la observó, sino que quiso descifrar el misterioso lenguaje de los astros.

Carlos Cardalda, gran aficionado a la Astronomía, más que aficionado, amigo de la Astronomía, era un hombre perseverante en el noble propósito del conocimiento y divulgación de la bella ciencia del Cielo, y generoso hasta el sacrificio para el logro de la creación de nuestra Asociación y guía de sus primeros pasos.

En el quehacer de su vida nada lo ligaba a la ciencia del Cielo. Era corredor de Bolsa y nada más lejos de la Astronomía que la ocupación de comprar y vender títulos y valores por cuenta de terceros.

Quería entender por qué cambiaba el espectáculo del cielo en el transcurso de los días del año, la desigualdad de los días y las noches, las fases de la Luna, los eclipses, la aparición de los cometas y de las estelas fugaces, cómo se ingeniaban y en base a que procedimientos matemáticos los astrónomos predecían los fenómenos celestes, calculaban las distancias que nos separan de los astros y por qué afirmaban que existen estrellas millares de veces más grandes que el Sol, y que hay otras muy pequeñas, pero de tan enorme densidad, que un centímetro cúbico de su materia pesa 35 toneladas.

Lefa, lefa libros de divulgación, y cuanto más lefa menos entendía y entonces hizo lo que hace toda persona sensata en ese caso; recurrir a las personas que saben. Al primero que abordó fué al doctor Claro Dassen, distinguido profesor universitario y amante de la Astronomía,

Conferencia pronunciada en el Salón de Actos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Córdoba el 25/10/67 auspiciada por el Observatorio Nacional de Córdoba. Hacemos notar que recién ahora publicamos esta conferencia considerando que en ella se traza un pequeño resumen de los orígenes y desarrollo de nuestra Asociación y como homenaje hacia su aniversario. Hemos modificado algunos detalles del texto original.

que poseía en su casa particular de la calle Alsina un observatorio que, con el correr de los años, se transformó en algo así como una chimenea por la altura de los nuevos edificios circundantes.

Concurría asiduamente con amigos a quienes había transmitido su entusiasmo a las reuniones que propiciaba el doctor Dassen, pero, el maestro era un hombre ocupadísimo. A la atención de sus cátedras añadía la del complejo funcionamiento de una dependencia técnica municipal de la que era director, ocurriendo muchas veces que la sesión no se realizaba por la ausencia del que podía resolver las cuestiones que le planteaban.

Dos ocupaciones primordiales eran las de Cardalda: la de corredor de Bolsa, de cuyas comisiones vivía, y la de musicólogo en la Wagneriana, en donde desempeñaba en su Comisión Directiva el cargo de secretario.

De esos dos núcleos surgieron los fundadores de la A.A.A.A. siendo los más entusiastas: Orestes J. Siutti, Tesorero de la Wagneriana; Cirilo Grassi Díaz, que llegó a ser uno de los grandes directores artísticos del Teatro Colón; Eduardo Mackintosh, corredor de Bolsa; Alfredo Völsch, bancario de la casa Tomquist y formidable calculista; Ernesto de la Guardia, Enrique Gallagos de la Serna y otros más, que formaban una larga lista de nombres.

El 4 de enero de 1929, hace ya más de 38 años, un grupo de amigos, socios de la Asociación Wagneriana y de la Bolsa de Comercio de Buenos Aires, en la casa particular del doctor Siutti, constituyeron la Asamblea de la que surgió una nueva Institución Astronómica, integrando su primer Comisión Directiva: doctor Orestes J. Siutti, Presidente; Cirilo Grassi Díaz, Vicepresidente; Carlos Cardalda, Secretario; Eduardo Mackintosh, Tesorero, cinco vocales y tres suplentes.

El 11 de enero, una semana después, reunidas las mismas personas de la Asamblea anterior, tratan y aprueban los Estatutos de la A.A.A.A., redactados por los señores Cardalda y Mackintosh, en cuyo preámbulo se establece: "Los fundadores de esta Asociación, como su nombre lo indica, son aficionados al estudio de la Astronomía, que se reúnen con el propósito de cultivarla y difundirla en su parte elemental". Sus fines y forma de realización quedan expresados en estos tres breves incisos del Artículo 1º del Estatuto Social.

"Propender a la difusión de la Ciencia Astronómica, dictando clases elementales, un ciclo anual de conferencias y otros actos destinados a fomentarla. Editar una revista mensual. Organizar un Observatorio y una Biblioteca".

Y bien saben, Señores, que los propósitos de los fundadores se han cumplido.

Establece la nueva Asociación su sede en el local de la Wagneriana, en Rodríguez Peña 361, lógica resolución, pues la mayoría de sus primeros integrantes pertenecen a tan importante centro cultural.

Pero si la primitiva sede fue la Wagneriana, no lo fue su observatorio, que se instaló en un alto balcón de una modesta casa de la callejuela La Calandria del Barrio Nazca. Esa casa era la de Cardalda, y desde ese balcón, con un anteojo de su propiedad, de 8 centímetros, comienza a mostrar a los primeros asociados los cráteres de la Luna y otros objetos del Cielo, a distinguir las constelaciones y a conocer las estrellas más brillantes.

Al poco tiempo de iniciado ese Observatorio se instalan otros en las casas particulares de los que poseían anteojos, en donde continuaron las reuniones organizadas por otros entusiastas.

Fueron entre ellos, Angel Pegoraro,

Galli, dedicado a negocios de importación y exportación, y aquel gran espíritu que se llamó Carlos Segers, que también tenía un modesto anteojo.

Segers, empleado en el Frigorífico Swift, ya era conocido como boxeador amateur, actividad deportista en que se distinguió por su caballeresco comportamiento y juego limpio.

Sabía Cardalda que en Buenos Aires y sus aldeanos existían muchas personas interesadas en el estudio de la Astronomía, que contemplaban el cielo con modestos aparatos y se dió entonces a su gran tarea: buscarlos y nuclearlos en la Asociación por él fundada.

Consiguió en parte su objeto, y tuvo la suerte de incorporar a don José Naveira, hombre de gran fortuna y muy amigo de la Astronomía, que había instalado en el castillo de su Estancia "San José", próxima a Luján, un Observatorio con su cúpula, que aún existe.

Al poco tiempo de fundada la Asociación ya eran unos cuantos los dispersos observatorios e iba creciendo el número de asociados, pero había algo que faltaba, y ese algo era una dirección técnica que don Carlos buscó y encontró a mediados del 29 en el Observatorio Nacional de La Plata. Fue la figura señera del doctor Bernard Dawson, que tanto influyó en la vida de la Asociación.

En los primeros días de abril del año de la fundación apareció el primer número de la Revista, y el día 20 de ese mes se inicia el ciclo de conferencias en el salón "La Argentina", por don Antonio R. Zúñiga, que desarrolla el tema "Hora y media en la Luna". La narración de algunas leyendas del satélite, la explicación de su constitución física ilustrada por diapositivos de la orografía lunar, despertaron particular interés en la concurrencia, que aprovechó don Carlos Cardalda para au-

mentar el número de asociados, expresando todos ellos su complacencia al contar al fin con una entidad que les permitiera ampliar sus conocimientos astronómicos.

A esa conferencia siguieron otras que no detallo para no fatigar a mis oyentes; pero hay una, que no puedo dejar de citar: la primera que pronunció el doctor Bernard Dawson en octubre del 29 sobre la Vía Láctea, en la que proyectó dibujos de Herschel efectuados en el Cabo de Buena Esperanza en los años 1834 al 38, así como dibujos hechos en Córdoba, como parte de la Uranometría del doctor Gould.

En el año de fundación se publicaron 9 revistas, una por mes de abril a diciembre, y la mayoría de sus artículos redactados por profesionales de la Astronomía, contándose entre ellos al doctor Juan Hartmann, director del Observatorio de La Plata, al doctor Dawson, primer astrónomo y su ayudante Martín Dartayet.

Y aquí, permitidme, señores, una pequeña digresión: Martín Dartayet, casado y con un hijo, era empleado del Banco de la Nación con un sueldo de cuatrocientos pesos mensuales, pero era tan grande su vocación por la Astronomía que dejó ese puesto por el de calculista en el Observatorio de La Plata con un sueldo de trescientos pesos. Estudió mucho, trabajó mucho e hizo ilustre su nombre en los anales de la ciencia del cielo.

En los primeros números aparece el gran calculista Alfredo Völsch, que tuvo a su cargo casi hasta el día de su muerte, el Almanaque Astronómico de la Asociación.

En el cuarto número se publica el artículo de Leon Campbell "Lo que el aficionado puede hacer en Astronomía", traducido por E. Leedham y Carlos Segers.

Y es posible asegurar sin temor a equívoco, que desde esa ya lejana fecha -julio de 1929- hasta el día de su prematura desaparición don Carlos Segers en una labor constante y creciente desarrollada con entusias-

mó y eficacia, ha prestado a la Asociación, en donde desempeñó los delicados cargos de director del Observatorio, secretario y presidente, tan señalados servicios que su nombre se recordará siempre como el de uno de sus grandes propulsores.

De la Wagneriana, que a mediados del 29 se trasladó a Florida 940, es estableció la sede de la Asociación en setiembre de 1931, en un escritorio del edificio de Sarmiento 299, hasta promediar el 37 en que se instaló en un departamento del Edificio "Mitre", en la esquina de Suipacha y Lavalle, propiedad del señor Naveira, por el que nunca percibió alquiler.

Un hecho importante ocurre en 1939. Desde hacía tiempo el señor José Porto —de imperecedera recordación— en esos años importante funcionario del Concejo Deliberante, gestiona ante ese Cuerpo un terreno para instalar el edificio y Observatorio de la Asociación. Eficazmente apoyado por nuestro consocio José Luis Pena —edil en aquél entonces— se sanciona la Ordenanza N° 10.784 por la que se cede un terreno ubicado en la Avenida Patricias Argentinas, en el Parque Centenario.

Promulgada la Ordenanza por Decreto del 20 de noviembre, suscrito por el intendente Goyeneche, el doctor Dawson como presidente y Segers como secretario toman posesión del terreno el 4 de enero de 1940.

El doctor Dawson pronuncia en ese acto estas memorables palabras:

"Me negaría a aceptar esta entrega y la consecuente responsabilidad para la Asociación que me honro en presidir, si no estuviera convencido de que sus socios y especialmente aquéllos que me acompañan en la Comisión Directiva, trabajaremos tesoneramente para que el usufructo de este terreno por parte de la Asociación resulte en beneficio para la cultura argentina. La Ciudad de Buenos Aires en

Proféticas palabras que se cumplieron. Muchas conferencias se pronunciaron en la Sala Mayor del edificio que se construyó en esa parcela. Muchísimos alumnos de escuelas primarias y secundarias visitaron el Observatorio y su Museo.

Muchas clases se dictaron en sus aulas, muchos espejos se pulieron en su taller y mucho se trabajó en su cúpula, envuelta en el silencio de las noches serenas.

Jóvenes asociados en la iniciación de las actividades del nuevo edificio quedaron prisioneros en las mallas del embrujo de la esfera estrellada, y de esas mallas no pudieron salir jamás. Fueron gradualmente aumentando el nivel de sus estudios, y son ahora astrónomos profesionales al servicio de la cultura del país y de la Humanidad.

Entre ellos hay dos que hoy prestan sus servicios en el ya histórico Observatorio de Córdoba: Jorge Landi Dessy, su director y José Luis Sersic, jefe del Departamento de Galaxias; y en otros observatorios nacionales y extranjeros otros consocios, por su actuación en tan nobilísima tarea, enorgullecen a los que integramos nuestra querida Asociación.

Pero ese hechizo no acaba nunca. Hoy ha enredado entre sus mallas a jóvenes asociados, alguno de ellos estudiantes de los cursos superiores de Astronomía que se dictan en la Universidad de La Plata, y ellos serán los sucesores de los que hoy tratan de descifrar las misteriosas leyes que rigen en el cielo.

En los años próximos y anteriores a la inauguración de nuestra Casa, las conferencias se realizaron en el Salón de Actos del Instituto Biológico Argentino, ubicado en la calle Rivadavia, frente a la Plaza del Congreso.

En ese Salón de Actos, casi todos los meses, el doctor Dawson explicaba con palabras sencillas y claras un tema, conferencias



El doctor Bernard H. Dawson y socios fundadores
en el momento de tomar posesión del terreno.



a las que asiduamente asistí, creo, sin perder una, siendo sus títulos entre los que ahora recuerdo: "El Sol", "La Luna", "El Sistema Solar", "Los Cometas", "Los Meteoritos", "El Planeta Marte", "Cómo se fija la fecha del Domingo de Pascua", "Los Eclipses", "El Calendario", etc.

Concluida la disertación, comenzaban las preguntas.

Por ahí, una señora preguntaba: "Cómo son los habitantes de Marte?" y el doctor Dawson, con su acentuada pronunciación norteamericana, contestaba:

"No sabemos si hay o no habitantes en Marte", y la señora replicaba: "Yo he leído que tienen las manos con dedos muy largos, un ojo en la frente y la boca triangular".

"Esas son fantasmas novelistas, y si hay habitantes en Marte esperemos que sean más sensatos que los que viven en la Tierra". Y así se formulaban preguntas y se contestaban cumpliendo al pie de la letra uno de los fines de la Asociación establecido en su Estatuto: "Propender a la difusión de la Ciencia Astronómica dictando clases y conferencias elementales".

En abril de 1941 nuestra Asociación inauguró la Primera Exposición Astronómica realizada en Sud América en el Salón de Exposiciones de Y.P.F., en la que se exhibió gran cantidad de fotografías celestes, instrumentos y otros objetos, construidos muchos de ellos por consocios entusiastas.

Inmediatamente después de la toma de posesión del terreno se comenzó la construcción del actual edificio societario proyectado por el arquitecto Andrés Mille, y bajo su dirección y la de su hermano el ingeniero Antonio se terminó la obra en abril de 1944.

Los señores José Galli y Angel Pegoraro tuvieron a su cargo la dirección de la ejecución de las cúpulas, y esos dos hombres dieron feliz término a su cometido, que sola-

mente técnicos especializados hubieran podido realizar.

José Galli dotado de una inteligencia clarísima y gran capacidad de trabajo, fue un hombre extraordinario.

Cursó estudios hasta graduarse en Ciencias Económicas en Milán donde había nacido; ejerció su profesión en la misma ciudad y luego viajó por Europa radicándose en Londres, ejerciendo y perfeccionando su profesión a la par que seguía cultivando en tan propicios ambientes su variada y gran cultura. De Londres vino a nuestro país donde se radicó definitivamente en 1912, hasta que en 1936 se retiró de su actividad comercial para dedicarse de lleno a sus dos pasiones favoritas: música y astronomía.

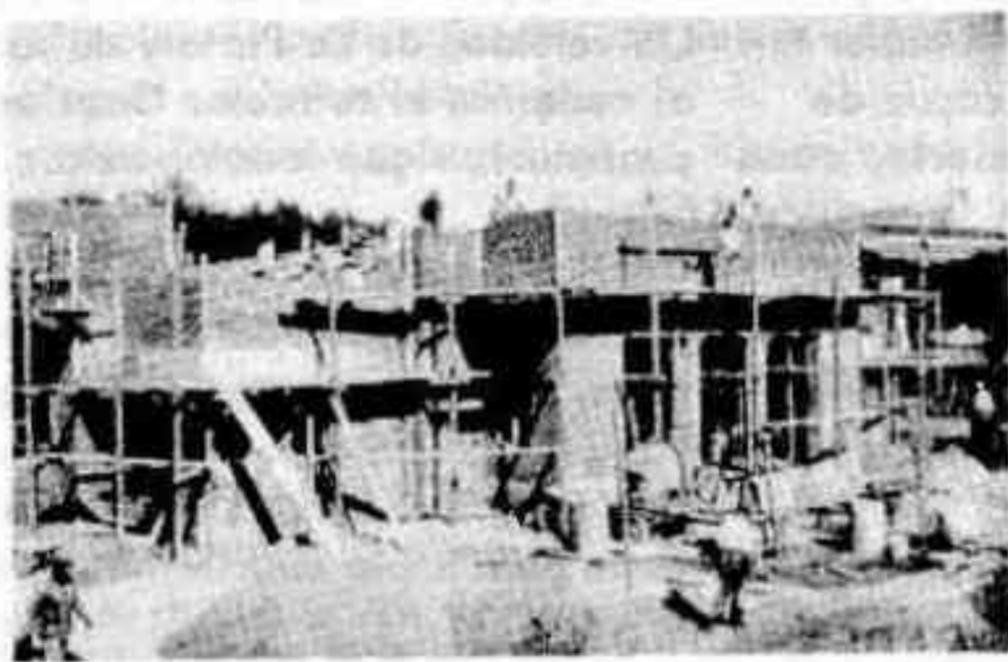
Fue músico y musicólogo, pues vió la luz en un hogar en donde la música lo era todo por tradición. Su padre, crítico reputado en Milán, su hermana, la famosa cantante Irfica Amelita Galli Curci.

Su actuación en la A.A.A.A. fue de gran importancia, y no podía ser de otra manera por el enorme caudal de conocimientos que atesoraba.

Fruto de su sapiencia es el libro señero "Fotografía Astronómica", que fue el primero de esa materia escrito en castellano que mereció cálidos elogios en los centros especializados de Europa y Estados Unidos.

A su vocación de profesor unía su gran habilidad manual: el globo celeste instalado en nuestro Hall, que gira una vuelta completa en 24 horas sidéreas, fue preparado y confeccionado por él con el ingenioso mecanismo que convierte el tiempo medio en sidéreo; otra prueba de su habilidad es su aparato astrográfico ubicado en la cúpula que lleva su nombre.

Otro hombre extraordinario fue don Angel Pegoraro. Industrial, dueño de una importante imprenta, llegó por su decidida



edificio social

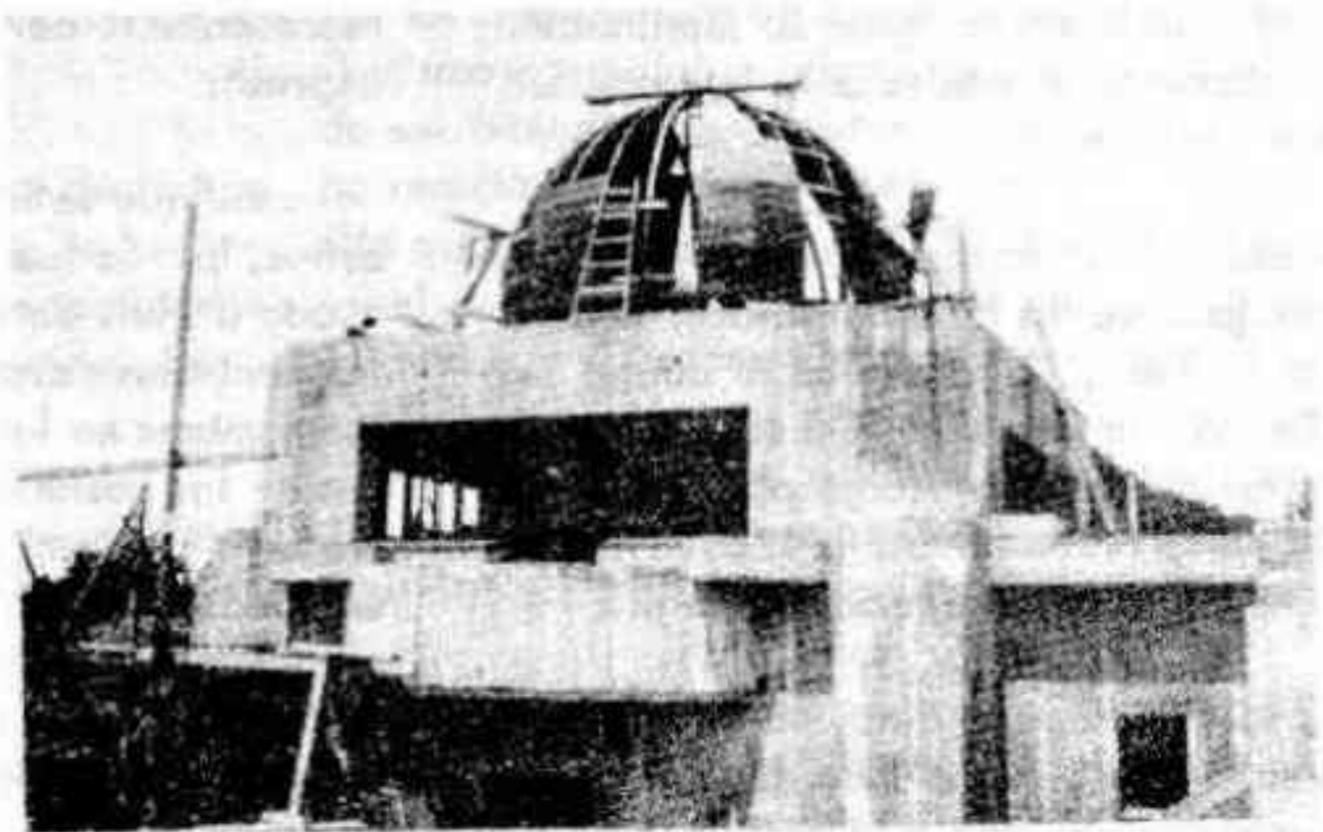
y

Observatorio Astronómico

de la A.A.A.A.

inaugurado el

22 de abril de 1944.



vocación musical a ser un distinguido musicólogo y compositor. Tenía gran facilidad para el estudio de las matemáticas, y sin haber seguido estudios universitarios, era capaz de resolver arduos problemas de ingeniería, como lo demostró en la construcción de las cúpulas.

Muy informado en astronomía y en el mecanismo de los aparatos fue un sagaz observador hasta el punto que se le podía considerar como a un verdadero profesional.

El 11 de setiembre de 1943 se realizó el primer acto en la Sala Mayor de nuestro edificio aún no inaugurado, y aunque los dirigentes de la Asociación habían pensado no realizar ningún acto social hasta su terminación, quebrantaron su propósito ante la magnitud del acontecimiento.

En ese acto el encargado de negocios de la Embajada de los Estados Unidos, doctor Edward L. Reed, le entregaba al doctor Bernard Dawson la David B. Pickering Nova Medal, premio que se le otorgó por su descubrimiento de la Nova Puppis 1942, realizado en la noche del 8 de noviembre de 1942.

La solemnidad del acto, la importancia del premio y la personalidad del doctor Dawson justificó plenamente la habilitación del Aula Mayor y del edificio, en ese momento no terminado.

El 22 de abril de 1944, el entonces presidente don José Naveira inaugura el edificio social y Observatorio Astronómico de la A.A.A.A.

Reseña en su discurso la historia de la actividad astronómica en la Argentina desde la época colonial hasta ese entonces, y como parte integrante, el esfuerzo realizado para llevar a buen fin la importante obra que significa la erección del edificio en donde desde ese día en adelante "se trabaje por la Ciencia y por la Patria bajo la protección de Dios".

Destaca en su disertación la simpatía que

que los astrónomos profesionales manifestaron siempre por la Asociación, y el gesto de la Universidad de La Plata y de su Observatorio al cedernos el refractor Gautier, que ya casi centenario sigue funcionando.

Hoy en día el instrumental ha aumentado mucho. Se dispone de cuatro anteojos refractores, dos astrográficos y últimamente, por donación del consocio y miembro de la Comisión Directiva señor Lino Cancela, el importante telescopio construido por el donante.

Nuestro edificio se construyó entre los años 1940 y 1944 y el arquitecto Carlos E. Becker, en el acto de la inauguración, como representante del Intendente Municipal, expresó:

....."que se interesen por la vida de los astros, por la luz del Cielo, bálsamo que ayuda a vivir en un Mundo ensombrecido por las penumbras dramáticas que envuelven a los hombres en las horas amargas, en las épocas de las pasiones y furias destitadas, para llegar a la conclusión de que en pocas cosas se puede emplear tan bien el tiempo como en mirar a los astros, en la búsqueda de los caminos de las luces inspiradoras que vienen del Cielo y que incitan a la vida brillante y serena "sin prisa, sin pausa, como las estrellas".

No es posible dejar de mencionar en esta charla la generosidad puesta de manifiesto en múltiples ocasiones por los miembros dirigentes de nuestra Asociación.

El señor José Naveira donó casi el costo total de la construcción del actual edificio.

Los señores Millé, arquitecto e ingeniero, que proyectaron y dirigieron la obra donaron sus honorarios.

El profesor José H. Porto, donó quince mil pesos, la mitad de sus treinta mil ahorros, y otros muchos asociados aportaron lo que pudieron.

Fueron también generosos y lo siguen siendo, aquellos que no entregaron dinero, pero sí su tiempo, dictando clases, pronunciando conferencias, atendiendo el Observatorio y otras obligaciones que se imponen en servicio de la Asociación.

Y permitidme ahora, señores, que brevemente exponga lo que actualmente realizamos:

En el Observatorio se desarrollan paralelamente dos ciclos de actividades. La primera, de rutina, es la atención de socios y colegios primarios o secundarios que solicitan visitas. En lo que va del año, y pese al mal tiempo, se atendieron 24 colegios con un total de 1.400 alumnos.

La segunda, de mayor alcance de la que se espera rinda los frutos debidos, es la formación de grupos de observadores reclutados en los cursos dictados en nuestra aula, que pueden agruparse así:

a) Observación de ocultaciones de estrellas por la Luna. Además de las contenidas en la programación normal de Greenwich, observadas desde hace una década, también tomamos las contenidas en los programas extras, de estrellas más débiles, preparadas por este mismo observatorio y por el Observatorio Naval de Washington.

b) Medición de estrellas dobles. Contamos con un grupo de observadores prácticos en el manejo del micrómetro y esperamos que pronto podremos comenzar a trabajar sistemáticamente.

c) Fotografía astronómica. Por ahora solamente está en uso el astrógrafo construido por José Galli. Confiamos poner en condiciones en breve el Mannent.

Simultáneamente con los trabajos de observación se ha interesado a un nutrido grupo de asociados para trabajar en el arreglo y acondicionamiento del instrumental, reparación de los abrigos existentes, y dado que ahora se dispone de varios y

buenos instrumentos que por falta de ubicación no se emplean, la construcción de cúpulas para darles adecuado alojamiento.

Resumiendo: la Asociación se empeña en que su Observatorio expanda su plan de trabajos de observaciones y de mejoras de su instrumental. Lamentablemente, lo programado se va realizando con alguna lentitud, la que impide por ahora presentar resultados.

Cumplen eficazmente su misión de director y subdirector del Observatorio, respectivamente, los señores Ambrosio Camponovo y Mario Vattuone.

La Subcomisión de Estrellas Variables realiza una encomiable labor, al punto que uno de sus integrantes, el señor Mario Vattuone, ha resultado el primer observador entre aquellos que nuclea la AAVSO con 10.294 estimas en el período 1966/67, seguido por el señor Miguel Angel Barone con 2.854 estimas. Ha publicado 16 números de su "Boletín de Estrellas Variables", en el que figuran cartas, predicciones, resultados y artículos de interés especializado en esta rama de la Astronomía.

Trabaja, además, en estrecha colaboración con la Royal Astronomical Society of New Zealand y es la central de observaciones para el período 1967/70 entre las instituciones que nuclea la Liga Latinoamericana de Astronomía.

El taller de óptica de la Asociación es una de las dependencias más activas de la entidad, pues ahí tienen los aficionados la oportunidad de construir sus propios instrumentos de observación bajo la dirección de otros aficionados experimentados en el tallado, pulido y control de objetivos reflectores. La tarea se realiza, por comodidad, casi exclusivamente a mano, pues tenemos dos máquinas especiales para el desbastado y pulido. Las instalaciones comprenden diez mesas de trabajo, aparato de Foucault y una bomba de vacío actualmente en reparaciones. Se terminan aproximadamente veinte espejos por año, estando empeñados actualmente en producir una montura tipo para facilitar el tra-

bajo de los asociados pues la mayoría de ellos tienen serias dificultades en este aspecto del trabajo. Dirige el Taller, con general beneplácito, el señor Juan Carlos Forte con la cooperación de un nutrido y entusiasta grupo de asociados.

Como complemento, tenemos una estación radioeléctrica de 50 watts con licencia oficial LU8AAA con varios instrumentos anexos. La divulgación de la radioastronomía la realizamos, como es natural, mediante cursos, conferencias y artículos.

Nuestra Entidad es desde 1964 la Central correspondiente de la Liga Latinoamericana de Astronomía.

La Revista Astronómica, que con esta entrega cumple cuarenta años de vida es el vínculo que nos une con los asociados del interior y, con tal propósito, actualmente estamos empeñados en mejorar su contenido, la cantidad de páginas y la frecuencia de las entregas que ha sido llevada a cuatro números anuales incluyendo el Manual.

Además tenemos el propósito de publicar, resumidos, algunos de los cursos que se dictan en nuestra aula y comenzaremos con un folleto sobre reconocimiento del cielo al que seguirán cosmografía, fotografía astronómica, etc. Actualmente es su director el señor Ambrosio Camponovo a quien secundan los siguientes colaboradores: Miguel Angel Barone, y Rodolfo Pavesio como secretarios; Velia Schiavo, Hugo Marraco, Juan Carlos Forte y Luis A. Gómez Vila como redactores y José M. de Feliú como corrector.

Como ampliación de la obra de divulgación realizada por Revista Astronómica hemos creado una subcomisión -llamémosla así- encargada de las publicaciones y canje con instituciones profesionales y de aficionados. Estas tareas las realiza el mismo personal de la Revista y ha logrado poner al alcance del aficionado libros nacionales y extranjeros a precios convenientes, algunos de ellos no vendidos en nuestro país.

Nuestra Biblioteca, abierta al público en general, contiene unos 2.000 volúmenes que tratan exclusivamente de Astronomía, Física, Matemáticas, amén de tablas, Atlas, etc. Las Revistas obtenidas mediante el canje con la nuestra forman un conjunto que supera en mucho al de los textos y atlas.

Durante el año lectivo dictamos cursos, algunos de los cuales cuentan con gran cantidad de asistentes. Casi todos los años ofrecemos cursos de Cosmografía, Fotografía, Construcción de Telescopios, Prácticas de Astronomía, estudio de las constelaciones, etc. También se pronuncian en nuestro Salón de Actos conferencias públicas y ofrecemos cine documental, en su mayor parte referido a los adelantos astronómicos. Estamos empeñados en estas tareas con fe en el engrandecimiento de nuestra Asociación y a todos los une en un apretado haz el purísimo amor que inspira la fascinante ciencia del Cielo.

En nombre de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, que tengo el honor de presidir, agradezco al Observatorio Nacional de Córdoba la gentil deferencia que ha tenido al invitarnos a participar de la fausta celebración que nos congrega y al auditorio la paciencia que ha demostrado al escucharme.



- GRANDES REFLECTORES MODERNOS -

Por; Jorge Landi Dessy

Observatorio Astronómico e I.M.A.F. - Universidad
Nacional de Córdoba

Desde que León Foucault en 1856 construyó su primer reflector con objetivo de vidrio plateado, los telescopios de espejo comenzaron a competir seriamente con los refractores; a principios de este siglo tomaron la delantera con la construcción del reflector de 60" de Mount Wilson (1905). El método del vidrio plateado había sido sugerido por Airy en 1827, pero no pudo ser llevado a la práctica en forma conveniente hasta treinta años más tarde por Foucault.

Este triunfo se debió, en primer lugar, a que se los podía construir de mayores dimensiones y en segundo lugar a que no tenían errores de primer orden, es decir no adolecen de aberración cromática: su distancia focal es la misma para los diversos colores. Sin embargo, los errores de tercer orden en general no son pequeños y limitan notablemente el campo útil. Para poder apreciar la calidad óptica de los sistemas modernos, es menester dar una idea sucinta de este tipo de errores.

La óptica de primer orden, denominada también aproximación de Gauss, o paraxial, se basa en el empleo de dos ecuaciones: la de los focos conjugados y la del aumento, o escala. En el caso de reflectores, la primer ecuación se reduce -para objetos situados en el infinito- a la distancia focal paraxial. En el caso de un espejo ésta será igual a la mitad del radio de curvatura del centro del espejo.

$$f = \frac{R}{2} \quad (1)$$

En el caso de sistemas ópticos formados por dos espejos o dos espejos y placas parafocales será:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2} \quad (2)$$

en donde

f = la distancia focal del sistema;

f_1 = la distancia focal del primer espejo;

f_2 = distancia focal del segundo espejo;

d = separación entre los vértices de los espejos: $\overline{O_1 O_2}$ (Fig. 3)

La otra ecuación -en estas condiciones- se puede tomar como la escala sobre un plano normal al eje óptico en el foco. Es decir, la escala que tendría una placa fotográfica si el sistema no tuviera errores ópticos; su ecuación es:

$$E = \frac{206264''8}{f} = \frac{3437'75}{f} = \frac{57^\circ 29'58}{f} \quad (3)$$

según se desee la escala en segundos, minutos o grados, por unidad en que se exprese la distancia focal. El telescopio de Bosque Alegre tiene una distancia focal de 7490mm en el foco Newtoniano y 32500mm en el foco Cassegrain, las escalas respectivas serían:

Newtoniano:	27"5/mm	=	4'6/cm	=	0°076/cm
Cassegrain:	6"3/mm	=	1'06/cm	=	0°018/cm

La teoría de tercer orden de los errores ópticos fue elaborada por el matemático L. Seidel por rara coincidencia también en 1856. La teoría de Seidel conduce a ecuaciones que nos brindan los apartamientos de las posiciones encontradas por las ecuaciones (1) - (3), (Fig. 4). Los errores de tercer orden son cinco: aberración esférica, coma, astigmatismo, curvatura de campo y distorsión. Los tres primeros agrandan o deforman la imagen en sí; es decir no dan una imagen puntiforme de una estrella. La curvatura de campo hace necesario que haya que curvar una placa fotográfica para que las imágenes sean buenas. Finalmente, la distorsión no perjudica la calidad de la imagen pero hace que las distancias relativas de las estrellas no se reproduzcan fielmente; la escala no se mantiene constante sobre la placa. Este último error es particularmente inconveniente en instrumentos dedicados a la astronomía de posición.

Las ecuaciones de Seidel se expresan de la siguiente manera:

$$\Delta L'_{km} = -0,5 m_1 (m_1^2 + M_1^2) \sum_1^k I_v \quad (\text{aberración esférica})$$

$$+0,5 (3m_1^2 + M_1^2) \operatorname{tg} u_1 \sum_1^k II_v \quad (\text{coma})$$

$$-0,5 m_1 \operatorname{tg}^2 u_1 \sum_1^k III_v$$

$$+0,5 \operatorname{tg}^3 u_1 \sum_1^k V_v \quad (\text{distorsión})$$

$$\Delta L'_{ks} = -0,5 M_1 (m_1^2 + M_1^2) \sum_1^k I_v \quad (\text{aberración esférica})$$

$$+ m_1 M_1 \operatorname{tg} u_1 \sum_1^k II_v \quad (\text{coma})$$

$$-0,5 M_1 \operatorname{tg}^2 u_1 \sum_1^k IV_v$$

El coeficiente del astigmatismo que figura en las tablas se calcula con la ecuación:

$$III_a v = 0,5 (III_v - IV_v) \quad (\text{astigmatismo})$$

y la curvatura del campo media:

$$\bar{R} = - \frac{2}{\sum III_v + \sum IV_v}$$

Las cantidades m_1 y M_1 son las coordenadas del rayo proveniente de una estrella al cruzar la pupila de entrada, que en nuestro caso corresponde al espejo primario; vemos que para cada rayo proveniente de la estrella hay una corrección diferente y todas ellas se superponen aproximadamente para formar la imagen sobre la placa fotográfica. El ángulo u_1 corresponde al formado por el eje óptico con un rayo que incide en O_1 . Se toma la coordenada m_1 en la dirección que forma la estrella con el eje óptico, la M_1 en la dirección perpendicular a la

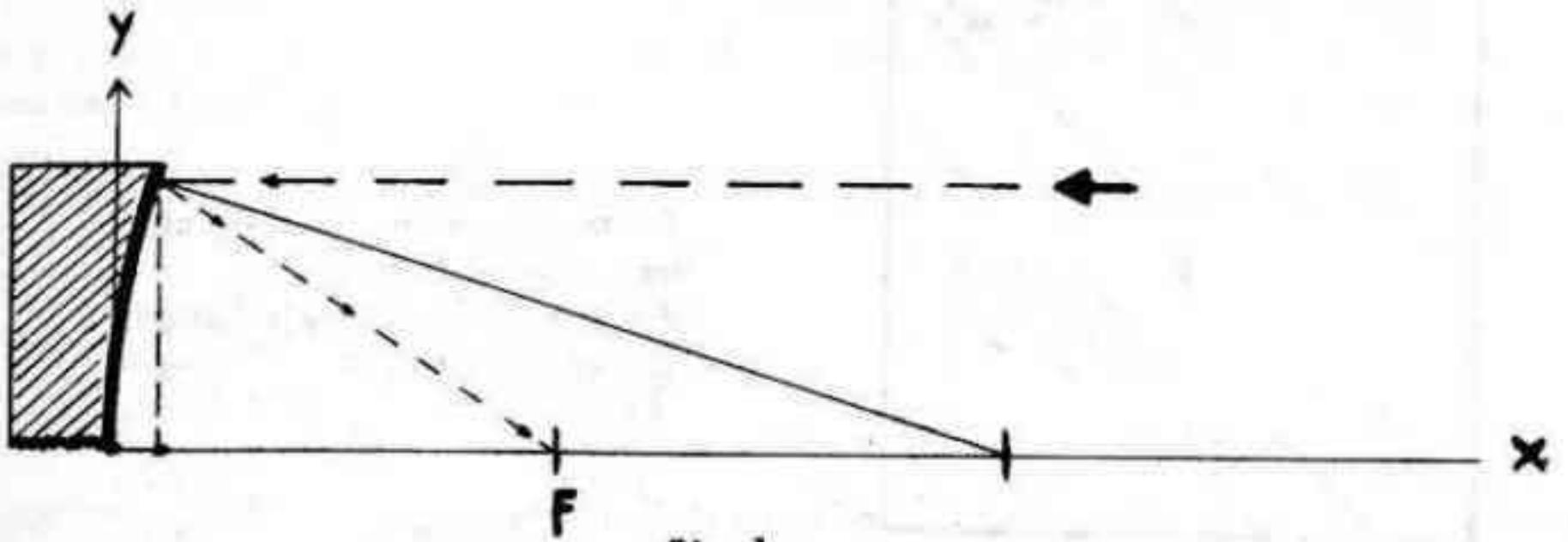


Fig. 1

OBSERVACION DIRECTA EN FOCO PRIMARIO

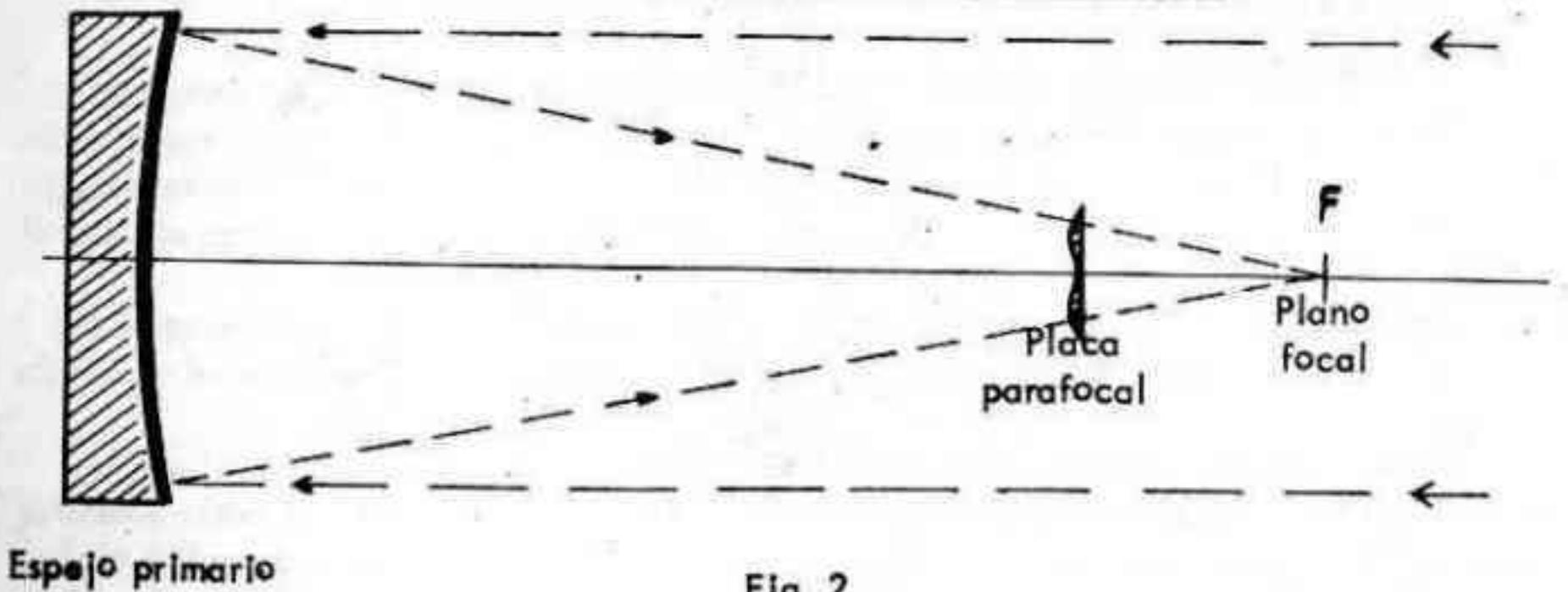


Fig. 2

TELESCOPIO ANASTIGMATICO

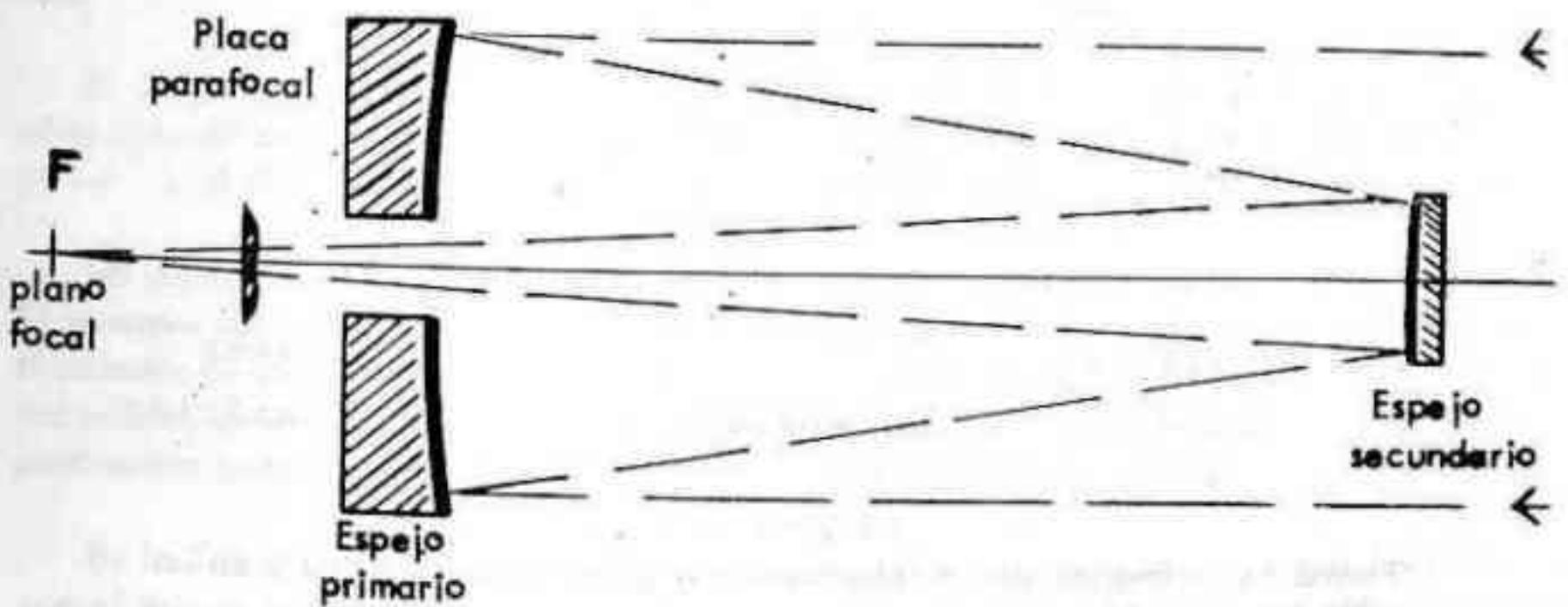


Fig. 3

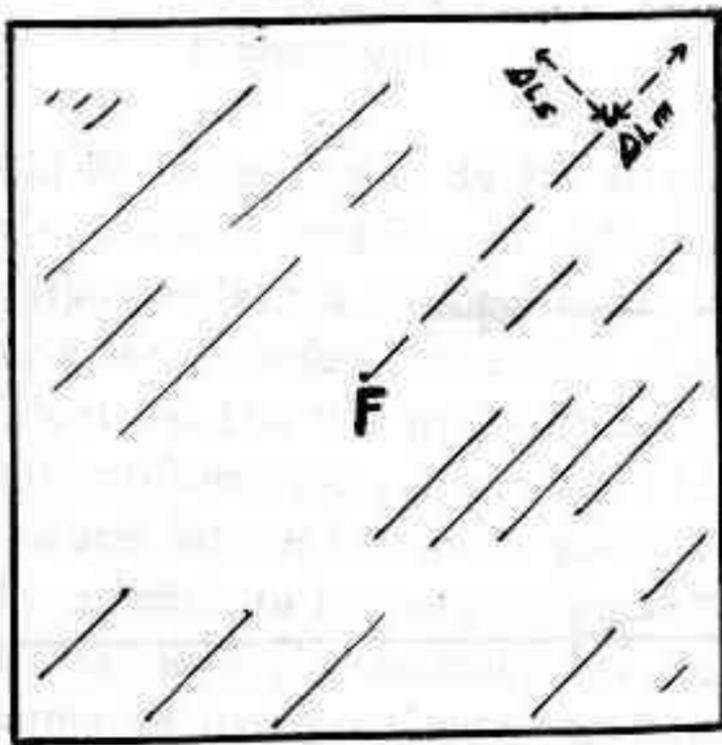


Fig. 4
 Forma en que se miden las correcciones de Seidel.
 F = Interacción del eje óptico con el plano focal.

Imágenes en el borde de un campo de diámetro

- 30'

- 20'

- 10'

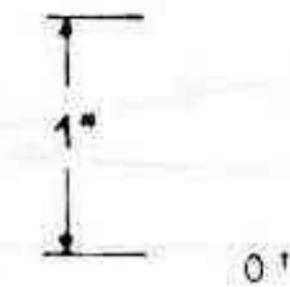


Imagen en primario

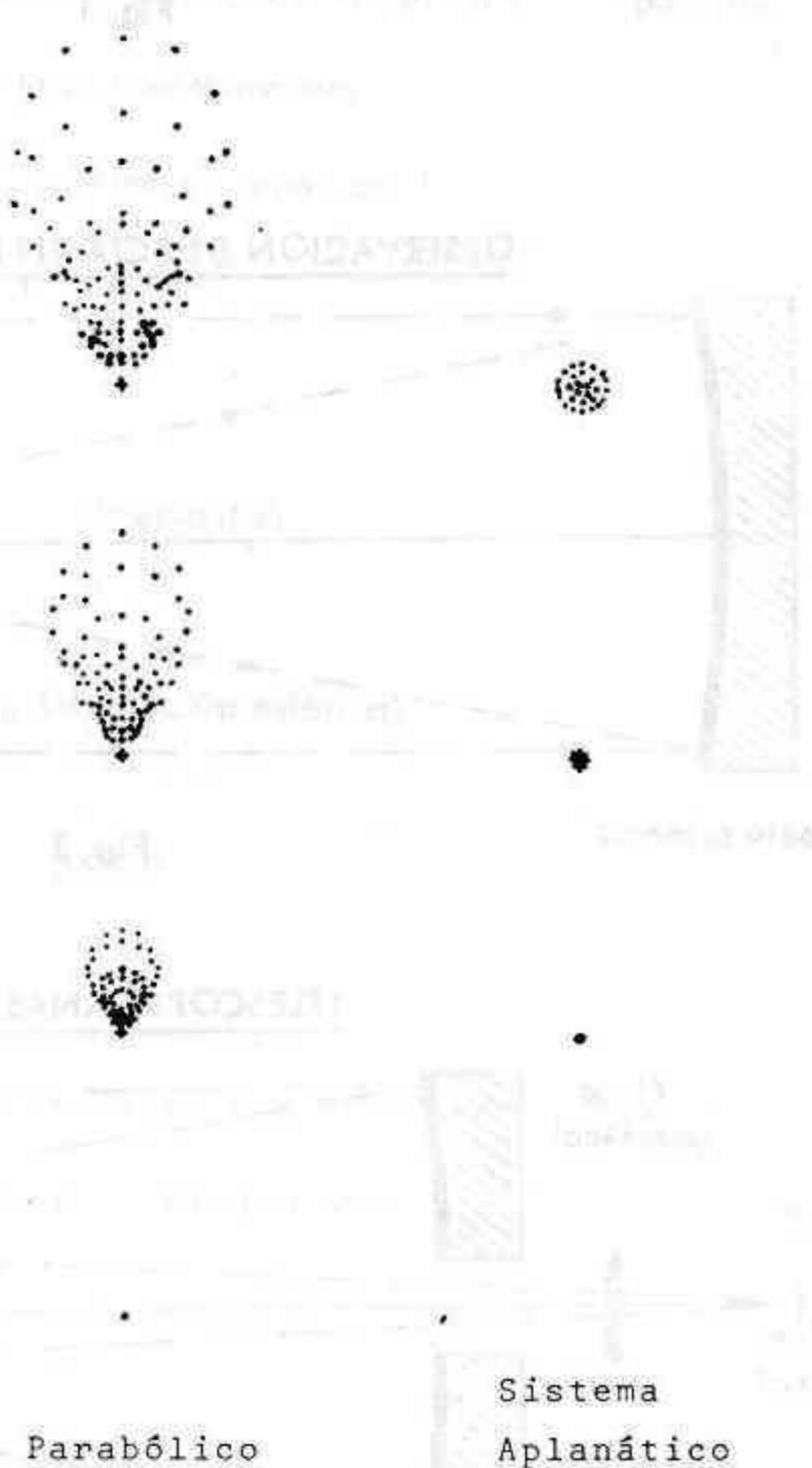


Figura 5

Forma de la imagen en un telescopio con primario parabólico y en un Ritchey-Crétien.

anterior. Un ejemplo de la aplicación de esta fórmula se ve en la Fig. 5. Es evidente que para eliminar un error es necesario que la sumatoria correspondiente se anule. Dichas sumatorias se calculan sobre la base de parámetros constructivos (radios de curvatura de los espejos, forma de la superficie, etc.).

La sección de un espejo se puede expresar mediante la ecuación siguiente:

$$X = \frac{Y^2}{2R_0} + (1 - A_1) \frac{Y^4}{8R_0^3} + (1 - A_2) \frac{Y^6}{16R_0^5}$$

R_0 ($\overline{O_1C}$ en Fig. 1) es el radio de curvatura de la circunferencia osculadora en el vértice del espejo.

$A_1 = e^2 =$ excentricidad de la cónica

A_2 , si es arbitrario da origen a la curva diferente a una cónica;

si en cambio cumple la condición $(1 - A_2) = (1 - A_1)^2$ la curva sigue siendo una cónica.

La óptica de primer orden o de Gauss se limita a tomar el primer término de la serie de manera que todas las curvas equivalen a circunferencias o parábolas, pues no se pueden distinguir las cónicas entre sí, a menos de tomar el término de tercer grado en R , lo que ya nos lleva a la aproximación de tercer orden o de Seidel.

La óptica de tercer orden, o aproximación de Seidel, toma en cuenta los dos primeros términos de la serie; es la óptica de las cónicas y solamente de ellas.

La óptica de quinto orden, o aproximación de Schwarzschild, toma en cuenta los tres primeros términos y por lo tanto existen otras curvas además de las cónicas. Los errores de quinto orden que no trataremos aquí, son nueve. Como los reflectores corrientes tienen errores de tercer orden considerables, no ha valido la pena hasta el presente considerar estos errores, pero los nuevos sistemas desarrollados últimamente, en los cuales se han disminuido los errores de tercer orden, hacen ya pensar en la necesidad de tener en cuenta los de quinto orden, especialmente en sistemas anastigmáticos o sistemas libres de errores de tercer orden.

Si un sistema está libre de aberración esférica y coma ($\Sigma I_{\nu} = \Sigma II_{\nu} = 0$) se denomina aplanático. Si un sistema está libre de aberración esférica, coma y astigmatismo ($\Sigma I_{\nu} = \Sigma II_{\nu} = \Sigma III_{\nu} = 0$) se denomina anastigmático.

Un espejo puede corregir un error, pues se tiene solamente un parámetro arbitrario A_1 . Si tenemos dos espejos podremos corregir tres errores, los parámetros libres serán las excentricidades de ambos espejos y su separación. Sin embargo si se impone la condición de foco accesible, es decir que el plano focal caiga en un lugar determinado, el valor de uno de los parámetros quedará determinado y sólo podremos corregir dos errores.

En la Tabla I se dan los valores de las sumatorias para diversos sistemas ópticos. Vemos que el espejo esférico tiene todos los errores salvo la distorsión. El parabólico está libre de aberración esférica y distorsión (se ha impuesto la condición $A_1 = 1$). La curvatura de cam

po no es nula, pero siendo la coma tan grande no se mejora apreciablemente la calidad curvando la placa.

El sistema Cassegrain con primario parabólico no mejora la situación, pues se aumentan y agregan otros errores. Los telescopios con primario parabólico poseen un campo muy reducido, si se impone la condición de que las imágenes sean menores de $1''5$ en el plano focal; el telescopio de $200''$ de Mount Palomar —en su foco directo (Fig. 6)— tiene un campo útil de $2'$ equivalente a un círculo cuyo diámetro es de 10mm.

El primer constructor de grandes reflectores, G.W. Ritchey, quien realizó la óptica de los famosos reflectores de $60''$ y $100''$ de Mount Wilson, ya tuvo en cuenta esta dificultad y recurrió al célebre óptico francés Henri Chrétien en 1910 para tratar de solucionar el problema. De esta colaboración salió el sistema que lleva el nombre de ambos y que es un sistema aplanático. Su apariencia es la de un Cassegrain, pero con la diferencia que el primario es hiperbólico dentro de la precisión de tercer orden. Los campos en los cuales la imagen se mantiene inferior a $1''$ son del orden de $40'$ de diámetro. Por otra parte, la distribución de la luz en la imagen es mucho más satisfactoria (Fig. 5). Estos telescopios son muy compactos, pero con curvatura de campo considerable y cóncavo respecto de la luz incidente. Además, por ser sistemas de tipo Cassegrain, su razón focal es de 7 a 8, pudiéndose obtener sistemas algo más luminosos en instrumentos de dimensiones moderadas. Cuanto más luminoso es el instrumento, tanto mayor debe ser el diámetro del espejo secundario. A pesar de sus grandes ventajas, el Ritchey-Chrétien no se generalizó. El proyecto elaborado por ambos para el reflector de $100''$ de Mount Wilson fue desechado y recién en 1937 Ritchey pudo construir uno de 1 metro de diámetro para el Observatorio Naval de Washington. Este instrumento quedó como una curiosidad, pero al ser trasladado —años más tarde— a Flagstaff (Arizona), mostró su gran calidad.

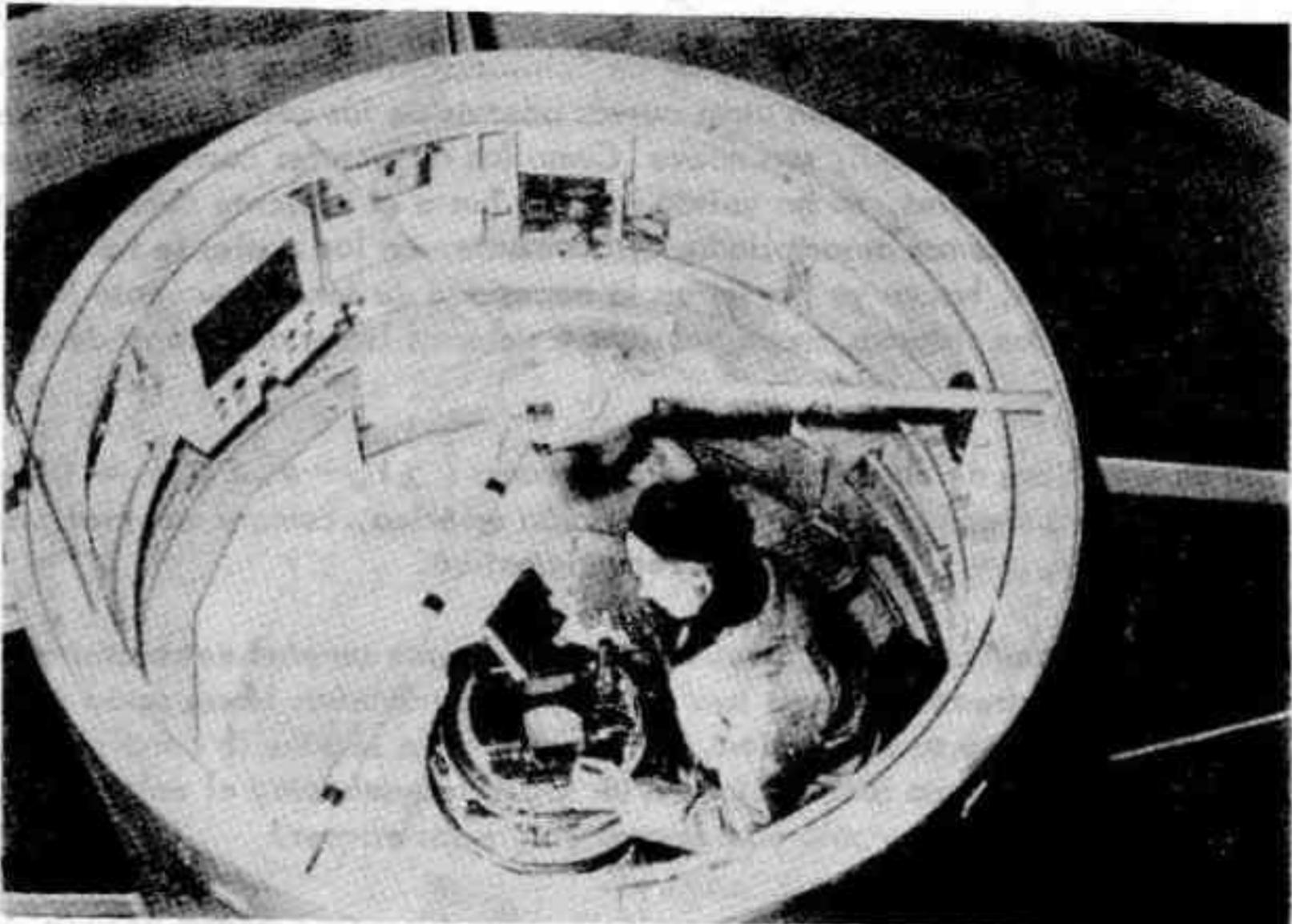


Fig. 6

FOCO PRIMARIO (PARABOLICO) DEL REFLECTOR DE 200" DE MOUNT PALOMAR (USA)

Entre tanto habfan surgido soluciones aplanáticas como el sistema de Schwarzschild, y anastigmáticas, como el sistema de Couder (1926). Estos sistemas con primario hiperbólico y secundario cóncavo, tienen el gran inconveniente de que el plano focal yace entre ambos espejos y en las cercanías del secundario, por lo cual no son soluciones convenientes en la práctica a pesar de su alta calidad óptica.

Los grandes reflectores con primario parabólico siguieron construyéndose en notable cantidad. Los más conocidos son el de 200" de Mount Palomar y el de 120" de Lick (USA) (Figs. 6 y 8).

Una de las causas de la demora en la aceptación de los Ritchey-Chrétien fue la dificultad de poder controlar en forma adecuada la superficie óptica. En 1939 los doctores E. Gaviola y Ricardo P. Platzeck -en nuestro país- desarrollaron nuevos métodos de control de gran precisión lo que contribuyó a facilitar la construcción de sistemas aplanáticos (Método de la Cústica).

Al proyectarse el Observatorio de Kitt Peak -sostenido por un consorcio de Universidades norteamericanas- el director de entonces, doctor Meinel, eminente óptico, planeó construir un Ritchey-Chrétien de grandes dimensiones; su espejo primario tendría 213cm de diámetro. El telescopio fue terminado en 1963, y sus notables características pueden verse en la Tabla II. Como podemos comprobar, entre el proyecto original y la realización de un aplanático de grandes dimensiones transcurrió algo más de medio siglo. Un instrumento análogo está en construcción para el Observatorio de La Plata y será instalado en el Leoncito (Provincia de San Juan).

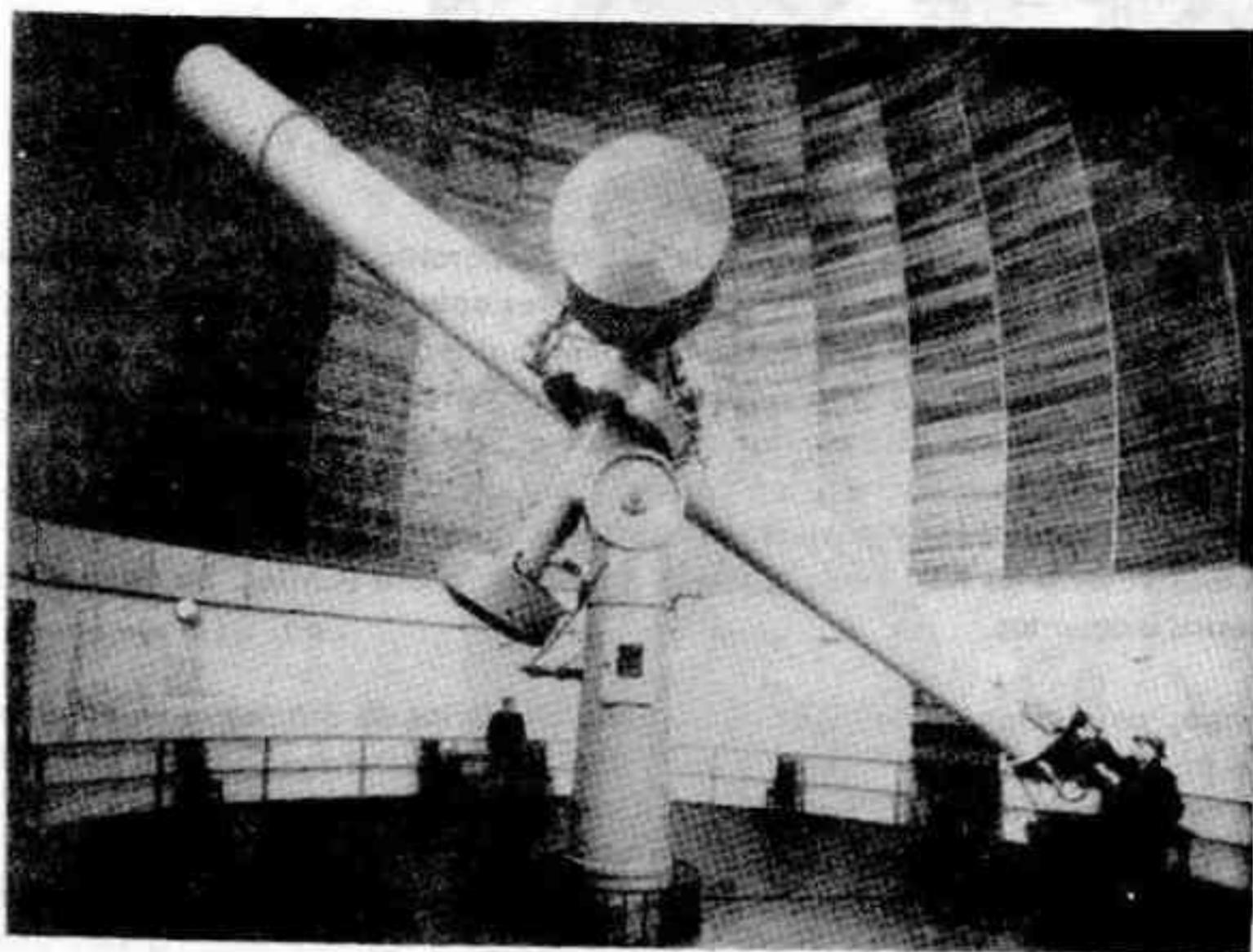
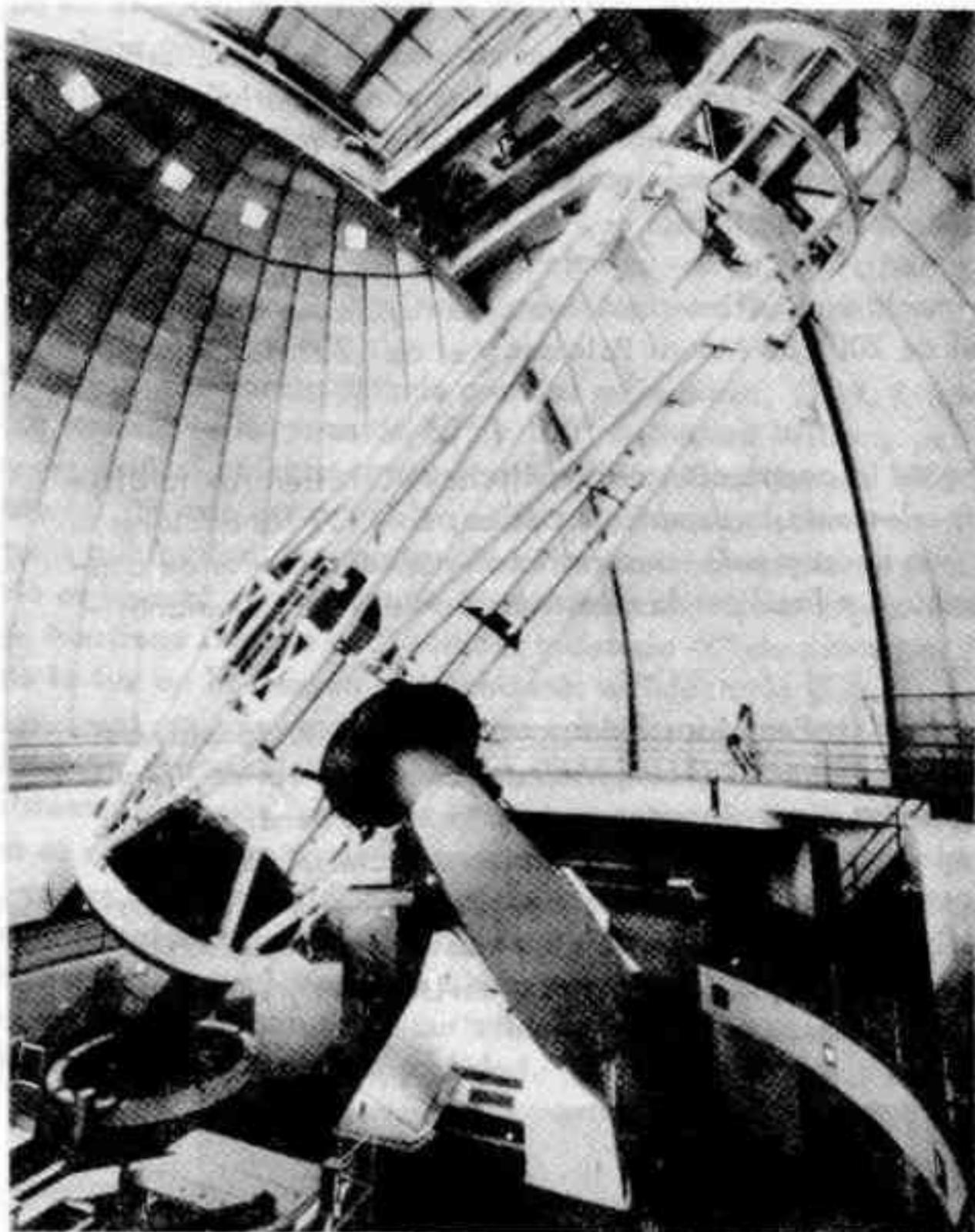


Fig. 7

REFRACTOR CLASICO DEL OBSERVATORIO DE PULKOVO (URSS)
.OBJETIVO DE 76 cm.



REFLECTOR DE 120"
DEL OBSERVATORIO
DE LICK (U.S.A.)

Fig. 8

Un paso más se dio con la introducción de la placa paratocal (Fig. 3) para eliminar el astigmatismo, error que limita el campo de los reflectores aplanáticos. Esta idea estaba siendo desarrollada en Córdoba, cuando —en forma independiente— C.B. Gascoigne, en Mount Stromlo (Australia), efectuó la publicación (1965). Los telescopios anastigmáticos, formados por dos espejos y una placa parafocal, similar a una correctora de una cámara Schmidt, permiten obtener campos de $1^{\circ}5$ con imágenes menores de $0''5$. Gascoigne construyó uno de 40" en Australia con buenos resultados y posteriormente se ha construido uno de 60" para la estación Austral del Observatorio de Kitt Peak, situada en Cerro Tololo (Chile). Su óptica está siendo ajustada en estos momentos.

Sin embargo, para telescopios gigantes —con primarios de diámetros mayores a los tres metros— no se puede pensar en soluciones luminosas del tipo Ritchey-Chrétien por el enorme diámetro que necesitaría el espejo secundario. En estos casos conviene emplear directamente el foco primario adicionado de placas parafocales (Fig. 2), o sistemas de lentes o sistemas de lentes y placas. La primer tentativa práctica de ampliar el campo se debe a F.E. Ross (1935), quien ideó un par de lentes para compensar la coma; este sistema ha sido usado en los observatorios de Mount Wilson y Palomar. Meinel, en 1953, encontró una solución con tres placas parafocales. Actualmente se han hecho estudios extensos en este sentido para los gigantes telescopios a instalarse próximamente en el hemisferio sur. Baranne, en Francia

(1966), ha ideado un sistema corrector formado por lentes y una placa parafocal. Wynne (1968) ha ideado correctores formados por tres y cuatro lentes. El sistema de cuatro lentes será aplicado al foco primario del 200" de Mount Palomar, obteniéndose con él un campo de 25' con imágenes menores de 0"5.

Se ha estudiado un corrector con base en tres placas parafocales para el reflector de 154cm de Bosque Alegre (Córdoba, 1967). Este sistema aumentaría el área útil del campo en un factor 100 aproximadamente y se podría disponer de un campo plano de 1°3 de diámetro. (El campo libre de coma en la actualidad es de 0°13).

Un nuevo paso sería obtener un reflector libre de errores de tercer orden ($\sum I_v = \sum II_v = \sum III_v = \sum IV_v = \sum V_v = 0$). En 1968 esto ha sido logrado por el autor mediante el empleo de dos espejos y dos placas parafocales. Esta solución puede aplicarse hasta telescopios de dos metros de diámetro, pues impone un espejo secundario del orden de la mitad del primario. El campo útil es mayor de dos grados, y se proyecta construir un prototipo de dimensiones medianas para el Observatorio de Córdoba.

Vemos que, finalmente, después de medio siglo de reflectores con primario parabólico, hemos entrado en la era de los reflectores aplanáticos y anastigmáticos cuyos grandes campos permitirán el estudio de objetos extensos: cúmulos, nebulosas, galaxias, etc.

PRIMER TELESCOPIO
APLANATICO DE GRAN TAMAÑO

REFLECTOR TIPO
RITCHEY-CHRETIEN
DEL OBSERVATORIO DE
KITT PEAK (U.S.A.)

Objetivo 213 cm.

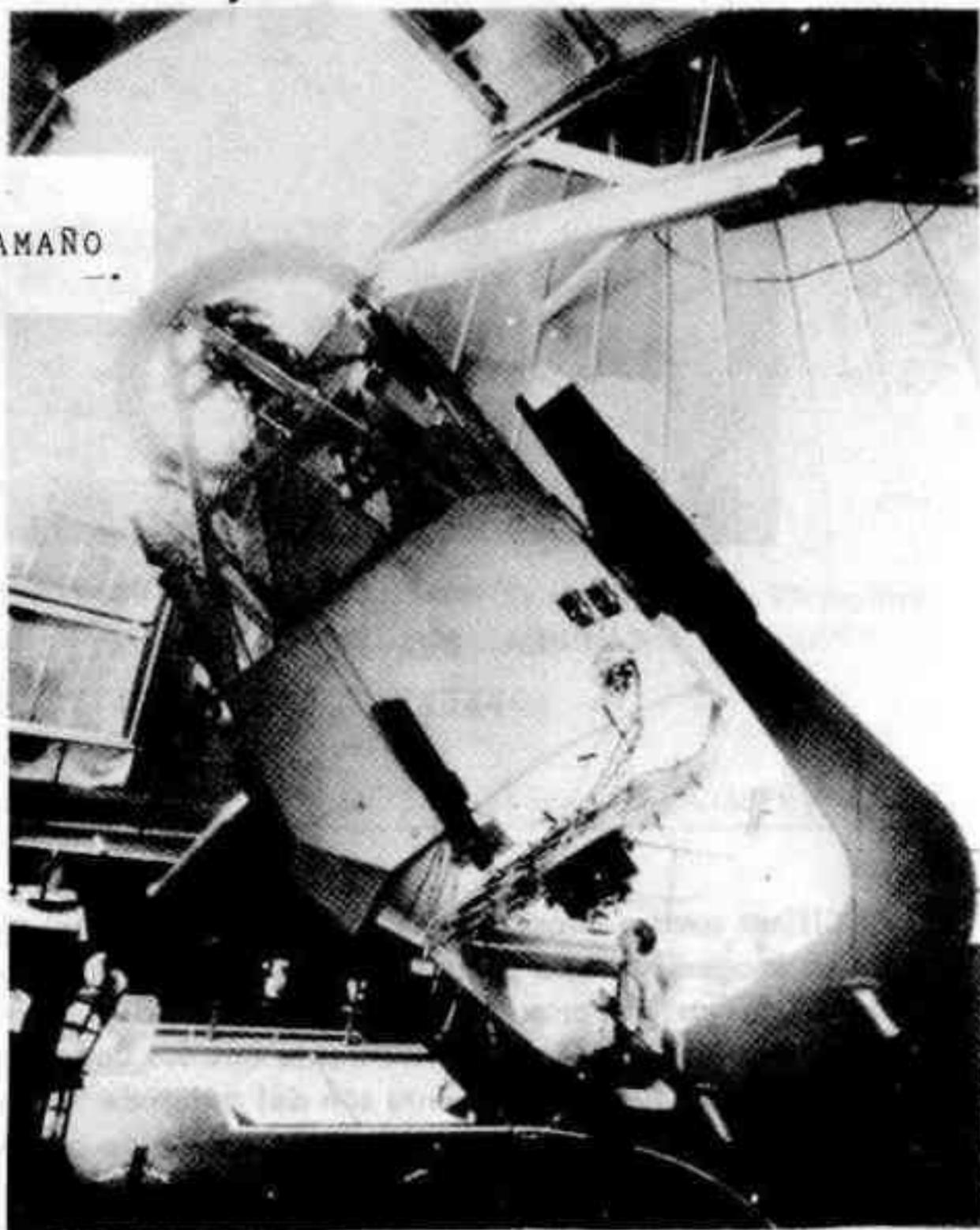


Fig. 9

Asimismo, se vislumbra la especialización de aquéllos; para espectrografía de alta dispersión será menester construir telescopios que no se prestan para otro tipo de observaciones. Un paso en este sentido se está haciendo en el European Southern Observatory situado en la Silla (Chile), con el reflector de 60" que está diseñado como un apéndice de un gran espectrógrafo Coudé.

Se puede pensar en el cromatismo introducido por los sistemas correctores. El de las placas parafocales es sumamente pequeño y un sistema corrector, formado exclusivamente por ellas, trabaja bien desde el ultravioleta hasta el infrarrojo. Los sistemas compuestos, en cambio, por lentes tienen cromatismo apreciable y hay que cambiar los tripletes según se trabaje en la región fotográfica, visible o infrarroja.

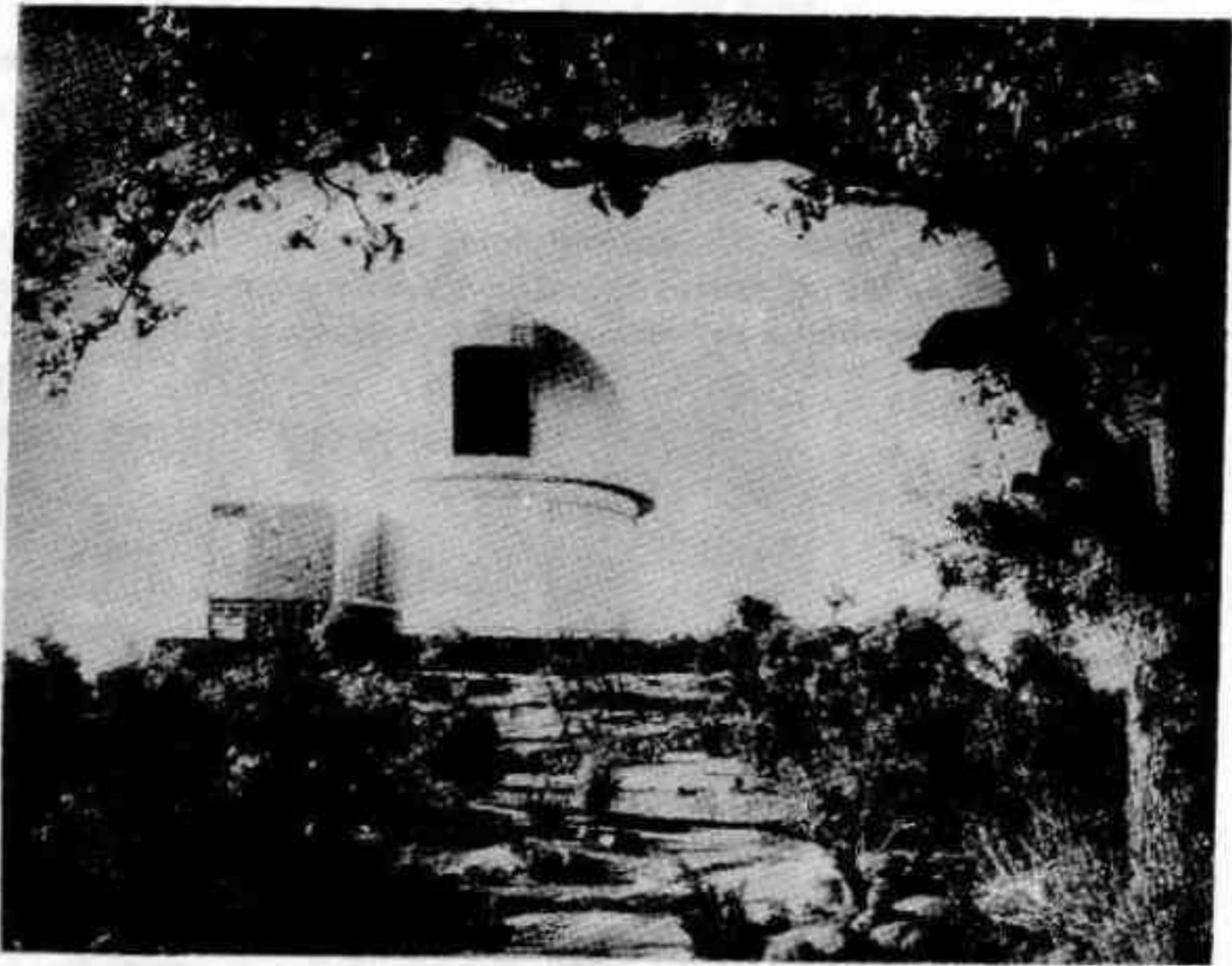


Fig. 10

CUPULA DEL REFLECTOR RITCHEY-CHRÉTIEN DEL
OBSERVATORIO DE KITT PEAK (U.S.A.)

El último tema a considerar se refiere al telescopio electrónico. Este sistema necesita siempre de la imagen formada por un telescopio. Se consigue aumentar la eficacia de los telescopios en un factor 10 aproximadamente, es decir disminuir los tiempos de exposición en esa proporción, pero adolece del inconveniente que los campos obtenidos son pequeños. Los fotocátodos construidos hasta el presente son del orden de 50mm de diámetro, valor que en el plano focal de un gran telescopio representa un campo de pocos minutos de arco. El tubo instalado en el reflector de 154cm de Bosque Alegre reduce los tiempos de exposición a la décima parte, lo que da un alcance equivalente a un telescopio de 508cm sin tubo de imágenes.

Vemos que los nuevos sistemas ópticos consiguen obtener mucha información que no se obtienen por medio de reflectores clásicos con primario parabólico, pero aún éstos, con equipo electrónico, han aumentado notablemente su radio de acción, y el nuevo instrumental auxiliar, juntamente con las nuevas técnicas introducidas, proporcionarán una cantidad tan grande de información que se necesitará una gran cantidad de astrónomos para poderla procesar. Tarea de tan gran magnitud, indudablemente arrojará nuevas luces sobre el vasto campo de la astronomía, como no se hubiera esperado pocos años ha.

TABLA I

	$\Sigma I \nu$	$\Sigma II \nu$	$\Sigma III \nu$	$\Sigma III a \nu$	$\Sigma IV \nu$	$\Sigma V \nu$	\bar{R}
Espejo esférico	+ 0,250	- 0,500	+ 2,000	+ 1,000	0,000	0,000	-1,000
Esp. parabólico	0,000	- 0,500	+ 2,000	+ 1,000	0,000	0,000	-1,000
Sist. Cassegrain	0,000	- 0,500	+ 28,51	+ 4,315	+ 19,89	-9,374	-0,0413
Sist. Schwarzschild	0,000	0,000	- 0,779	+ 0,314	- 1,406	-0,434	+0,915
Sist. Ritchey-Chrét.	0,000	0,000	+ 8,21	+ 2,402	+ 3,41	-1,152	-0,172
Sist. Gascoigne	0,000	0,000	+ 4,954	0,000	+ 4,954	-25,356	-0,202
Sist. libre de errores 3er. orden	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	∞

ESPEJOS PRIMARIOS CON CORRECTOR

Parab. con lente de Ross	0,000	- 0,009	+ 10,83	+ 3,944	+ 2,94	+13,249	-0,145
Hiperbólico con una placa	0,000	0,000	+ 8,000	+ 3,000	+ 2,000	+ 8,000	-0,200
Hiperbólico con tres placas	0,000	0,000	- 1,000	0,000	- 1,000	0,000	+1,000
Hiperbólico con tres placas - campo plano	0,000	0,000	+ 0,500	+ 0,500	- 0,500	0,000	∞

Nota: Los valores de las sumatorias -excepto para los dos primeros- varían según los valores asignados a los parámetros. Los ejemplos dados son casos representativos de cada tema.

TABLA II

MEDIDAS DEL REFLECTOR TIPO RITCHEY-CHRETIEN DE 84" (213cm) DEL OBSERVATORIO DE KITT PEAK (U.S.A.)

Diámetro del espejo primario: 213 cm.
 Radio del espejo primario: 1.116,8cm
 Radio del espejo secundario: 518,6cm
 Separación entre espejos: 388,5cm.
 Posición de la superficie focal media (detrás del vértice O_1) +104cm
 Radio de curvatura de la superficie focal media: 162cm (cóncava)
 Razón focal: 7,61
 Campo útil: 34'

REFERENCIAS

- A.B. Meinel - Ap. J. 118, 335 (1953).
- A.B. Meinel - Technical Report I - Introduction to the design of astronomical telescopes. Optical Sciences. The University of Arizona (1965)
- I.A.U. Symposium 27 - The construction of large telescopes (1966)
- H. Köhler - A.N. 278 (1949) pág. 1 - 21
- C.R. Burch - M.N. 102, 159 (1942)
- E.H. Linfoot - Recent Advances in Optics - Oxford at the Clarendon Press 1955
- Ladolf- Börnstein - Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik, Technik, III Band pág. 25 (1952)
- J. Landi Dessy y A. Puch - A discussion of third order errors of reflecting telescopes Mem.Soc.Astr.Italiana 37, 657 (1965)
- J. Landi Dessy, A. Puch y J.M. Simon - A discussion of third order errors of reflecting telescopes II - Mem.Soc.Astr.Italiana - vol. 38 fc. 4 (1968)
- J. Landi Dessy, A. Puch y J.M. Simon - Modernización óptica del reflector de 154cm de Bosque Alegre (Córdoba) Bol. del IMAF - Vol. 2 nº 6 (1966)
- J. Landi Dessy y A. Puch - Flat-Field Distortion -Free Anastigmats - Publ.Astr.Soc. of the Pacific Vol. 80 pág. 739 (1968)
- S.C.B. Gascoigne - Observatory vol. 85 pág. 78 (1965)
- A. Baranne - J. Obsrv. Obs. Marseille 49, pág. 75 (1966).

"Desde Buenos Aires, la opulenta capital de la América Latina, se nos comunica la grata noticia de que se ha fundado ahí una institución denominada Amigos de la Astronomía, con el objeto de cultivarla y difundirla en su parte elemental. La patria de Alberdi y Sarmiento no podía permanecer indiferente ante la más sublime y la más excelsa de las ciencias, la Ciencia del Cielo. La Astronomía es una ciencia eminentemente desinteresada y cuando una nación siente las ansias de ensanchar su espíritu hasta los confines del espacio y del tiempo, esa nación es grande o lo será".

ISMAEL GAJARDO REYES "Un saludo fraternal" Rev.Astr. Año 1 - Nº 1 - 1929.

"Es notoria la poca atención que el público presta a la contemplación, de las cosas del cielo, pero quien emprende esta tarea no perderá su tiempo, aún cuando muchos le digan lo contrario. No es necesario poseer profundos conocimientos matemáticos o físicos; basta saber leer y escribir y estar dotado de un cerebro reflexivo; y como tampoco es indispensable poseer instrumentos para dedicarse a ciertos capítulos de la investigación astronómica, con los ojos basta".

CARLOS M. SEGERS - "La contribución científica del aficionado a la astronomía" - Rev. Astr. - Año IV - Nº 4 - 1932.

ALGUNOS COMENTARIOS SOBRE FOTOMETRIA DE GALAXIAS Y EL "ATLAS DE GALAXIAS AUSTRALES" DE JOSE LUIS SERSIC

Por: Gérard de Vaucouleurs

Departamento de Astronomía y Observatorio Astronómico
Mc Donald de la Universidad de Texas, EE.UU.

Especial para Revista Astronómica

Uno de los principales elementos observables de información sobre la estructura de galaxias es la distribución de luminosidad en sus imágenes. Es necesario un conocimiento detallado de esta proyección bidimensional sobre un plano tangente a la esfera celeste para deducir una distribución tridimensional de la materia luminosa en el sistema (principalmente estrellas en general). Tales estudios comenzaron hace tiempo, en 1913, cuando H. Reynolds midió por primera vez la "curva de luminosidad" de las partes centrales de la nebulosa de Andrómeda, y en 1923 cuando E. Hubble dedujo la distribución de luminosidad en una docena de galaxias elípticas. Otras primeras contribuciones incluyen a Redman, Oort y la señorita Patterson (ahora señora Jones) en Harvard. No obstante, los problemas de fotometría fotográfica de imágenes débiles, nebulosas, difusas, no fueron entendidos por completo ni resueltos correctamente hasta 1940 y gran parte del trabajo de pre-guerra es ahora principalmente de interés histórico. En la década comprendida entre 1947 y 1957 se hicieron fotometrías detalladas de algunas pocas docenas de galaxias por D.S. Evans en Sudáfrica y por el autor en Francia y Australia. En mi artículo sobre fotometría de galaxias para el "Handbuch der Physik", escrito en 1957, fueron catalogadas un total de 67 galaxias como tema de fotometría detallada.

Los principales resultados de estos estudios fueron resumidos por dos fórmulas que representan la distribución del brillo superficial (o intensidad específica) I , como una función de la distancia r al centro. Para galaxias esféricas (elípticas), la distribución de luminosidad,

$$\log I = A + Br^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

fue establecida para representar a todos los objetos fácilmente observables, con un alto grado de exactitud; esta función puede escribirse en la forma reducida (adimensional)

$$\log J = -3,33 (\rho^{\frac{1}{2}} - 1) \quad (2)$$

en la que $J = I/I_e$ y $\rho = r/r_e$ si r_e es el radio dentro del cual se emite la mitad de la luminosidad total (radio de potencia media) y $I_e = I(r_e)$ el brillo superficial correspondiente. Una vez que una fórmula sencilla como la (2) se verifica como válida, cualquier galaxia elíptica puede ser descrita simplemente por sólo dos parámetros, uno fijando su escala r_e y el otro su densidad luminosa I_e . En otras palabras, excepto por factores de escala, todas las galaxias elípticas (normales) están aparentemente construidas sobre el mismo modelo.

Por lo tanto la distribución de la densidad luminosa en el espacio puede ser derivada directamente de una fórmula semejante a la dada en 1958 por A. Poveda de la Universidad Nacional de México.

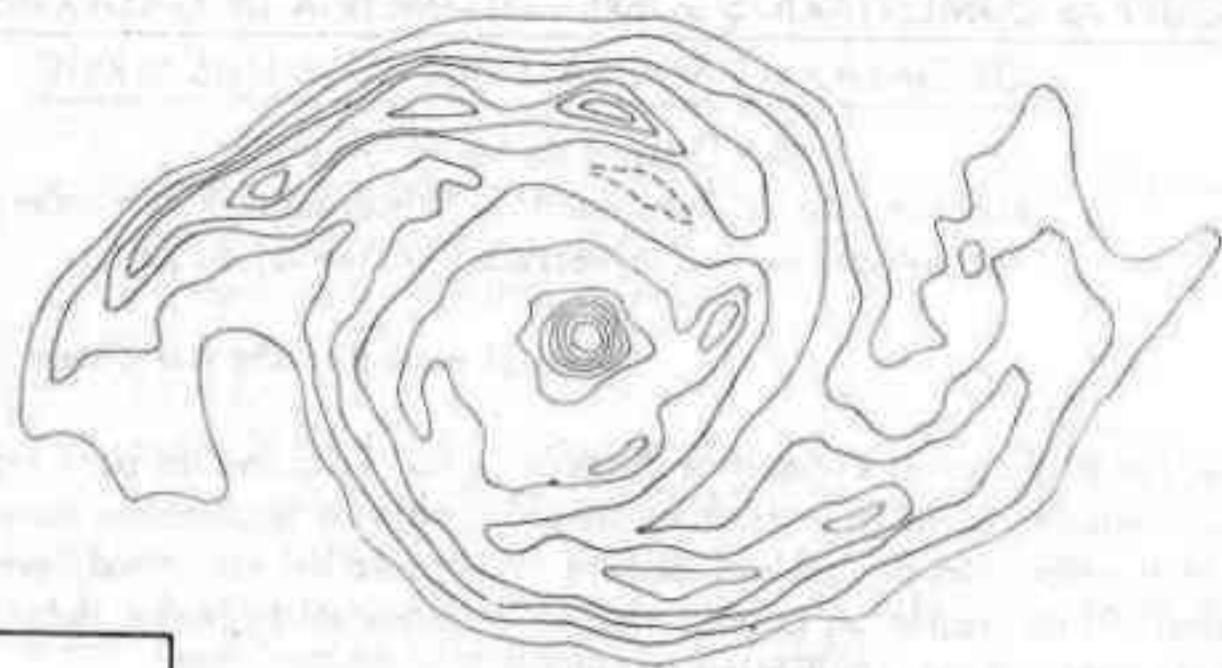
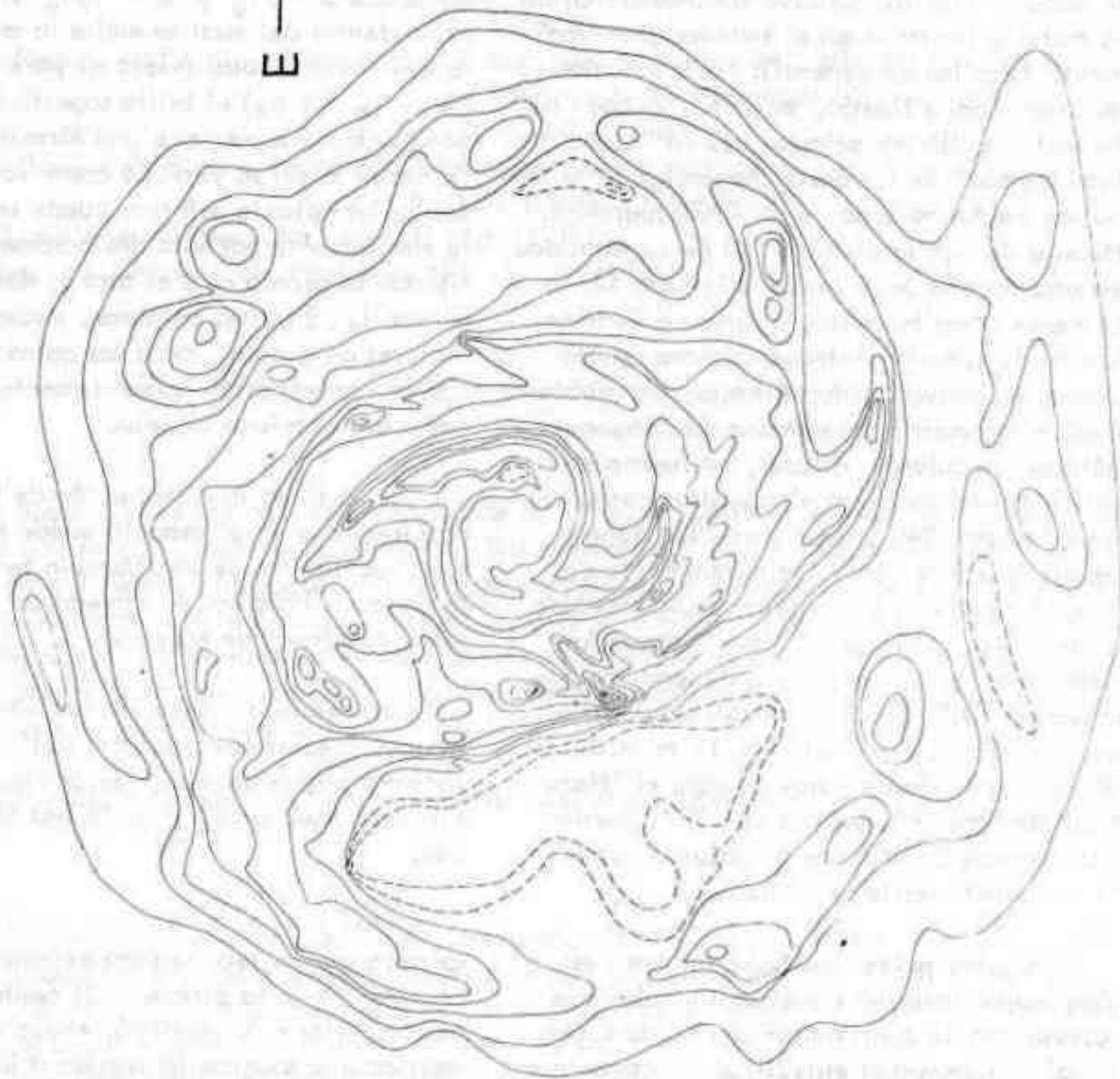
Una segunda y sencilla función de luminosidad fue establecida para aplicar a los sistemas planos de espirales de tipo tardío, tal como Messier 33 y las Nubes Magallánicas,

$$\log I = A + Br \quad (3)$$

expresando un decaimiento exponencial con el aumento de la distancia al centro, de un modo similar a la conocida ecuación barométrica que expresa la presión o la densidad en una atmósfera planetaria isoterma. En forma reducida, equivalente a la (3), puede escribirse

$$\log J = -0,729 (\rho - 1) \quad (4)$$

NGC 1566





NGC 1566

NGC 1566

RN 5146 - 103aO 60^m

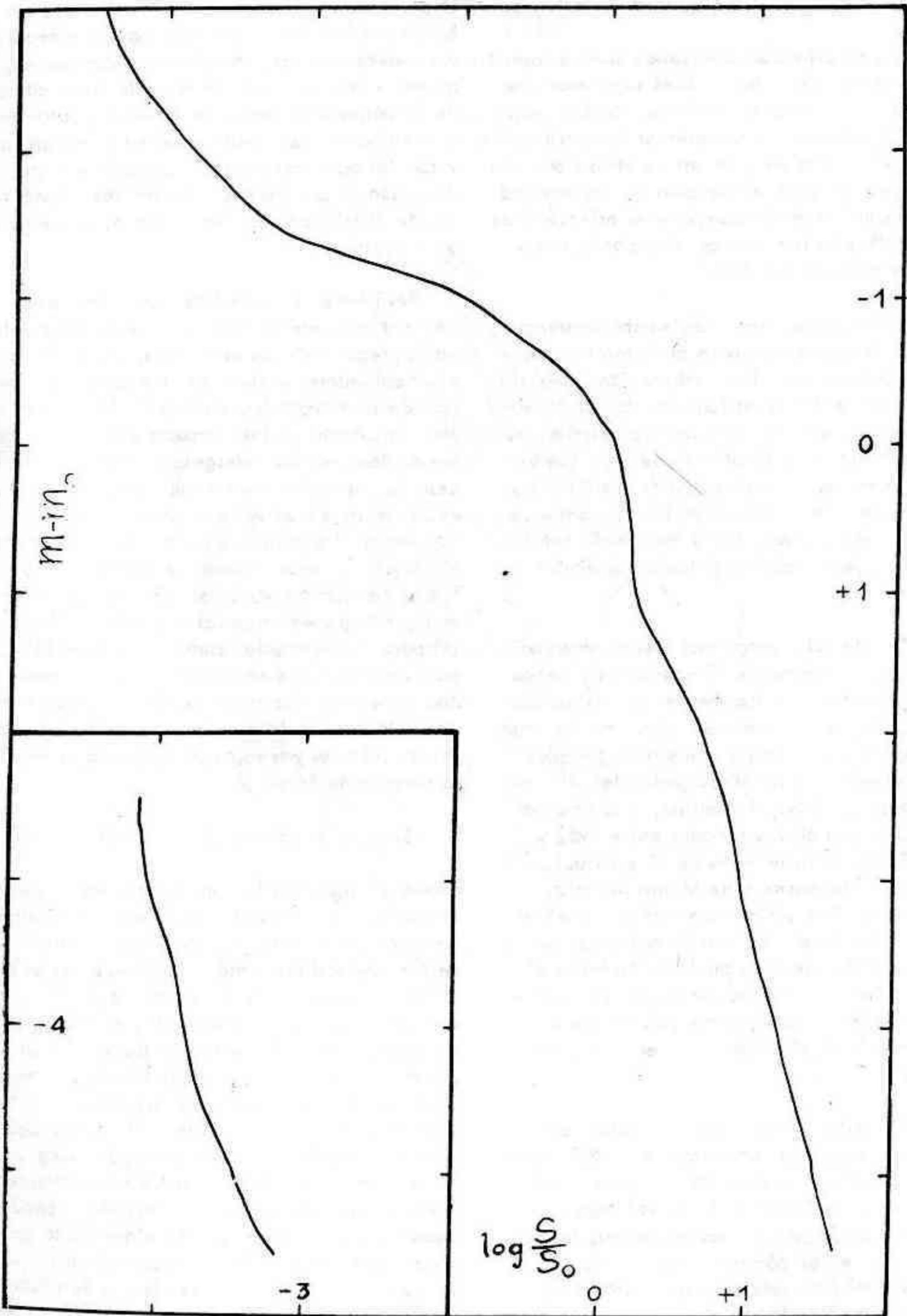
$m-m_0$	$\log S/S_0$			
5.5	1.59	$z = 29^\circ 8$	$b^I = 43^\circ$	$m'_0 = 12.60$
5.0	1.48			
4.5	1.31			
4.0	1.20	$\log S_0 = 0.240$	$m_0 = 12.18$	$q_0 = 1.69$
3.5	1.04			
3.0	0.94			
2.5	0.82			
2.0	0.69		$m_t = 9.89$	
1.5	0.43			
1.0	0.18			
0.5	0.16			
0.0	0.00			
-0.5	-0.34			
-1.0	-1.09			
-1.5	-1.34			
-2.0	-1.83			
-2.5	-2.25			
-3.0	-2.48			
-3.5	-2.67			
-4.0	-2.76			
-4.5	-2.86			
-5.0	-3.01			
-5.5	-3.09			

Isofotas trazadas en base a perfiles polares cada 5° . Spot 0.2 mm. para la región central.

Isofotas trazadas en base a perfiles paralelos cada 1 mm. Spot 0.5 x 0.1 mm para la región exterior.

Magnitudes relativas de las isofotas: Isofota exterior +4.5 e intervalos de 0.5 magnitud.

NGC 1566



donde $J = \sqrt{l_e}$ y $\rho = r/r_e$ como anteriormente.

Los estudios de espirales de tipo temprano tales como M31 o NGC 4594 sugirieron que tal vez una combinación lineal de las funciones (2) y (4) podría representar la distribución de luminosidad en galaxias de otros tipos. Por ejemplo, en M31 la fracción de luminosidad total emitida por la componente esferoidal es del 24% y la fracción emitida por la componente plana es del 76%.

No obstante, sería realmente sorprendente que todas las galaxias pudieran representarse por una sencilla combinación lineal de únicamente dos leyes fundamentales. Por supuesto, la pequeña cantidad de galaxias medidas hasta hace 10 años tiene algo que ver con la aparente simplicidad de las fórmulas. Naturalmente, había necesidad de programas mucho más extensos sobre fotometría detallada incluyendo muchas galaxias de distintos tipos.

Dos de tales programas fueron emprendidos aproximadamente 10 años atrás y ambos relacionados principalmente con las olvidadas galaxias del hemisferio sur; uno fue organizado por J.L. Sersic con placas tomadas con el reflector de 60 pulgadas del Observatorio de Córdoba, Argentina, y el otro por el autor con placas tomadas entre 1952 y 1957 con los reflectores de 30 y 74 pulgadas del Observatorio de Mount Stromlo, Australia. Este último aún está sin terminar y el Atlas final, de unas 70 galaxias, puede no estar listo para su publicación hasta el año próximo (informes sobre unos pocos objetos seleccionados fueron publicados en "The Astrophysical Journal" entre los años 1961 y 1963).

El "Atlas de Galaxias Australes" del doctor Sersic fue completado en 1967 y publicado el año pasado por la Universidad Nacional de Córdoba. Es un volumen (35x26cm) de 151 páginas en dos partes; la primera da, en 67 páginas, una descripción individual (con referencias) y fotografías de cada uno de los 66 objetos o grupos incluidos en la investigación. El material es-

tá dividido en galaxias normales (incluyendo las dos Nubes Magallánicas), galaxias peculiares (interactuantes, asimétricas o compactas) y grupos o asociaciones. La segunda parte consta de 67 páginas de mapas de isofotas y datos de la distribución de luminosidad en forma gráfica y tabular para cada objeto, seguido por una discusión de parámetros fotométricos y funciones de distribución de luminosidad, contenida en 7 páginas.

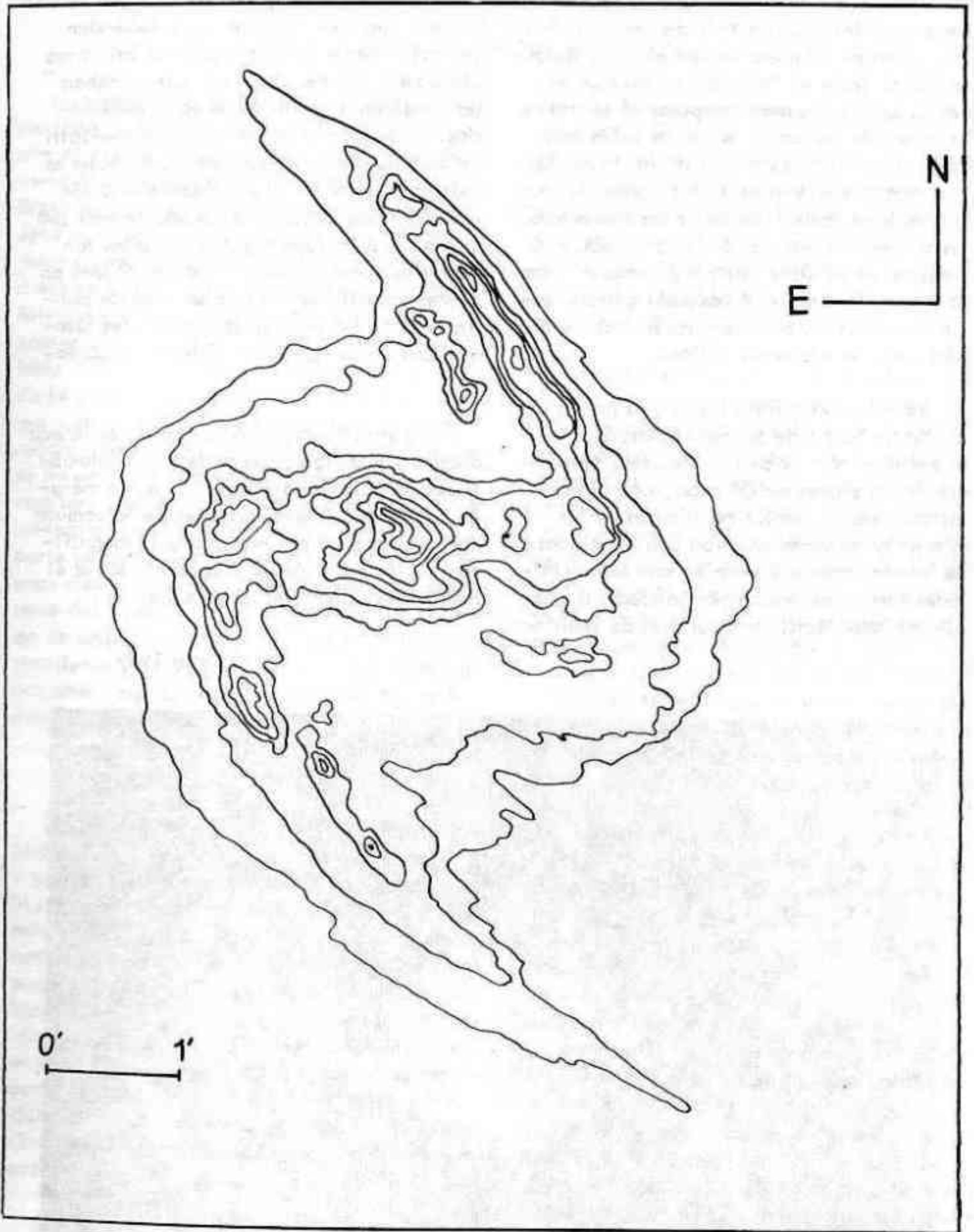
Posiblemente los únicos que podrán apreciar enteramente el enorme esfuerzo empleado en la preparación de este Atlas, serán los pocos trabajadores activos en este campo esotérico de investigación, pero todos los astrónomos disfrutarán de los hermosos grabados de galaxias desconocidas (desgraciadamente el proceso de impresión tiene a menudo problemas de contraste excesivo) y muchos estudiarán con especial atención las conclusiones del doctor Sersic. La más interesante para el autor fue la derivación por Sersic de una nueva fórmula, más general que las ecuaciones (2) y (4) pero incluyéndolas como casos especiales, para describir la distribución de la luminosidad general en las galaxias. Si $S(m)$ es el área dentro de una isofota de brillo superficial m (en magnitudes por segundo cuadrado de arco) la fórmula de Sersic es:

$$S(m) = K (m - m'')^n \quad (5)$$

donde m'' significa la luminosidad máxima en el núcleo y K, n son dos constantes determinadas para dar un mejor ajuste a la distribución de luminosidad observada. Las funciones esféricas y exponenciales (ecuaciones 2 y 4) son casos especiales para $n = 8$ y $n = 2$ respectivamente. Sersic ha deducido los valores de n y dado constantes para 49 galaxias regulares y encuentra una transición suave desde $n = 8$ para galaxias elípticas hasta $n = 2$ para espirales tipo tardío e irregulares magallánicas con valores intermedios para los tipos comprendidos. En realidad el valor observado depende también de la inclinación del plano de la galaxia con la línea visual y se necesitan y aplican correcciones por los efectos de absorción interna.

Esta nueva fórmula de Sersic tiene ya una am-

NGC 1365



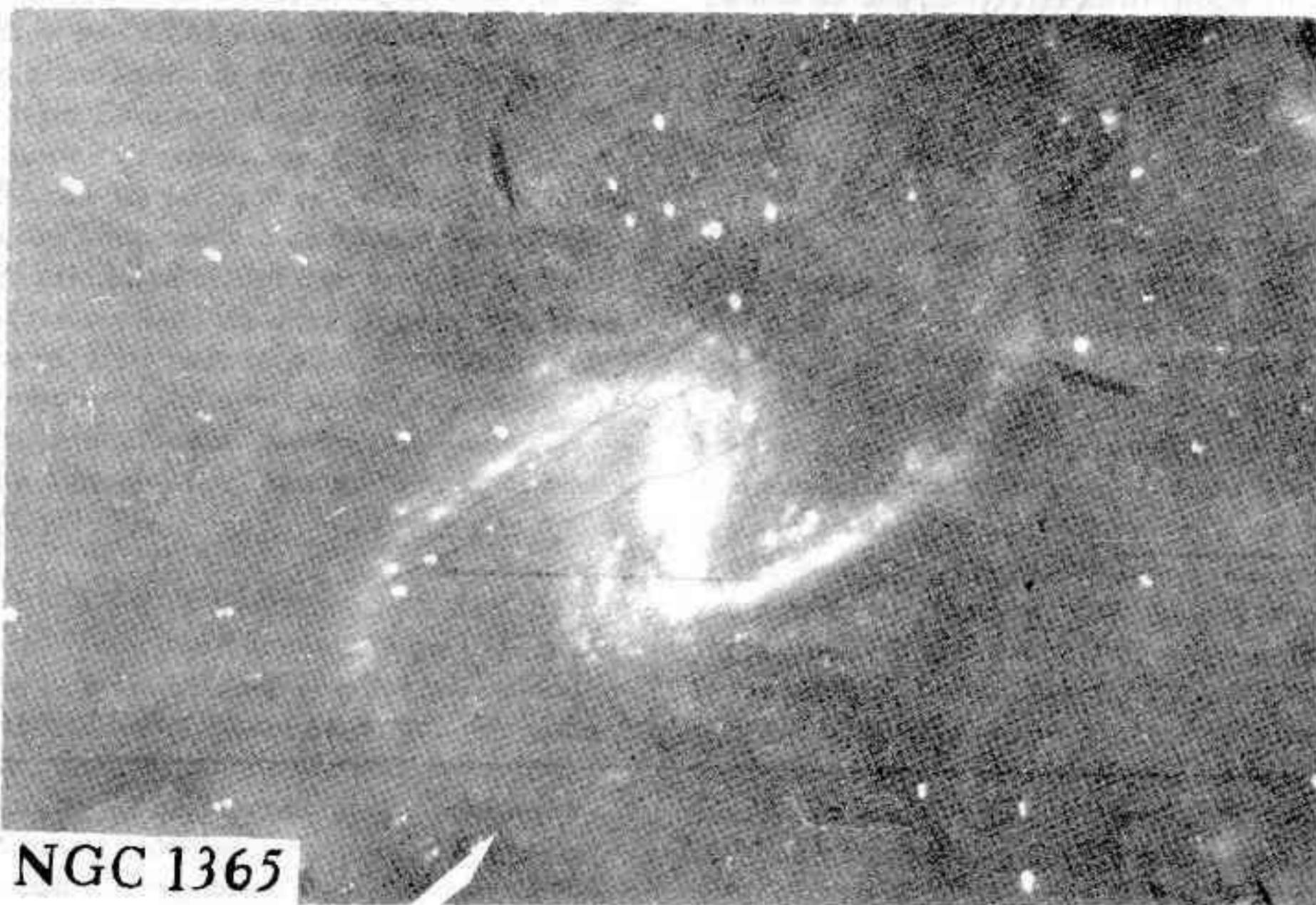
plia aplicación para los cálculos de modelos de galaxias realizados por Jean y Nicole Heidmann del Observatorio de Meudon, Francia, quienes colaboraron con el autor durante una reciente visita a la Universidad de Texas. La usamos para computar el efecto de la absorción galáctica sobre los diámetros aparentes de galaxias de distintos tipos. Seguramente tendrá otras aplicaciones, en particular para la derivación de las masas totales y momento angular de las galaxias. K.C. Freeman en el Observatorio de Mount Stromlo frecuentemente está ocupado en tales estudios y también él encuentra el trabajo de Sérsic extremadamente valioso.

También reconforta leer en la propia discusión de Sérsic de sus resultados, que las magnitudes totales de las galaxias, obtenidas de las placas de Córdoba, coinciden estrechamente con las magnitudes de las mismas galaxias de acuerdo con las placas de Mount Stromlo y también con las magnitudes totales derivadas por Sandage de magnitudes fotoeléctricas anteriores de Whitford

y Pettit. No obstante, los puntos cero de las escalas de magnitudes usadas tanto en Mount Stromlo como en Córdoba, que dependen del valor medio adoptado para el brillo medio superficial del cielo nocturno, deben ser considerados solamente como provisionarios. Un programa de fotometría fotoeléctrica de galaxias en el sistema U, B, V, ha estado en desarrollo en el Observatorio McDonald desde 1960; un derivado de este programa, que incluye algunas galaxias tan australes como de declinación -50° será entonces la calibración precisa para los puntos cero de las escalas de magnitudes fotográficas usadas en Mount Stromlo y Córdoba.

Mientras tanto, el Atlas Sérsic es la más amplia y fidedigna fuente de datos fotométricos de galaxias australes. Su autor merece la gratitud y felicitaciones de la comunidad astronómica por producir este magnífico y hasta ahora único documento sobre el fascinante mundo de las galaxias.

Agosto 1969



NGC 1365

- LOS PULSARES -

Por: Dr. Carlos Jaschek

Observatorio Astronómico - La Plata

La historia de los púlsares comenzó a fines de 1967, cuando en los registros obtenidos con el nuevo radiotelescopio del Observatorio de Mullard (Universidad de Cambridge, Gran Bretaña), se detectaron una serie de señales débiles y esporádicas que ocurrían cuando la misma zona del cielo transitaba sobre el radiotelescopio. El nuevo radiotelescopio es un interferómetro con 2048 antenas dipolares que cubren un área de 470mx45m, y opera en 81,5 MHz ($\approx 3,7m$). El tamaño de la antena y por ende la gran sensibilidad del telescopio explican por qué la fuente no fue detectada anteriormente. Pero lo más sorprendente es que la fuente no emite en forma continua, sino en forma regular, a razón de una señal cada segundo y un tercio. La señal en sí misma sólo dura una parte pequeña de este intervalo, alrededor de unos cuatro centésimos de segundo; durante el resto del tiempo la fuente es silenciosa. El período de emisión se repite con una exactitud sorprendente y en este momento, o sea menos de dos años después de su descubrimiento, se lo puede precisar en:

$$1^s 337 301 13 \pm 7$$

Lo que en cambio no es constante es la intensidad de la emisión, que oscila rápidamente y puede permanecer prácticamente indetectable durante algún tiempo, mientras que en otros momentos se hace fuerte. Apenas comunicada la noticia del descubrimiento en febrero de 1968 por parte de los astrónomos Hewish, Bell, Pilkington, Scott y Collins, los radioastrónomos norteamericanos se pusieron a la búsqueda del objeto. Al principio no lo detectaron por buscarlo en longitudes de onda demasiado cortas (50cms); pero apenas franquearon los 100 MHz (3m), confirmaron plenamente la existencia del ente emisor.

Hoy día se conocen más de veinte púlsares; diez y siete de ellos están listados en la tabla que se inserta al final del presente artículo. Las fuentes se denotan por una letra que carac-

teriza al observatorio donde se descubrió el objeto (C, Cambridge; H, Harvard, A, Arecibo; M, Molonglo, Australia), una P por Púlsar, seguida de cuatro números que denotan la hora y los minutos de la ascensión recta, equinoccio 1950, de la fuente. Otra notación que también se ha seguido es la PsR (púlsar) 0333-45 que agrega a la ascensión recta la declinación de la fuente.

Seguramente que la lista de referencia podrá ser incrementada sustancialmente en los próximos años a medida que se explore sistemáticamente todo el cielo. Una breve ojeada a la tabla muestra que no hay concentración en el plano galáctico; predominan, en efecto, los púlsares fuera del plano ecuatorial. Desde luego, la cuestión más interesante de averiguar, si fuera posible, es la distancia de los púlsares. Esto es posible gracias a la retardación del pulso. Es sabido que si se envía un pulso electromagnético a través de un gas de electrones el pulso se propaga a distinta velocidad para distintas frecuencias y la diferencia de velocidades es tanto mayor cuanto mayor es el número de electrones presentes. La medición del retardo en la llegada del pulso en dos frecuencias vecinas permite derivar, por lo tanto, el número de electrones que hay entre nosotros y el púlsar. Para CP 1919 se obtienen valores del orden de 10^{19} electrones. Esto es muchísimo mayor que el número de electrones de la ionosfera terrestre, demostrando que el fenómeno debe de producirse más allá de la Tierra y del sistema solar. Si se usa el valor de 0,1 electrones por cm^3 en el espacio interestelar, se llega a un orden de magnitud de un centenar de parsecs para la distancia del púlsar. El valor final es incierto, porque el número de electrones por cm^3 no se conoce con exactitud y puede estar mal en un factor diez.

Pero si los púlsares están tan lejos, aun la débil señal que nos envían implica una

emisión considerable de energía. Un pulso típico implica una emisión de 10^{31} ergios, y como cada pulso dura unos centésimos de segundo, la energía producida es de 10^{33} erg/seg. Esta cantidad de energía es igual a la que produce el Sol en un segundo, de modo que no parece tan considerable. Pero realmente pasamos por alto una circunstancia, a saber, que el pulso sólo dura unos centésimos de segundo. Esto implica que no puede provenir sino de una superficie muy pequeña. Si la región tuviera, por ejemplo, 300.000 km de extensión (o profundidad), dos rayos luminosos que partieran de extremos opuestos podrían salir con hasta un segundo de diferencia, ya que la luz tarda un segundo en recorrer 300.000 km. Pero si el pulso sólo dura unos centésimos de segundo, la región debe de tener un tamaño de sólo miles de kilómetros. En consecuencia, se libera una energía como la producida por el Sol, pero ella proviene de una superficie diez mil veces más pequeña. Esto nos hace imaginar al púlsar como un objeto muy pequeño, de igual o menor tamaño que la Tierra, pero que emite al mismo tiempo tanta energía como el Sol y se libera de ella mediante destellos brevísimos. Un objeto tal no puede ser sino una estrella de neutrones, cuya existencia teórica fué predicha hace años; la teoría predice que tiene una masa del orden de la del Sol, un radio del orden de diez kilómetros y una densidad del orden 10^{15} gr/cm³. Por efecto de esta densidad enorme los átomos han sido aplastados y los electrones ya no pueden girar libremente alrededor de los átomos, sino que han sido obligados a fusionarse con los protones para formar neutrones.

Hasta el momento no había sido posible "ver" una estrella de neutrones, ni había sido posible observar ópticamente un púlsar. En marzo de 1969 se descubrió que de una pareja de estrellas ubicadas en el centro de la nebulosa del Cangrejo y que coinciden con la posición del púlsar NP 0532, una fluctuaba en luz con el mismo período del púlsar. La magnitud visual del púlsar en el máximo es de 17,5; en el mínimo es más débil que 21,5, y estos máximos y mínimos se suceden cada 0,033.

El hecho de encontrar un púlsar en el centro de la nebulosa del Cangrejo, que como se sabe es el resto de una supernova que explotó en 1054, parece sugerir que los púlsares pueden ser restos de explosiones de supernovas. Incluso es posible confirmar esta identificación con una observación adicional. Un cuidadoso análisis de los períodos de todos los púlsares revela que todos los períodos se están alargando lentamente. Esto hace esperar que si la supernova explotó hace poco, el período debiera ser muy corto, y como enseña la tabla, este es el caso. NP 0532 tiene justamente el menor de todos los períodos de los púlsares conocidos.

La relación expuesta sugiere la posibilidad de que otros púlsares sean también residuos de supernovas, y esto resulta muy interesante pues permitiría localizar supernovas ya extintas, de las cuales no quedan otras huellas.

Tal vez se pueda agregar como anécdota que la interpretación precedente de los púlsares difiere bastante de la que se elaboró en los primeros meses después del descubrimiento. Se llegó en efecto a pensar con toda seriedad que los púlsares podrían ser "radiofaros" para naves espaciales de otras civilizaciones, para los "pequeños hombres verdes".

Pero un análisis de la energía emitida, arroja energías emitidas tan tremendas que no se concibe cómo alguien las puede utilizar simplemente para "radiofaros". Además no tendría sentido emitir mucha energía en las longitudes de ondas largas, ya que para propósitos de localización son más simples de aprovechar las ondas de longitudes menores, porque necesitan pantallas receptoras más pequeñas. Para los lectores de novelas de ciencia-ficción es un desengaño que una hipótesis tan tentadora no haya tenido éxito.

Lista de Púlsares

Nombre	Declinación	Perfodo	Longitud	Latitud
CP 0328	+ 55°	0 ^s 714	144°	- 1°
PSR 0333	- 45	0 089	264	3
NP0532	+ 24	0 033	184	- 5
MP 0736	- 40	0 375	254	- 9
CP 0808	+ 75	1 292	140	+ 34
PSR 0833	- 45	0 089	263	- 8
CP 0834	+ 07	1 274	220	+ 26
MP 0835	- 40	0 765	260	0
CP 0950	+ 08	0 253	228	+ 44
CP 1133	+ 16	1 188	240	+ 70
MP 1426	- 66	0 788	314	- 5
MP 1451	- 68	0 248	314	- 8
HP 1506	+ 55	0 740	90	+ 53
MP 1727	- 50	0 835	341	- 9
PSR 1749	- 28	0 562	2	- 1
CP 1919	+21	0 337	56	+ 4
PSR 1929	+ 10	0 227	48	- 4
AP 2015	+ 28	0 558	68	- 4
PSR 2045	- 16	1 961	30	- 33

AVISO A LOS OBSERVADORES

Algunos asiduos observadores del cielo nos han expresado la necesidad de contar con una inmediata información respecto a la aparición de cometas y novas cuyas magnitudes permitan sus observaciones con los instrumentos de los aficionados.

En nuestro Observatorio recibimos de la Unión Astronómica Internacional por vía aérea, los avisos correspondientes a descubrimientos de nuevos cometas y novas así como también las efemérides necesarias para ubicar los cometas periódicos y asteroides brillantes. Por lo tanto, hemos resuelto enviar a quienes lo soliciten, una copia de los avisos que puedan resultar útiles a los observadores. El servicio será gratuito para aquellos que mediante informes o fotografías enviados al Director del Observatorio evidencien un aprovechamiento de los datos enviados.

Manufacturas Opticas RUBA
Valentin Alsina 2586
Local 14
VALENTIN ALSINA
Buenos Aires

LISTA DE PRECIOS

Telescopio reflector "Urano 100" completo con 1 ocular $f = 7\text{mm}$ para 120 aumentos y 1 ocular de $f = 14\text{mm}$ para 60 aumentos, funda, carta celeste e instrucciones:

Con tubo de chapa soldada y pintado al "duco"	m\$ <u>n.</u> 35.000
Con tubo de aluminio sin costura, anodizado, calidad de terminación superior	" 40.000

Oculares Ramsden:

$f = 4\text{mm}$, m\$n. 2.500 - $f = 7\text{mm}$ m\$n. 1.800 - $f = 14\text{mm}$ m\$n. 1.800 - $f = 24\text{mm}$ m\$n. 2.500 -

Espejos astronómicos: Construidos en "Pirex" del espesor adecuado a cada diámetro, parabolizados, y aluminizados, tallados con tolerancia de forma de $\lambda/20$. Se cotizan con el espejo plano diagonal apropiado para el sistema newtoniano, aluminizado, tallado con tolerancia $\lambda/10$.

Diámetro 10 cm m\$n. 15.000 - 15cm. m\$n. 20.000 - 20cm m\$n. 30.000 - 25 cm. m\$n. 48.000 - 30cm m\$n. 70.000

Espejos planos diagonales: $\lambda/10$, aluminizados

Diámetro menor 15mm m\$n. 1.200 - 20mm m\$n. 1.800 - 25mm m\$n. 2.200 - 30mm m\$n. 3.000 - 40mm m\$n. 5.000 - 50mm m\$n. 8.000 - 60mm m\$n. 15.000 - 75mm m\$n. 20.000

Anteojos buscadores:

6 aumentos, 6° de campo, 20mm con soporte y sistema de centrado m\$n. 3.800

Catadióptrico 14 aumentos, 3° de campo, 60mm con soporte y sistema de centrado, óptica acromatizada " 9.600

Portaoculares:

A rosca paso 3, 18mm listo para colocar oculares de 23mm \varnothing " 1.500

NOTA: Los precios para espejos parabólicos corresponden a relaciones f/D alrededor de 6. Para otras relaciones el precio puede tener variaciones en más o en menos. Estos precios son especiales para socios de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, por lo cual rogamos que en los pedidos se envíe el número de asociado.

Para envíos al interior, por tratarse de instrumentos muy delicados, sugerimos que los interesados en telescopios lleven personalmente su aparato, que está preparado para ello. De otra manera, podemos enviar con un embalaje apropiado en caja de madera conglomerada con un recargo de m\$n. 2.500.

TELESCOPIO

Reflector

"URANO - 100"

CARACTERISTICAS TECNICAS

Diametro del Espejo:	100 m/m
Distancia Focal:	900 m/m
Poder Resolutivo:	1" de Arco
Máxima Magnitud Observable:	12
Oculares (2):	60 y 120 Aumentos
(For Ramsden 11-1)	

Espejo controlado con aparato de FOUCAULT

LISTA DE ACCESORIOS

Manual con nociones de Cosmografía
Carta Celeste e Instrucciones para su uso.
Tabla de ubicación de Planetas
Lista de Objetos Celestes notables.
Dos Oculares de Optica Acromática.
Instrucciones para el uso del Telescopio
Funda con Acolchado Protector para el Transporte.

Nuestra línea de fabricación abarca:

Serie de oculares Ramsden - planos diagonales - buscadores - espejos esféricos y parabólicos - cassegrain y todo lo relacionado con la óptica de reflexión.

MANUFACTURAS OPTICAS RUBA

Valentín Alsina 2586 (Loc. 14) - Valentín Alsina - LANUS

EDITORIAL ESTRADA

1869-1969.

Cien años de activa permanencia en el campo de la educación y la cultura.



ASTRONOMÍA ELEMENTAL

Una introducción al Universo
por Carlos M. Varsavsky
Para 5to. año del bachillerato

Además, nuestra conocida línea de textos de Matemática para la enseñanza media, por Alcántara, Lomazzi y Mina.

Solicite la REVISTA ESTRADA.

Escuche GUÍA PARA LA EDUCACIÓN por L. S. 1,
Radio Municipal de la Ciudad de Buenos Aires,
los martes y jueves a las 19.30.



EDITORIAL ESTRADA

Bolívar 462 - Bs. As. - Tel. 33-6521

DETERMINACION DE LA PRESENCIA DE COMPUESTOS QUIMICOS EN ATMOSFERAS ESTELARES Y PLANETARIAS, COMETAS Y ESPACIO INTERESTELAR

Por: Fernando P. Huberman
 Department of Chemistry
 University of Missouri
 Kansas City, Missouri, U.S.A.

Especial para REVISTA ASTRONOMICA

I - BREVE HISTORIA DE LA ESPECTROSCOPIA

El arco iris debe contarse entre los primeros fenómenos naturales observados con interés por el hombre. Incapaz de explicarlo le atribuyó significado sobrenatural. Aún las más desarrolladas civilizaciones antiguas, si bien familiares con el fenómeno de refracción óptica, no consiguieron conectar éste con aquél.

No fue sino hasta comienzos del siglo XVII cuando Willebrord van Royen Snel (1580-1626) descubrió que la razón entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es siempre el mismo número para un determinado par de substancias (medios) a través de las cuales se propaga un rayo luminoso (Fig. 1). Van Royen, como sus predecesores, ignoraba la composición de la luz blanca, y en sus mediciones no distinguió el comportamiento de los diferentes colores. Hasta el advenimiento de Sir Isaac Newton (1643-1727) las ideas sobre color eran vagas.

En 1666, a los 23 años de edad, Newton adquirió un prisma de vidrio para -según sus propias palabras- "estudiar con él el fenómeno de los colores". La simplicidad de los experimentos que realizó no disminuye el carácter fundamental que alcanzaron. Sobre un papel pintó, adyacentes, una banda roja y otra azul; observándolas a través del prisma notó que las imágenes de los dos colores eran desplazadas en forma diferente. En otro experimento hizo entrar luz solar a través de una pequeña abertura circular, a un cuarto oscu-

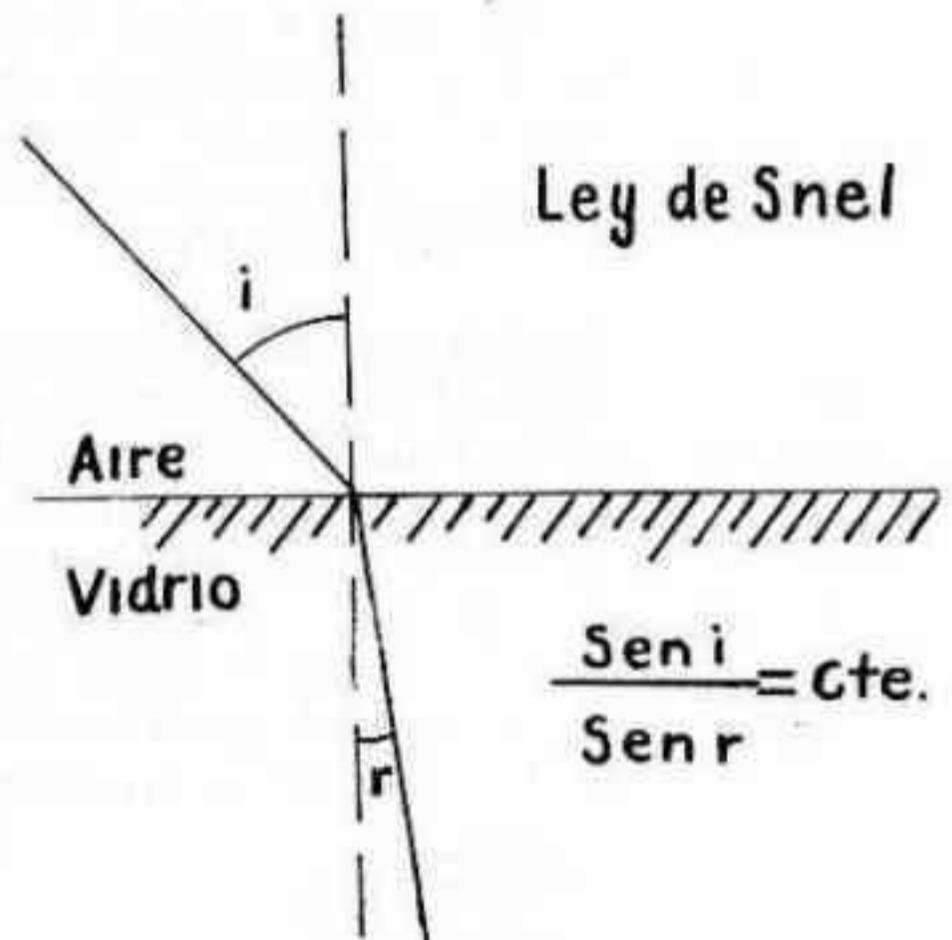


Fig. 1

ro dentro del cual proyectó la imagen en una pantalla después de hacerla pasar por un prisma de vidrio. Comprobó que la imagen en la pantalla era una serie de imágenes parcialmente sobrepuestas de la abertura circular, cada una de diferente color. Llamó a esta imagen "espectro" (Fig. 2). Nuevos experimentos le demostraron que una radiación una vez dispersada por un prisma no puede ser dispersada otra vez por un segundo prisma sino, simplemente refractada. Llamó a esta radiación (refractable en una sola dirección) homogénea, y a aquella (refractable en varias direcciones) heterogénea. Demostró así que la luz solar es una mezcla heterogénea de diferentes colores y que un prisma no tiene sino la propiedad de separar los componentes. A la vez estableció

que el número constante de la Ley de Snell es diferente para diferentes colores.

Newton, sin embargo, llegó a conclusiones erróneas; como por ejemplo, que el poder dispersivo de todas las clases de vidrio es el mismo. El prestigio de Newton era tan grande que hay quienes opinan que esa conclusión retardó el desarrollo de lentes de alta calidad quizá 150 años. El desarrollo de la espectroscopia fue también influido por su errónea conclusión de que la naturaleza de la luz es la misma, independiente de la fuente luminosa. En otras palabras, Newton no reconoció el hecho que la luz emitida por una sustancia es característica de ésta; un principio que siendo la base fundamental de la espectroscopia no fue establecido hasta 200 años después.

El siglo XIX comenzó con varios avances notables. En 1800, el gran astrónomo británico-alemán William Friedrich Wilhelm Herschel (1738-1822), estudiando la distribución del calor irradiado por el Sol en las diferentes regiones del espectro, encontró que la radiación calorífica era mayor más allá de la región roja, demostrando así la existencia de radiación no visible, que llamó infrarroja. Descubrió

también que la radiación infrarroja obedecía a la ley de Snell, pero se equivocó al considerarla esencialmente diferente de la radiación visible. Un año después, Johann Wilhelm Ritter (1776-1810) estudiando la efectividad con que el espectro solar ennegrecía cristales de cloruro de plata, encontró que el efecto era mayor fuera de la región visible más allá del violeta. Descubrió así la región ultravioleta del espectro.

En 1802, Thomas Young (1773-1829), explicó el fenómeno de interferencia por medio de la teoría ondulatoria de la radiación y usando mediciones de Newton, que éste no podía explicar con la teoría corpuscular, determinó la longitud de onda de los siete colores reconocidos por Newton en el espectro solar. Las mediciones de Young son sorprendentemente exactas; encontró que el espectro visible es una mezcla de radiación de todas las longitudes de onda posibles entre $67,5 \times 10^{-10}$ metros en el extremo rojo del espectro y $42,5 \times 10^{-10}$ metros en el extremo violeta.

En el mismo año, William H. Wollaston (1766-1829) observó las más destacadas de las líneas negras que interrumpen el espectro continuo del Sol, conocidas hoy como líneas de Fraunhofer, y las consideró los límites naturales entre los diferentes colores sin atribuirles otro significado. Ya dijimos que llevó tiempo y esfuerzos considerables demostrar que cada elemento y compuesto químico tiene su propio espectro y que la luz emitida por un vapor incandescente da información acerca de su estructura, condición y composición.

A partir de entonces los desarrollos experimentales en espectroscopia avanzaron mucho más rápidamente que las correspondientes interpretaciones teóricas, en gran parte debido a que un notable genio experimental surgió en la persona de Joseph Fraunhofer (1787-1826). En 1814, ayudado por su tremenda habilidad en la construcción de piezas ópticas, Fraunhofer efectuó un examen detallado del espectro solar y encontró, usando sus propias pala-

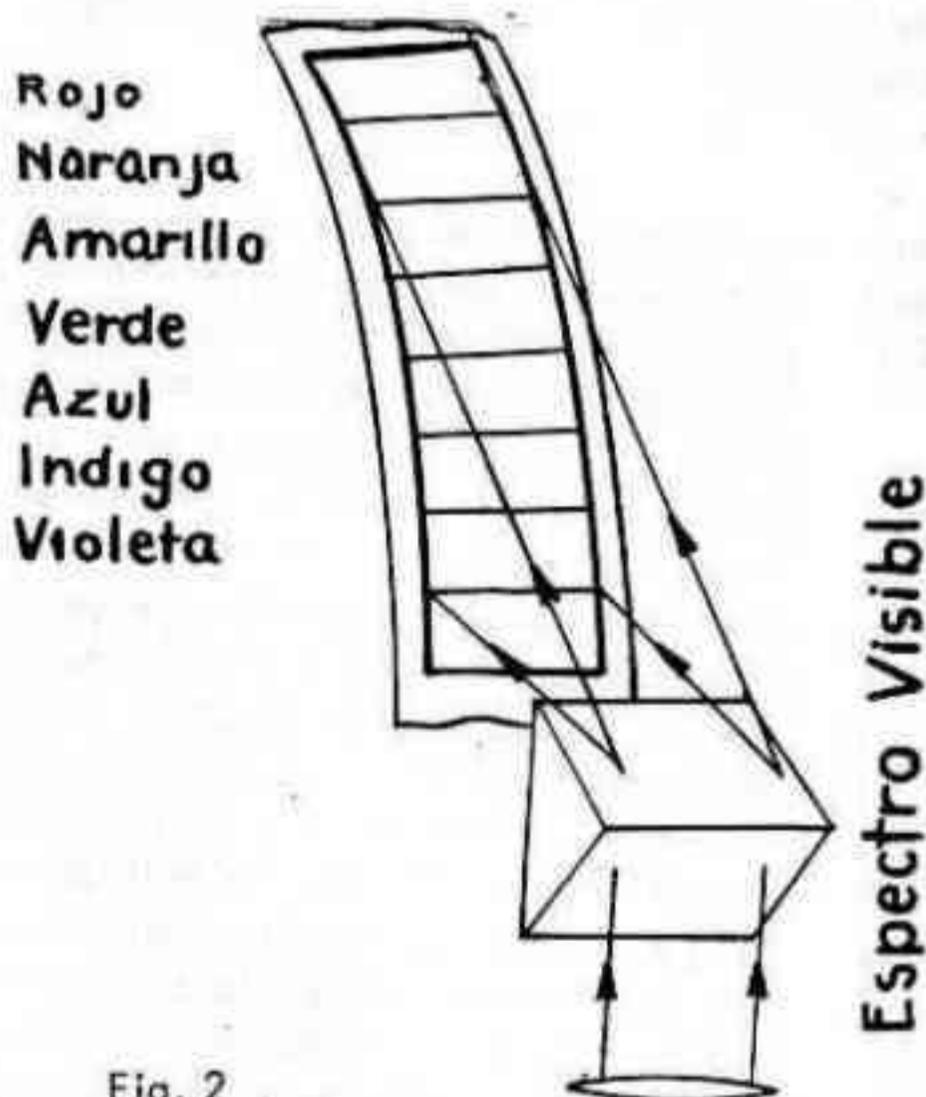


Fig. 2

bras "... un número casi incontable de líneas verticales fuertes y débiles" (1). Experimentos con diferentes elementos ópticos y otras variaciones en las condiciones le demostraron que las líneas pertenecen realmente a la luz solar, y pese a no poder explicarlas hizo un catálogo de alrededor de 700 de ellas asignando a las ocho más prominentes las letras A, B, H por las cuales aún son conocidas. Estas líneas dieron a Fraunhofer y a la ciencia óptica las primeras referencias para comparación de longitudes de onda. La ciencia exacta de la espectroscopia quedó así fundada. Fraunhofer observó los primeros espectros planetarios y estelares. Describió los espectros planetarios como esencialmente similares al espectro solar mientras que los espectros estelares eran en general, diferentes. Fraunhofer fue realmente el primer espectroscopista estelar, y estableció las bases de la ciencia astrofísica que fue, y todavía es, una de las fuentes más ricas de nuestro conocimiento del Universo que nos rodea.

Una etapa más queda para hacer de la espectroscopia una de las herramientas fundamentales de la ciencia moderna: el hecho de que cada átomo y cada molécula tienen su propio espectro característico. Fraunhofer estuvo muy cerca de descubrir este hecho cuando estableció que la línea amarilla doble en el espectro de llamas producidas en el laboratorio tiene la misma longitud de onda que las dos líneas negras en la zona amarilla del espectro solar. La razón por la cual no pudo establecer definitivamente la equivalencia de estas líneas es que el sodio es el elemento responsable de tales líneas y que el sodio es una de las contaminaciones más comunes.

Es difícil observar el espectro de una llama o arco eléctrico sin las líneas del sodio. Desde luego, otras sustancias contaminantes contribuyeron a la confusión; sin embargo, en los años posteriores a Fraunhofer numerosos experimenta-

dores estuvieron muy cerca de establecer en forma inequívoca la ley fundamental de la espectroscopia, y cuando quedó ésta definitivamente determinada surgieron un gran número de controversias sobre la prioridad del descubrimiento.

Frederick William Herschel (1792-1871), hijo del descubridor del espectro infrarrojo, hizo numerosas observaciones del espectro de llamas contaminadas con sales conocidas y descubrió los diferentes colores que diferentes sales imparten a la llama. A propósito de esto dijo: "... los colores comunicados a la llama por diferentes bases es, en muchos casos, una forma fácil e inequívoca de detectar cantidades muy pequeñas de éstas." Tan cerca como parece haber estado Herschel de la verdad, no llegó a concluir que un determinado espectro pertenece a una, y solamente una, sustancia.

Otro investigador británico estuvo muy cerca de establecer la ley. William Henry Fox Talbot (1800-1877) en 1825, escribió: "El rayo naranja puede ser el espectro del estroncio, ya que Herschel encontró en la llama de muriato de estroncio un rayo de ese color. Si esta opinión es correcta y aplicable a otros rayos, la observación del espectro de una llama puede mostrar que ésta contiene sustancias que de otra forma requerirían un laborioso análisis para ser detectadas".

En 1848, el científico francés Jean Baptista León Foucault (1819-1865) observó que si detrás de una llama que contiene sodio se coloca otra fuente luminosa más fuerte y libre de sodio, la llama absorbe de la segunda fuente radiación luminosa de exactamente la misma longitud de onda que las líneas de sodio, emitida por la llama sola. El espectro de la fuente más fuerte aparece entonces interrumpido por líneas negras totalmente similares a las líneas de Fraunhofer en el espectro solar.

(1) El artículo original de Fraunhofer fue publicado en *Annalen der Physik*, volumen 56, página 264, año 1817. Muchos de los artículos originales de Fraunhofer (y también de Wallaston) fueron publicados en forma de libro bajo el título "Prismatic and Diffraction Spectra", traducidos al inglés por J.S. Ames, Editorial Harper and Brothers, New York 1898.

Fue sin embargo Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) quien, alrededor de 1860, descubrió la ley general. Mostró que si un rayo de luz solar pasa a través de una llama que contiene sodio, la línea doble amarilla es idéntica a la línea doble D de Fraunhofer. Fue más allá, y explicó las líneas de Fraunhofer en el espectro solar como debidas a la absorción por parte de los elementos químicos que componen la región más fría de la atmósfera solar de radiación continua emitida por la región interior más caliente. Observó en ese mismo trabajo que el sodio y el calcio, aparentemente, forman parte de la atmósfera solar, mientras que el litio parece estar ausente. Con la colaboración del químico Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899), Kirchhoff atacó inmediatamente el problema del análisis químico de la atmósfera solar. Examinando el espectro de llama de los más puros elementos metálicos a su disposición, lograron demostrar la presencia de numerosos elementos en el Sol. Para tener una idea del impacto del descubrimiento de Kirchhoff basta recordar la frase de Isidore Auguste Marie Francois Xavier Comte: "Hay ciertas cosas para las cuales la raza humana deberá permanecer en perpetua ignorancia; por ejemplo: la composición química de los cuerpos celestes". Se ha dicho que la contribución de Kirchhoff y Bunsen en despertar interés popular por la ciencia es solamente comparable a la que 50 años después provocó la teoría de la relatividad de Albert Einstein (1879-1955). Aunque bien puede entenderse el tremendo impacto del descubrimiento, es desafortunado que numerosas controversias surgieran sobre su prioridad. La tolerante posición de Kirchhoff está claramente establecida en su trabajo "On the History of Spectrum Analysis" (2). Para el autor no queda duda, como puede el lector interpretar mediante la lectura de este breve resumen, que si bien algunos investigadores estuvieron cerca de la verdad fue Kirchhoff quien tuvo la visión y la habilidad de establecer las leyes generales que atrajeron la atención del mundo científico.

II - EL ORIGEN DE LAS LINEAS ESPECTRALES

Fuentes luminosas

El espectrógrafo es una poderosa herramienta para la investigación de las propiedades y naturaleza de fuentes luminosas, para el estudio de la composición y carácter del material que emite la radiación y para la determinación de la estructura de los átomos y moléculas de sustancias que emiten o absorben radiación.

Las fuentes luminosas se clasifican en continuas y discontinuas, de acuerdo con el espectro que emiten, aunque esta distinción no es absoluta. Un espectro continuo se caracteriza por un rango ininterrumpido de longitudes de onda sobre una región considerable y por la ausencia de líneas o bandas. En la región visible este espectro aparece como una serie de colores que cambia imperceptiblemente de uno a otro sin discontinuidades. Fuentes discontinuas producen líneas brillantes que van de extremadamente finas a totalmente difusas. En ambos casos la radiación es emitida por los átomos y moléculas de la fuente luminosa, los cuales generalmente están en el estado de vapor o gas.

Naturaleza de la radiación luminosa

Indicamos anteriormente que la radiación luminosa, incluyendo las radiaciones no visibles (ultravioleta e infrarroja), tiene la propiedad de ennegrecer cristales de cloruro de plata (o la suspensión de ellos, como en una emulsión fotográfica). Es bien conocido que la transformación química que tiene lugar en el ennegrecimiento de los cristales requiere energía. Es evidente, entonces, que de alguna forma la radiación luminosa tiene la propiedad de transportar energía. También indicamos que cada línea del espectro se caracteriza por una determinada longitud de onda, la cual varía uniformemente desde un extremo hasta el otro del espectro. En el espectro discontinuo de un elemento químico, cada línea espectral corresponde a una

(2) Publicado en Philosophical Magazine, Vol. 25, Pág. 250, año 1863.

determinada longitud de onda de la radiación emitida; todas las longitudes de onda posibles entre dos líneas del espectro están ausentes de la radiación-

mentos; simplemente, habremos de mencionar brevemente uno de ellos para poder entender la forma en que Einstein, en 1905, lo explicó retornando parcialmente a la teoría corpuscu-

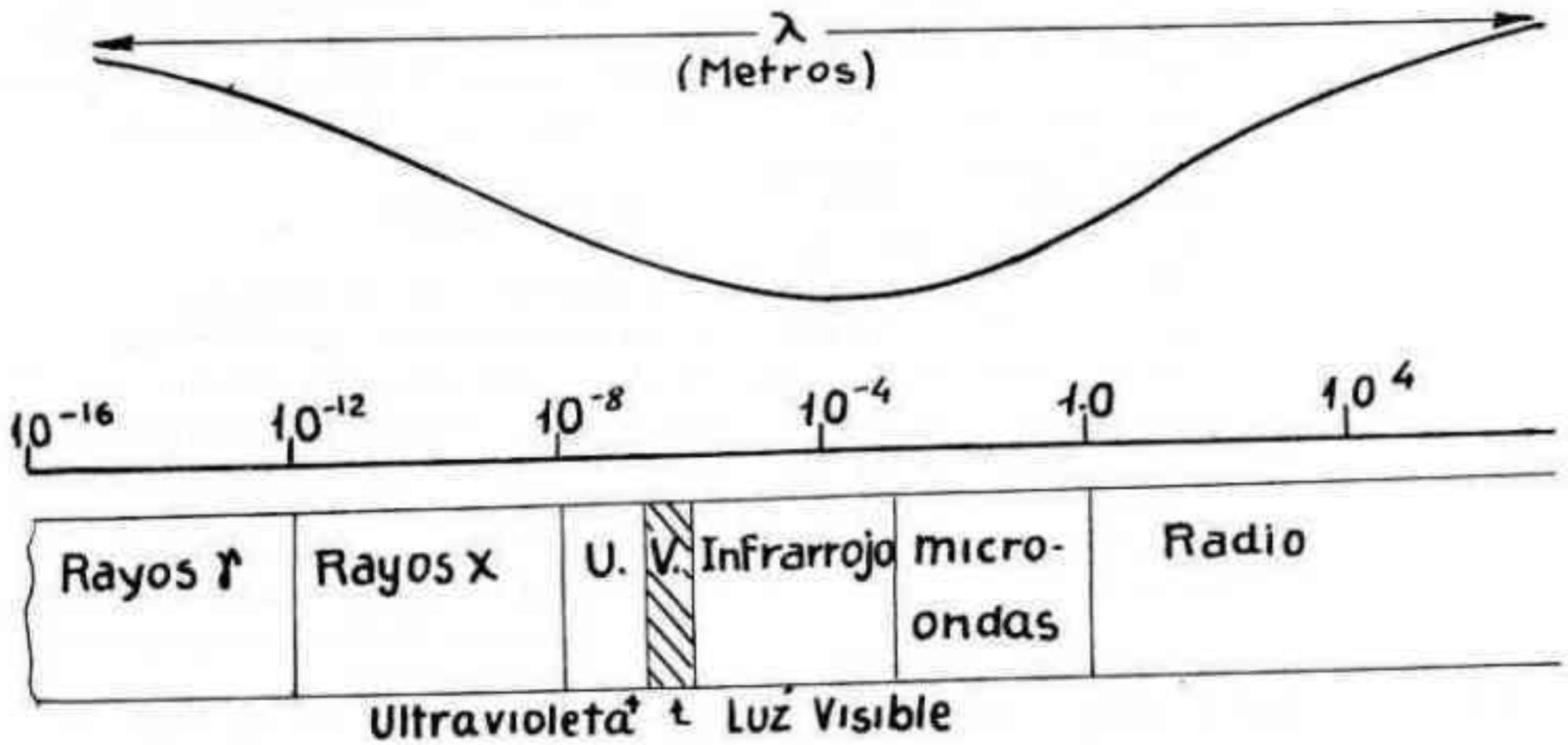


Fig. 3

Desde el punto de vista de la teoría ondulatoria de la radiación luminosa, la longitud de onda (λ) de una determinada radiación es la distancia entre dos crestas de la onda, y se mide, desde luego, en unidades de longitud (Fig. 3). La unidad comúnmente usada es el Angstrom (\AA) que es igual a 10^{-8} centímetros. El espectro visible se extiende entonces desde más o menos 6700\AA para el rojo hasta 4200\AA para el violeta. La velocidad (C) con que esta radiación se propaga es de 3×10^{10} cm/s. Otra forma de caracterizar una determinada radiación es por su frecuencia (ν) que es el número de crestas de la onda que recorre un punto en un segundo. Evidentemente, $\nu = c/\lambda$. La unidad de frecuencia es, entonces, el número de crestas (o ciclos) por segundo, comúnmente conocida como Hertz (Hz).

En los últimos años del siglo XIX los resultados de ciertos experimentos mostraron que la teoría ondulatoria no era adecuada para explicar el transporte de energía por parte de la radiación luminosa. Está fuera del alcance de este artículo describir en detalle esos experi-

cular de Newton sin abandonar la naturaleza esencialmente ondulatoria establecida por Young en sus experimentos sobre difracción e interferencia.

El efecto fotoeléctrico es el fenómeno por el cual una superficie metálica eyecta electrones cuando incide sobre ella una radiación luminosa; irradiando la superficie metálica con radiación de diferentes longitudes de onda se establece que si la radiación es de longitud de onda mayor que un determinado valor (característico de cada metal) no son emitidos electrones aunque la luz sea de intensidad extremadamente alta y la fuente esté situada muy cerca de la superficie metálica. Si la longitud de onda es menor que ese valor crítico, los electrones son emitidos aunque la radiación sea extremadamente débil y la fuente esté situada a gran distancia de la superficie metálica. Por ejemplo, si una superficie de sodio metálico es iluminada por medio de una fuente roja de muy alta intensidad colocada a dos o tres centímetros de la superficie, no se observa emisión de electrones, pero si la misma superficie se ilu-

mina con la débil luz de una estrella azul, son emitidos electrones. Un estudio más detallado revela que cualquier radiación de longitud de onda menor de 5040 Å (verde) producirá emisión de electrones, mientras que cualquier radiación de longitud de onda mayor de 5040 Å no lo hace. Puede obtenerse otra conclusión importante. Si se ilumina la superficie con radiación de una determinada longitud de onda menor que la máxima requerida para emitir electrones, todos los electrones emitidos lo serán con una determinada velocidad máxima; si se incrementa la intensidad de la radiación la velocidad con que los electrones son emitidos no cambia; el único efecto de una mayor intensidad en la radiación incidente es que son emitidos un mayor número de electrones. Si se disminuye la longitud de onda de la radiación incidente los electrones son eyectados con mayor velocidad.

En 1905, Einstein postuló que para una determinada superficie metálica es necesaria una mínima cantidad de energía para liberar un electrón de las fuerzas que lo mantienen unido a la superficie, y que la radiación luminosa está compuesta de fotones, cada uno de los cuales transporta una determinada cantidad de energía. Para la radiación de una determinada longitud de onda todos los fotones transportan exactamente la misma cantidad de energía. La radiación de menor longitud de onda está compuesta por fotones de mayor energía o, en otras palabras, la energía transportada por un fotón es inversamente proporcional a la longitud de onda de la radiación a la cual pertenece o directamente proporcional a la frecuencia de la radiación a la cual pertenece. Si E_f es la energía de un fotón y ν la frecuencia de la radiación a la cual pertenece, podemos escribir:

$$E_f = h\nu \quad (1)$$

donde la constante de proporcionalidad h es la constante de Planck. Cuando un fotón de energía $h\nu$ llega a la superficie e interacciona con un electrón, le transfiere esa energía, parte de la cual es usada en romper las fuerzas que mantienen al electrón en la superficie y el resto aparece como energía de movi-

miento (cinética) del electrón. Si los fotones de cierta radiación transportan energía menor que la requerida para desprender un electrón, éstos permanecerán unidos a la superficie, pero si la energía de los fotones es mayor que la requerida, los electrones serán eyectados con una energía cinética igual a la diferencia entre la energía de los fotones incidentes y la necesaria para liberar al electrón.

Espectro de átomos

El espectro atómico es discreto. Cada línea espectral corresponde a la emisión de radiación de una determinada longitud de onda; es decir, cada línea espectral corresponde a la emisión, por parte del átomo, de fotones de la misma energía; fotones de diferente energía son emitidos para cada una de las diferentes líneas. Es evidente entonces, que al emitir radiación luminosa los átomos pierden energía.

Niels Bohr (1885-1962), en 1913, presentó la teoría atómica que permite interpretar el origen de las líneas espectrales, y aunque parcialmente abandonada hoy, los postulados fundamentales son lo suficientemente correctos como para permitir una descripción útil del mecanismo atómico.

Un átomo del más simple de los elementos químicos, el hidrógeno, consta de un electrón con carga eléctrica negativa que gira alrededor de un protón con carga eléctrica positiva. Si el núcleo del átomo (protón) se comportase como un sol central y el electrón como un planeta sujeto a la fuerza de gravitación, sería posible cualquier órbita, en la que el electrón se movería con una velocidad tal que lo mantendría en ella frente a la atracción gravitatoria que tiende a arrastrarlo hacia el protón. En el caso del protón y el electrón con cargas eléctricas, esto no es posible ya que el electrón en movimiento produciría radiación, perdería gradualmente velocidad (energía) y caería sobre el núcleo describiendo una espiral.

Bohr tuvo, pues, que suponer que hay un número limitado de órbitas estacionarias permitidas, en cada una de las cuales el electrón

gira sin emitir radiación (sin cambio de energía) mientras que cuando pasa de una órbita a otra, en la que tiene menos energía emite radiación de frecuencia (o longitud de onda) definida. Si imaginamos al electrón partiendo de una distancia infinita, pasará por ciertas órbitas sucesivas permitidas emitiendo energía en cada transición hasta llegar a la órbita más pequeña (la más próxima posible al núcleo), donde se dice que el átomo está en el estado normal. Las órbitas posibles son círculos en cuyo centro está el núcleo.

Si se hace entrar gas hidrógeno en una cámara donde se produce un arco de corriente continua entre dos electrodos, los átomos de hidrógeno emiten radiación, la cual, dispersada por un espectrógrafo, presenta un número de líneas cada una de una longitud de onda definida, aproximadamente como muestra la Fig. 4.

El hidrógeno es el más simple de los elementos y su espectro revela regularidades que, si bien presentes en los espectros de todos los otros elementos, no son tan fácilmente visibles. En el del hidrógeno, como muestra la Fig. 4, en diferentes regiones del espectro aparecen series de líneas cuya separación disminuye en cada serie hasta que convergen en un límite. Bohr postuló que la energía de un átomo de hidrógeno está dada por:

$$E_n = k h/n^2 \quad (II)$$

donde k es una constante igual a 3.29×10^{15} y h es la constante de Planck; n es un número

entero, llamado el número cuántico principal el cual es mayor o igual a uno. La órbita permitida más próxima al núcleo tiene número cuántico principal $n=1$, y las sucesivas, $n=2, 3, 4, \dots$. Se ve así que la energía del átomo puede tener sólo ciertos valores.

Si el electrón de un átomo de hidrógeno se encuentra en la órbita con número cuántico principal n_2 su energía es $E_2 = \frac{k h}{n_2^2}$; si el electrón "salta" a la órbita interior con número cuántico principal n_1 de energía $E_1 = \frac{k h}{n_1^2}$ el átomo pierde energía ΔE :

$$\Delta E = E_2 - E_1 = k h \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

esa energía perdida es la energía que adquiere el fotón emitido. Ya vimos que la energía de un fotón está dada por $E_f = h\nu$, de modo que la frecuencia de la radiación emitida será: $\nu = k \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$ y la longitud de onda de la correspondiente línea espectral será:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{c}{k \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)} \quad (III)$$

Puesto que en la cámara que contiene hidrógeno, los átomos absorben energía del arco eléctrico colocando los electrones en órbitas con número cuántico principal mayor que uno, los cuales luego "saltan" a la órbita uno, más próxima al núcleo, entonces $n_1 = 1$ en la ecuación (III), los diversos valores $n_2 = 2, 3, 4, \dots$

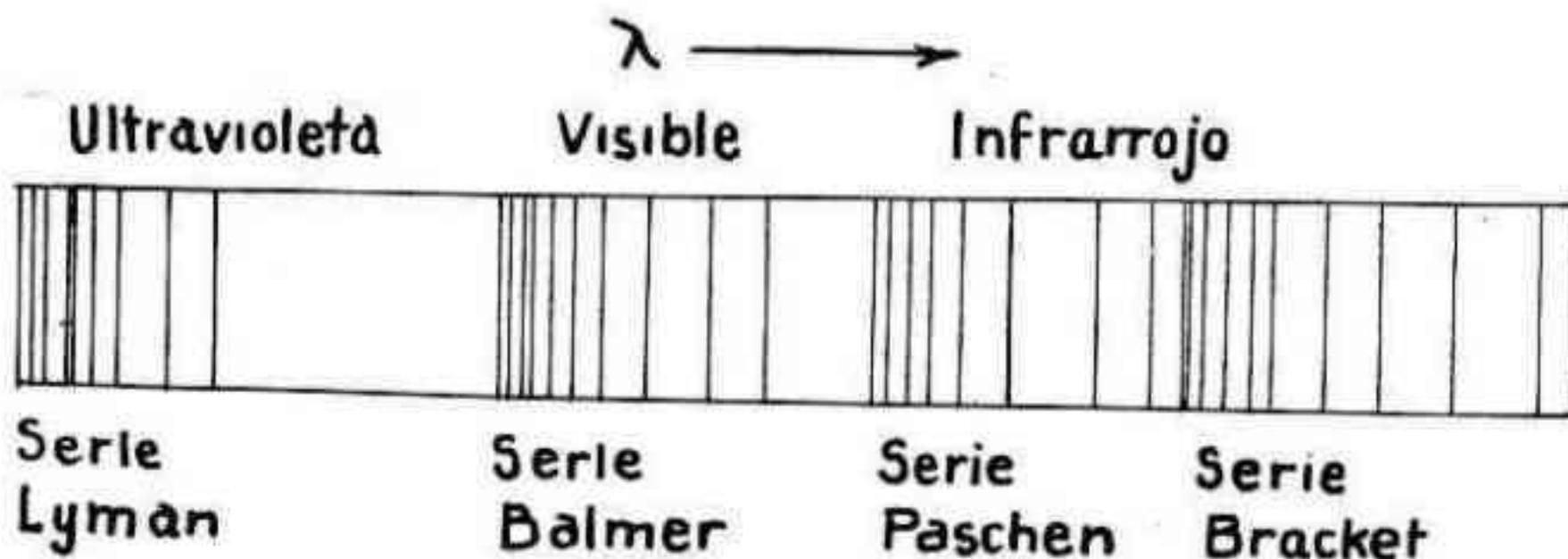


Fig. 4

reproducen exactamente las longitudes de onda de todas las líneas de la serie Lyman del espectro del hidrógeno. La serie Lyman corresponde, entonces, a transiciones que sufre el electrón desde las diferentes órbitas permitidas a la más interna.

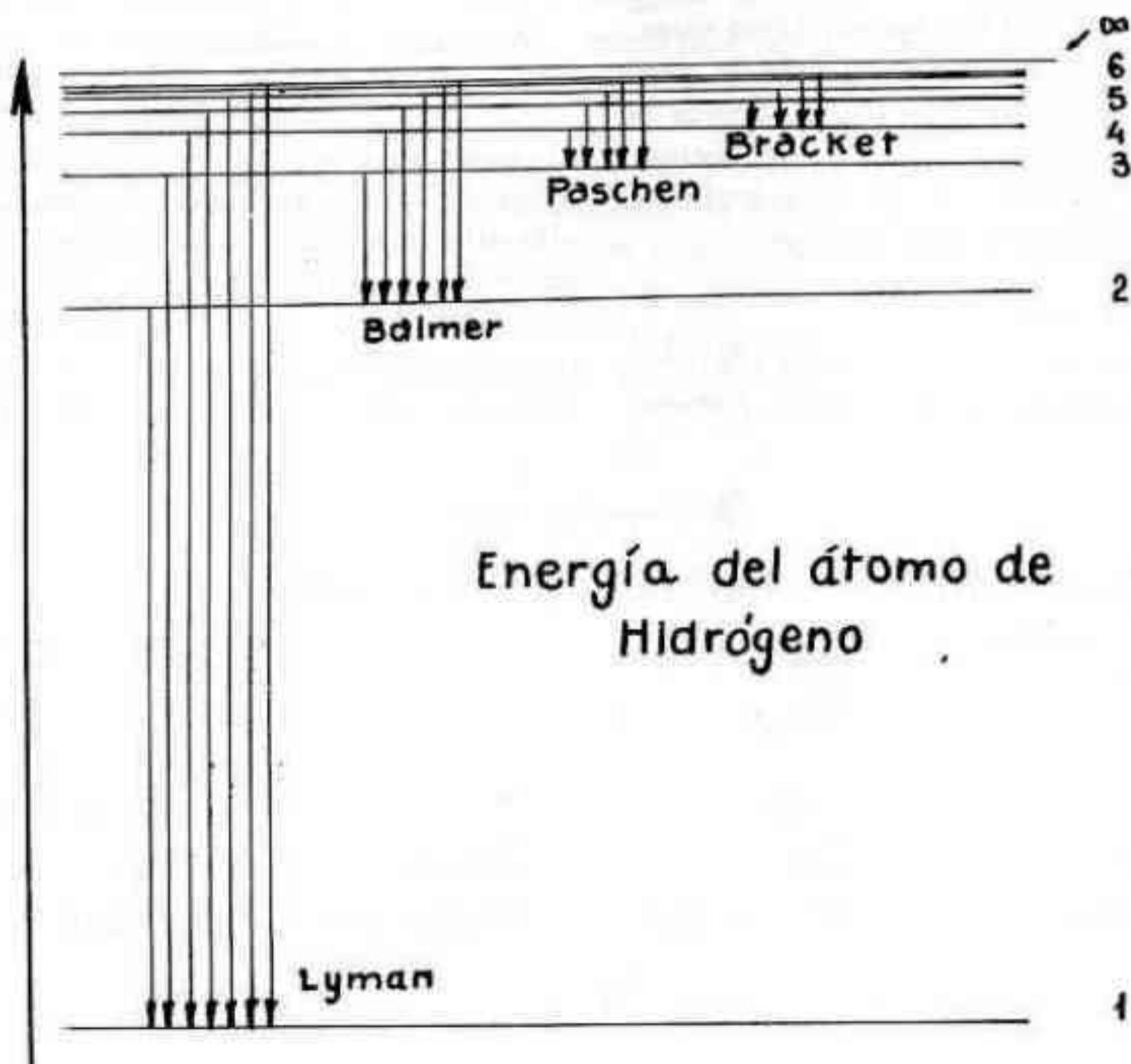
Las transiciones del electrón desde órbitas con $n_2 = 3, 4, 5, \dots$ a la que tiene $n_1 = 2$ representan las líneas de la serie Balmer y aquellas con $n_2 = 4, 5, 6, \dots$ a la de $n_1 = 3$, las líneas de la serie Paschen.

Con la ecuación (II) que da la energía de todas las órbitas permitidas, puede construirse un diagrama de niveles de energía, en el cual una línea horizontal representa la energía de una determinada órbita. La figura 5 muestra este diagrama para el hidrógeno; las transiciones descritas y otras están indicadas. Desde luego, una flecha vertical indica un determinado cambio de energía, y consecuentemente, una línea particular en el espectro del elemento hidrógeno.

Los principios que rigen los diagramas de niveles de energía para otros átomos son los mismos, aunque más complejos, debido a la necesidad de acomodar más de un electrón. Consecuentemente, el espectro de estos átomos es más complicado que el del hidrógeno, y la superposición de series correspondientes a las posibles transiciones de diferentes electrones hace que una inspección visual del espectro no revele la clase de regularidades observadas en el hidrógeno (Fig. 10a). Como ejemplo, la Fig. 6 muestra algunos de los niveles de energía del átomo de litio (comparar con Fig. 5).

Espectro de moléculas

En principio, una molécula puede ser considerada una entidad física compuesta de más de un núcleo con carga eléctrica positiva y un número de electrones con carga eléctrica negativa, localizados en "orbitales moleculares". En esta aproximación el espectro emitido (o absorbido) por moléculas deberá ser discreto (líneas) y esencialmente similar al espectro atómico descrito en la sección anterior.



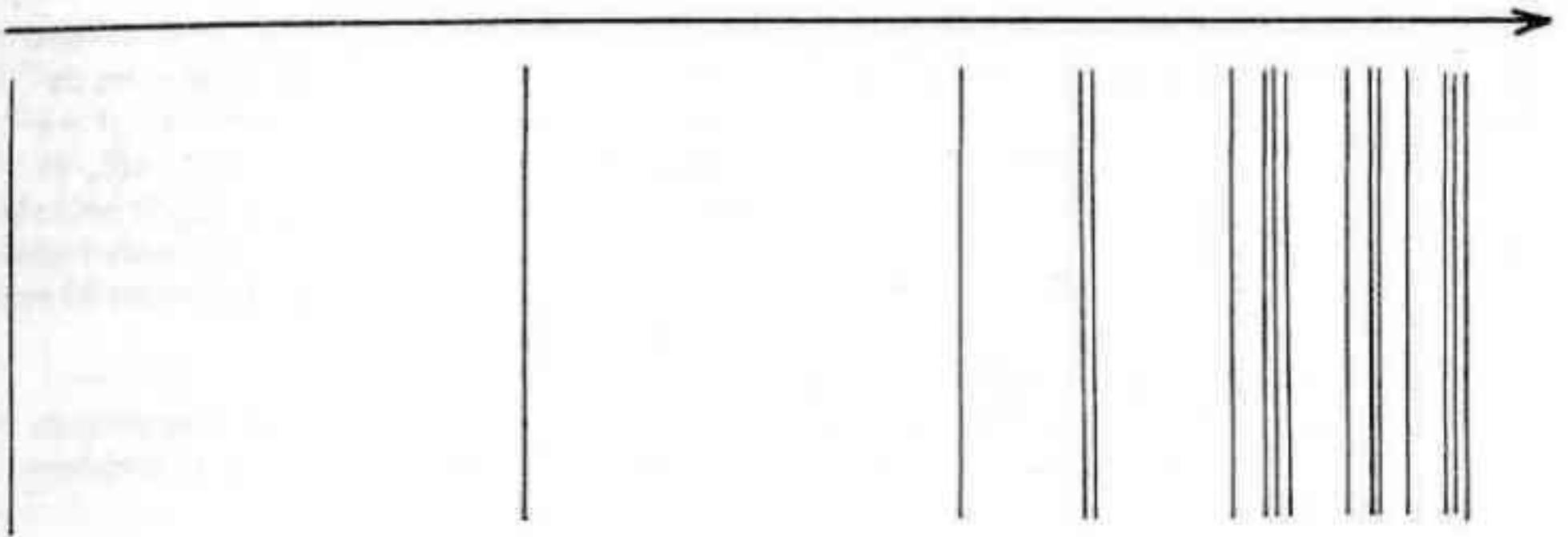


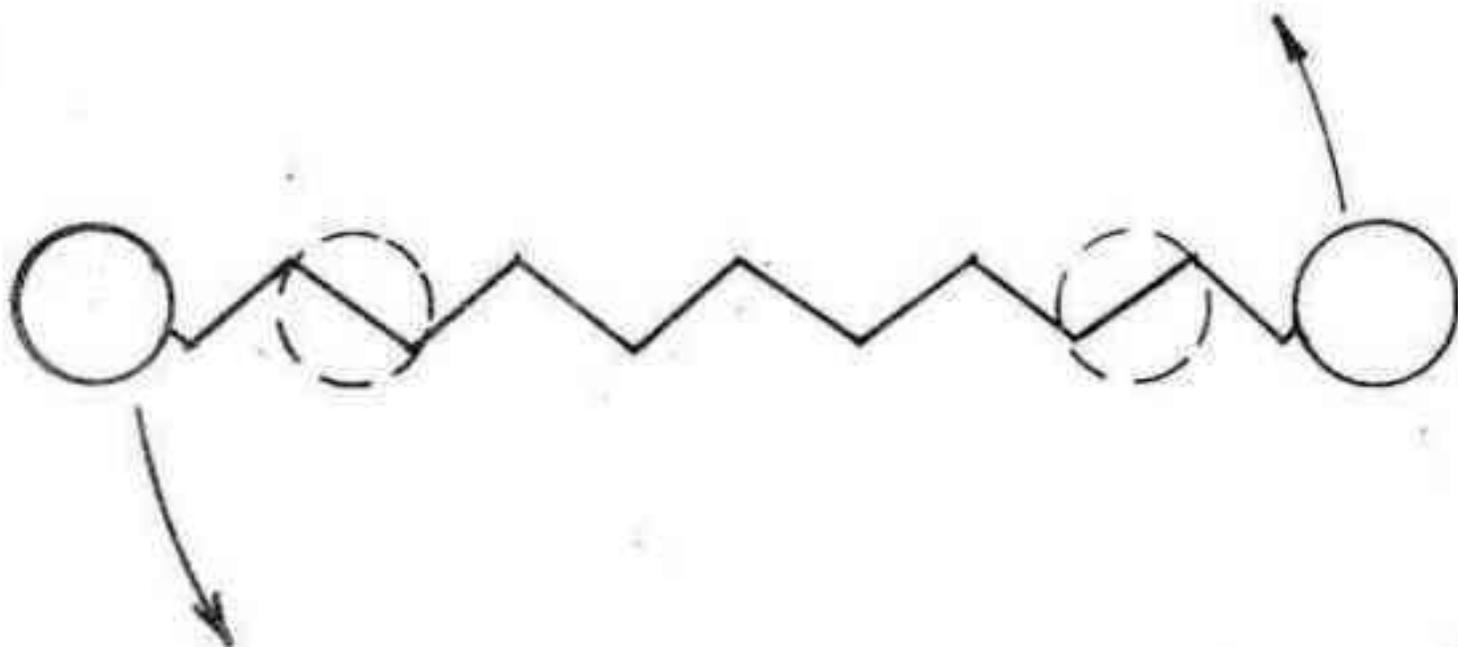
Fig. 6 - Algunos de los niveles de energía del átomo de litio,

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el estado de movimiento de las partículas (electrones) en el caso de átomos es responsable por la energía de éstos. En el caso de átomos, el físico considera el núcleo fijo en el espacio y los electrones en movimiento alrededor de aquél.

En primera aproximación, puede considerarse la molécula como compuesta de núcleos fijos en el espacio (distancia entre núcleos constante) con los electrones en movimiento alrededor de aquéllos, y la conclusión de que el espectro molecular es esencialmente similar al atómico es correcta.

En realidad, los núcleos de una molécula

no permanecen fijos sino que describen un movimiento vibratorio, como si los núcleos estuvieran unidos a los extremos de un resorte. La energía de vibración debe ser, entonces, sumada a la energía electrónica (movimiento de los electrones) para obtener la energía de la molécula. La mecánica cuántica muestra que no cualquier valor de la energía de vibración es posible, sino que sólo son permitidos ciertos valores. Existe a la vez, otro movimiento de los núcleos: la rotación. En una molécula diatómica, la rotación es alrededor de un eje perpendicular a la línea que une los dos núcleos. La energía de rotación está también "cuantificada"; es decir que sólo ciertos valores de la energía son permitidos (Fig. 7).



Modelo Molecular

Fig. 7

En resumen: un cierto estado energético de una molécula está dado por la suma de tres términos,

$$E = E_e + E_v + E_r$$

donde:

E = energía de la molécula;

E_e = energía electrónica (movimiento de los electrones en orbitales moleculares alrededor de los núcleos fijos en el espacio);

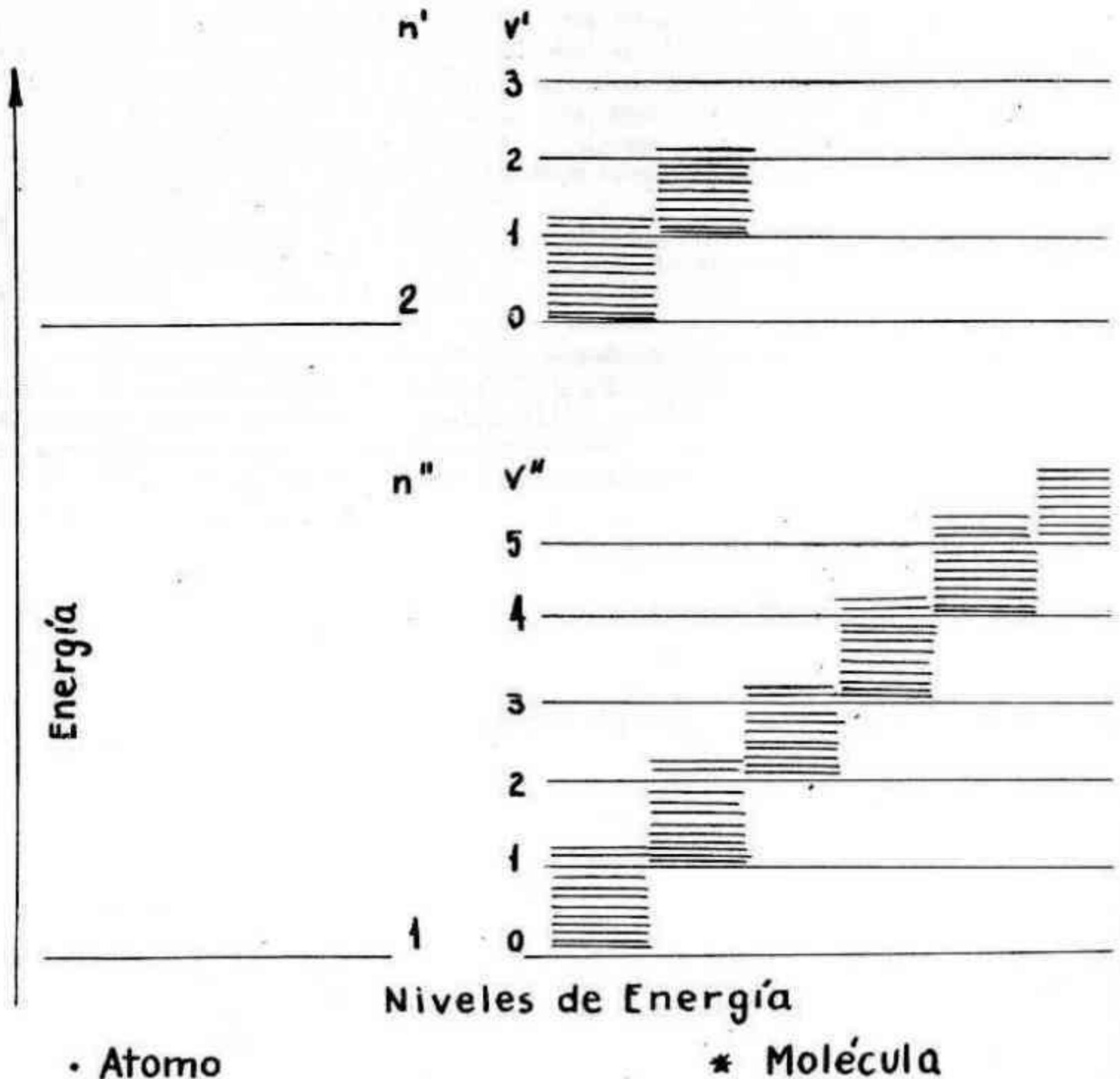
E_v = energía vibracional;

E_r = energía rotacional.

Los valores típicos de la energía electrónica E_e en moléculas son similares a los de los átomos; la energía vibracional E_v es mucho menor que la energía electrónica (E_v es del orden 100 veces menor que E_e); la energía rotacional E_r es, a la vez, mucho menor que la energía vibracional (E_r es del orden 20 veces menor que E_v).

Podemos ahora construir un diagrama de niveles de energía en moléculas y comparar

Fig. 8



lo con los que previamente hemos construido para átomos. La Fig. 8 representa solamente dos niveles electrónicos en el átomo y en la molécula por razones de simplicidad, si bien el lector debe tener en cuenta que el número de niveles electrónicos es generalmente grande (ver por ejemplo la Fig. 6 para los niveles electrónicos de un átomo).

Previamente hemos caracterizado los niveles electrónicos en un átomo por el número cuántico principal n , el cual toma los valores 1, 2, 3, En una molécula los niveles vibracionales correspondientes a un determinado nivel electrónico (n) se caracterizan por el número cuántico vibracional " v ", el cual toma los valores 0, 1, 2, y los niveles rotacionales correspondientes a un determinado nivel vibracional por el número cuántico rotacional " J ". Es fácil ver ahora que el espectro molecular es mucho más complicado que el espectro atómico. Una transición electrónica (absorción o emisión) en un átomo aparece como una línea simple en el espectro, mientras que una transición similar en moléculas aparecerá como una serie de líneas correspondientes a las diversas transiciones vibracionales posibles para la misma transición electrónica, ya que en principio no existe restricción alguna en el cambio que el número cuántico vibracional v puede sufrir durante la transición electrónica. Está también claro que esos cambios vibracionales están acompañados de los correspondientes cambios rotacionales. Aquí la mecánica cuántica impone la restricción de que la diferencia entre el número cuántico rotacional en uno de los estados electrónicos, J' , menos el número cuántico rotacional en el otro, J'' , sea cero, uno o menos uno, lo cual explica el hecho que la estructura rotacional que acompaña un cambio vibracional es menos complicada que lo que de otra forma podría esperarse.

En los orígenes de la espectroscopía molecular, cuando los aparatos no contaban con la resolución suficiente como para separar las líneas rotacionales, el aspecto de una de las transiciones vibracionales en el espectro era el de una "banda" mientras que el espectro atómico contiene esencialmente "líneas". Aun hoy la nomenclatura se conserva. Espectro de bandas, significa espectro molecular, espectro de líneas significa es-

pectro atómico (Fig. 9).

Es importante mencionar aquí que la teoría electromagnética predice la interacción entre diferentes movimientos de una carga eléctrica. En nuestra descripción de la estructura atómica (y molecular) consideramos solamente el movimiento orbital del electrón. Hace más de 30 años fue establecido el hecho de que el electrón tiene un movimiento de rotación alrededor de un eje que pasa por él, llamado "spin". Como consecuencia de la interacción entre el movimiento orbital y el spin (la cual es muy pequeña) algunos de los niveles electrónicos en un átomo se dividen en dos, tres o más niveles extremadamente próximos uno al otro, y la correspondiente línea espectral podrá ser doble, triple, etc. El mismo fenómeno ocurre en las moléculas, pero debe tenerse en cuenta que en las moléculas, "doble" significa que todo el sistema de bandas correspondiente (una transición electrónica) será duplicada, etc. Como veremos en uno de los artículos subsiguientes, la identificación del radical oxidrilo (OH) en el espacio interestelar fue establecida con el uso de este importante fenómeno.

Una inspección de la Fig. 9 revela que puede tener lugar transiciones entre niveles vibracionales de un mismo estado electrónico. El cambio de energía, sin embargo, es mucho menor que en el caso de una transición electrónica. La frecuencia de la radiación emitida (o absorbida) será, entonces, mucho menor, lo cual corresponde a una longitud de onda mucho mayor (ecuación III) que para transiciones electrónicas. El espectro de estas transiciones ocurre en el infrarrojo (longitud de onda de alrededor de 100.000 Å o 10 micrones). Solamente son permitidas transiciones entre niveles vibracionales adyacentes. Transiciones entre los niveles rotacionales adyacentes de un mismo estado vibracional también pueden ser observadas. Los cambios de energía serán aún mucho menores, y ese espectro aparecerá con longitudes de onda muy grandes (del orden de centímetros). Esas longitudes de onda corresponden a las que pueden ser detectadas solamente con receptores de radio, ya que no existen elementos ópticos capaces de analizarlas.

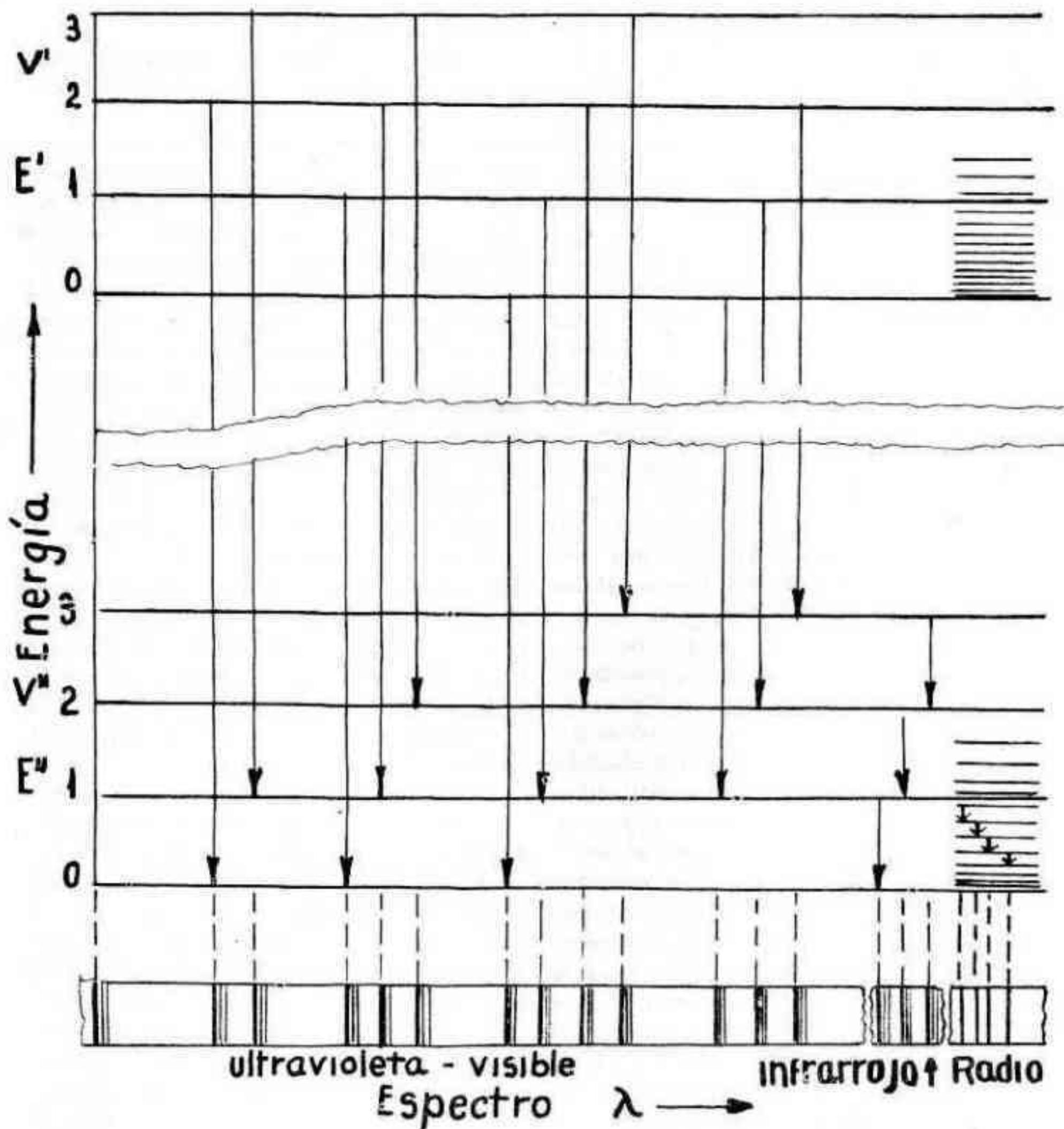


Fig. 9 - Dos estados electrónicos E' y E'' de una molécula diatómica. Por razones de simplicidad los niveles rotacionales correspondientes a cada uno de los niveles vibracionales V' o V'' no están indicados excepto en el extremo derecho para los niveles vibracionales $V' = 0$ y $V'' = 0$. Sin embargo, en el espectro las transiciones están dibujadas como bandas y no como líneas, indicando así que cada transición entre dos niveles vibracionales está acompañada de transiciones entre niveles rotacionales. Transiciones entre niveles rotacionales (sin cambios vibracionales o electrónicos) en la región de frecuencias de radio son evidentemente líneas y no bandas.

El espectro en las frecuencias de radio-receptores es, entonces, debido a cambios rotacionales (sin cambios electrónicos o vibracionales) que ocurren en las moléculas. La primera identificación de la presencia de una molécula relativamente compleja en el espacio interestelar fue efectuada en noviembre de 1968 por Charles H. Townes usando este tipo de transiciones. La molécula así identificada es amoníaco (NH_3), y su descubrimiento es extremadamente importante, ya que muchos especulan que ciertos compuestos orgánicos (y últimamente vida) tienen su origen en colisiones entre moléculas, una de las cuales es amoníaco.

La Fig. 10 muestra espectros atómicos y moleculares. El espectro molecular en baja resolución muestra bandas; en alta resolución una banda muestra su estructura rotacional. En moléculas diatómicas cada una de las bandas que componen un cambio electrónico (un sistema de bandas) está caracterizado por dos números separados por una coma. El primero es el número cuántico vibracional del estado electrónico de más alta energía; el segundo, es el número cuántico vibracional del estado electrónico de menor energía.

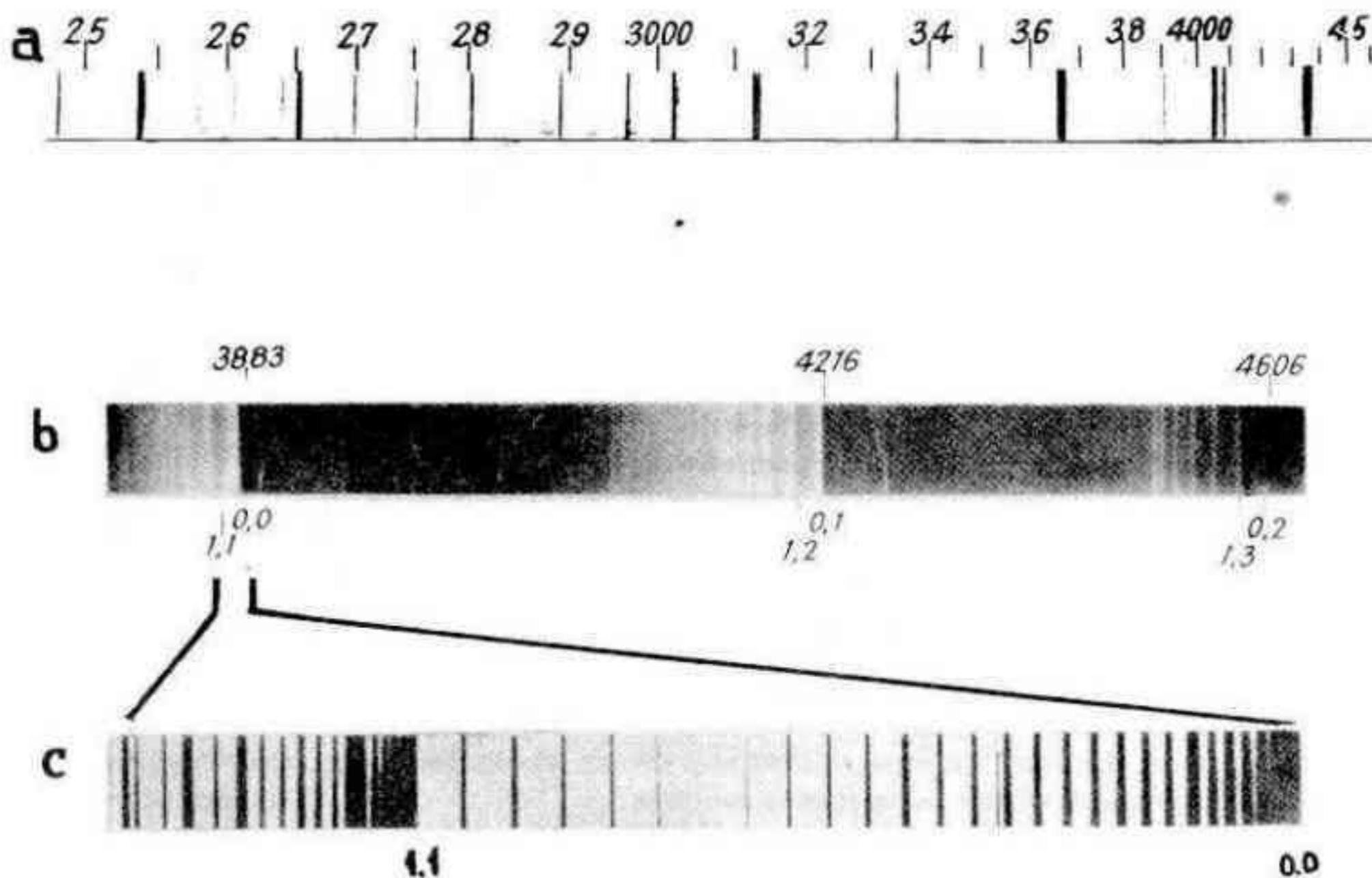


Fig. 10 - a) Espectro de emisión del átomo de mercurio entre 2.500 y 4.500 Å (escala en la parte superior). El espectro atómico es de líneas.

- b) Espectro tomado en baja resolución de una transición entre dos estados electrónicos de la molécula de CN. El espectro molecular en contraste con el atómico es de bandas. Las bandas correspondientes a algunas de las transiciones vibracionales están indicadas en la parte inferior de acuerdo con la nomenclatura descrita en el texto. La escala en la parte superior está en Angstroms.
- c) Región correspondiente a las bandas 0,0 y 1,1 de b) tomada en muy alta resolución, muestra la estructura rotacional.

Cada molécula tiene un espectro característico: el estudio de este espectro cede información acerca de la disposición de los electrones en los diferentes orbitales moleculares, las frecuencias de vibración, las distancias entre átomos, la geometría de la molécula (ángulos), la energía necesaria para remover un electrón de la molécula (ionización), la energía necesaria para separar los átomos (disociación), etc.

Por otro lado, una vez que un determinado espectro es positivamente identificado en el laboratorio con la molécula responsable del mismo, la presencia o ausencia de esta molécula puede ser establecida en una fuente de composición desconocida si esta fuente absorbe o emite radiación. Si bien es extremadamente difícil, la intensidad relativa con que la absorción o emisión tienen lugar puede ceder información acerca de la abundancia de la molécula en la fuente desconocida.

Es así como la espectroscopia molecular se convierte en una valiosa fuente de información para establecer la composición química de los cuerpos celestes. Las atmósferas de los planetas del sistema solar pueden ser estudiadas químicamente, ya que las moléculas que las componen absorben radiación luminosa del Sol. Las atmósferas estelares emiten radia-

ción debido a su temperatura a la vez que absorben radiación del núcleo estelar más caliente. Los cometas absorben radiación solar y, consecuentemente, el espectro revela la presencia de las moléculas presentes. Radiación estelar recorre el espacio interestelar antes de llegar a la Tierra, y los componentes de ese espacio pueden así ser revelados.

El propósito de este artículo ha sido, por ahora, el de describir en forma elemental las bases de la identificación de compuestos químicos en los cuerpos celestes; en lo que resta y en los artículos subsiguientes será desarrollado el estado actual de nuestros conocimientos respecto a estas investigaciones. En los últimos años se han hecho notables progresos en esta dirección, y hay suficientes elementos para predecir que en los próximos años se habrán de producir grandes cantidades de información que echarán nueva luz acerca del origen y evolución del Universo.

Un aspecto más queda por discutir el cual tiene fundamental importancia en las investigaciones realizadas y en la dirección que las investigaciones futuras habrán de tomar: la composición química y propiedades de la atmósfera de nuestro propio planeta.

Continuará

"La difusión popular de la Astronomía se nos presenta pues, no solo como una actividad cultural laudable por su objeto inmediato, sino también como un medio de afianzar los institutos de alta investigación. La A.A.A.A. trata de llenar esa función en nuestro país. Tenemos la esperanza, señores, que algunos de los jóvenes que empiezan mirando el cielo con nuestros telescopios sean luego vuestros discípulos y más tarde vuestros colaboradores en la noble tarea en que estais empeñados. Os pedimos que nos ayudeis a encontrarlos e iniciarlos. Hoy más que nunca la Asociación necesita el apoyo de los astrónomos profesionales; de ello depende en gran parte la posibilidad de realizar con éxito el amplio programa que nos hemos fijado".

- ESTRELLAS DE GRAN MOVIMIENTO PROPIO -

Por: Juan Carlos Muzzio

Observatorio de La Plata

Un problema que suele interesar a astrónomos que trabajan en distintos campos, es el de seleccionar, entre todas las estrellas más brillantes que una cierta magnitud, aquellas que tienen más probabilidad de estar cerca del Sol. Algunos de los campos más o menos relacionados con este problema son los siguientes:

PARALAJE TRIGONOMETRICAS:

La precisión alcanzada en la determinación de paralajes trigonométricas es realmente fantástica. El error con que se determinan es en general del orden de $0''01$, lo que equivaldría a medir un objeto que se hallara a 20 kilómetros de distancia con un error de sólo 1 milímetro. Sin embargo las distancias estelares son tan grandes que las paralajes trigonométricas sólo resultan de utilidad cuando se determinan para estrellas relativamente cercanas. Esto se comprende fácilmente si se recuerda que para una medición sea útil su error debe ser pequeño frente al valor mismo de la medición. Entonces si para las paralajes trigonométricas requerimos que el error no pase del 25%, el valor antes citado de $0''01$ nos indica que sólo serán de utilidad los paralajes trigonométricas mayores de $0''04$. Es decir que para estas determinaciones convendrá limitarnos a las estrellas más cercanas que 25 parsecs.

FUNCION DE LUMINOSIDAD:

Determinar la función de luminosidad consiste en calcular cuántas de las estrellas presentes en un cierto volumen de espacio, tienen una cierta luminosidad o magnitud absoluta. Por ejemplo si nos interesa determinarla en los alrededores del Sol, deberíamos seleccionar todas las estrellas que se hallen a una distancia de éste menor que un valor dado (por ejemplo 25 parsecs) y luego determinar cuántas de estas estrellas tienen

una magnitud absoluta comprendida entre 0 y 1, cuántas la tienen entre 1 y 2, cuántas entre 2 y 3, etc. Nuevamente se ve que debemos conocer las estrellas más cercanas.

ESTRELLAS DE BAJA LUMINOSIDAD:

Las estrellas enanas blancas y rojas suelen ser de gran interés para algunos estudios. Dado que son objetos intrínsecamente débiles, sólo tienen una magnitud aparente suficientemente brillante los más cercanos. Un método simple para detectarlos es entonces determinar los colores de estrellas que probablemente estén próximas. Si están cercanas y son débiles sólo pueden ser enanas y los colores nos indican de que tipo son.

El problema es francamente paradójico pues para saber si una estrella es cercana o no es necesario conocer su paralaje y justamente antes de determinar ésta conviene saber de antemano que la estrella es cercana. Es fácil ver, sin embargo, que en general bastará con saber que la estrella tiene una probabilidad bastante grande de ser cercana. En efecto, si recordamos que hasta magnitud aparente fotográfica 15 hay unos 15.000.000 de estrellas, es fácil comprender que sería de suma utilidad para cualquiera de los campos antes citados seleccionar cuales de ellas tienen mayor probabilidad de ser próximas al Sol.

Un método simple para seleccionar estas estrellas consiste en limitarse a aquellas estrellas que poseen un gran movimiento propio. La idea en que se basa este criterio es muy simple. Supongamos dos estrellas que se mueven con la misma velocidad, pero que se hallan a distinta distancia.

En un intervalo de tiempo dado (por ejemplo 1 año), ambas se habrán despla-

mayor que $0''2$. Es pues una tarea realizable la determinación de las paralajes de estas estrellas, con la ventaja adicional de que pocas de ellas arrojarán resultados sin valor.

La selección de estrellas de gran movimiento propio es relativamente simple, ya que basta comparar dos placas de una misma zona del cielo tomadas con el mismo aparato con un intervalo de tiempo de algunas decenas de años. La comparación se realiza generalmente con un microscopio blink que permite ver alternadamente una y otra placa. Si se han colocado inicialmente las placas en forma tal que las estrellas de fondo no aparecen desplazadas al alternar una y otra placa, cualquier estrella que tenga gran movimiento propio se verá que "salta" al realizar la alternación. La detección de las estrellas de gran movimiento propio es pues muy simple y todo el problema radica en disponer de placas tomadas con intervalos de tiempo suficientemente largos.

Entre los primeros que se ocuparon en la búsqueda sistemática de estrellas de gran movimiento propio debemos mencionar a Wolf y a Ross. A fines de la década del 30 quedó completado un trabajo monumental en este campo, el Bruce Proper Motion Survey, que realizado bajo la dirección de Luyten, permitió identificar más de 90.000 estrellas con movimiento propio apreciable en el hemisferio sur. De estas se preparó una lista razonablemente completa de estrellas con movimientos propios mayores que $0''5$, por año, que llegaba hasta magnitud aparente fotográfica 14,5 y hasta 16,5 en algunas zonas. Este trabajo permitió a Luyten determinar la función de luminosidad hasta magnitudes sumamente débiles. Posteriormente pudo determinar índices de color para las estrellas de mayor movimiento propio lo que le condujo al descubrimiento de numerosas enanas blancas. En los últimos años, en el Observatorio de Lowell, Giclas y sus colaboradores vienen realizando una extensa búsqueda de estrellas de gran movimiento propio, aprovechando las placas que se habían tomado durante la búsqueda de Plutón. Este trabajo cubre alrededor de la tercera parte del área total del cielo, estando concentrado en la zona de la eclíptica, y se lo considera

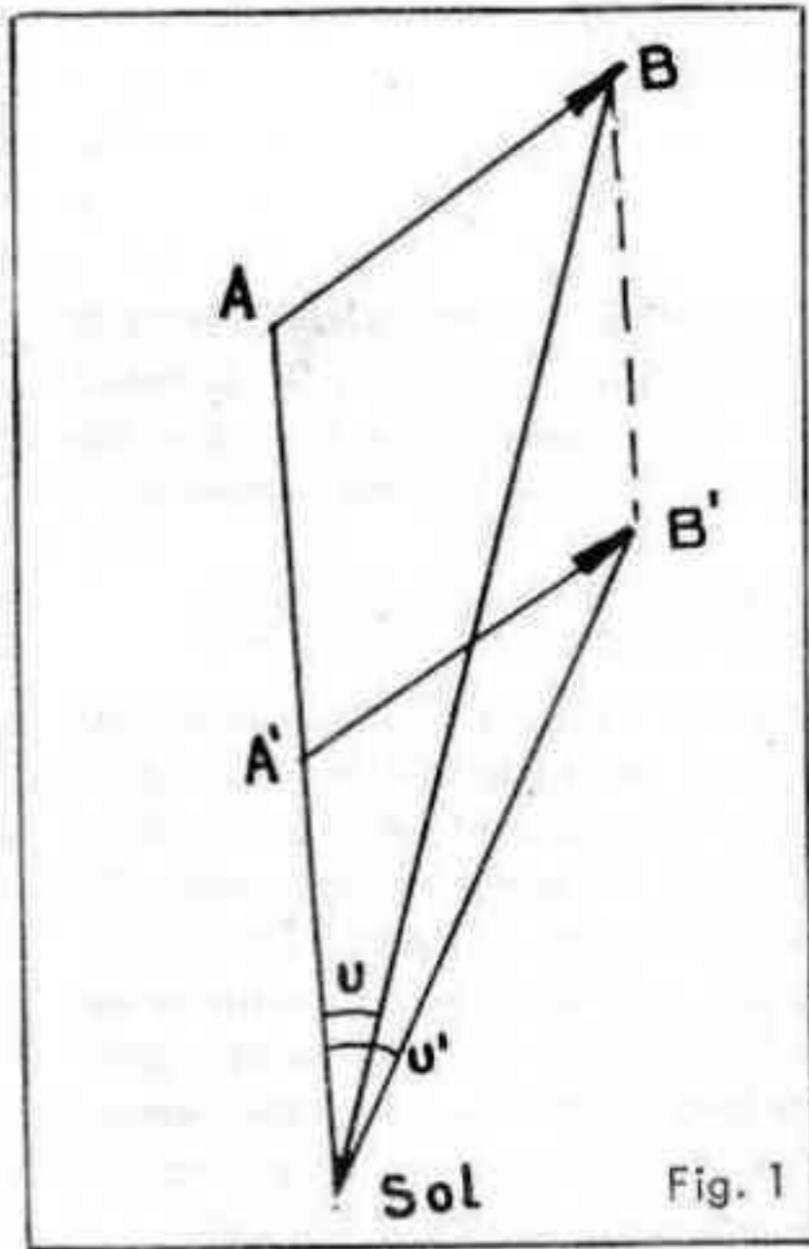


Fig. 1

do distancias iguales $\overline{AB} = \overline{A'B'}$, (Fig. 1) pero los ángulos u y u' bajo los cuales se ven desde el Sol estos desplazamientos son obviamente distintos correspondiendo mayor ángulo (y por ende mayor movimiento propio) a la más cercana. Es decir, en general, las estrellas de gran movimiento propio son las más cercanas y por ende resultan de suma utilidad para los distintos campos mencionados al principio.

Tomemos por ejemplo el caso de las paralajes trigonométricas. Más de medio siglo de trabajos en este terreno nos han conducido al conocimiento de sólo unas 6.000 paralajes de las cuales no llegan a 1.000 las que tienen errores suficientemente pequeños como para ser de utilidad. Es obvio que sería imposible determinar con un método tan lento y trabajoso las paralajes de los 15.000.000 de estrellas más brillantes que magnitud 15 para determinar cuáles son las más cercanas. Sin embargo hasta magnitud 15 hay sólo alrededor de 2.000 estrellas con movimiento propio mayor que $0''5$ y unas 20.000 con movimiento propio

completo hasta magnitud fotográfica 16 para movimientos propios mayores de $0''27$ por año. Recientemente el Observatorio Naval de los Estados Unidos ha inaugurado un nuevo telescopio reflector astrométrico, bajo la dirección de Strand, y justamente han concentrado el trabajo de este magnífico aparato en la determinación de paralajes trigonométricos de estrellas seleccionadas de las listas de Giclas. Resulta interesante comentar que se han agregado nuevos motivos de interés sobre estrellas de gran movimiento propio.

Lo comentado antes acerca de que las estrellas de mayor movimiento propio son las más cercanas es correcto si todas las estrellas tienen aproximadamente la misma velocidad. Pero si hay estrellas con velocidades muy altas, ellas presentarán movimientos propios relativamente grandes aún cuando no sean muy cercanas.

Es decir que las estrellas de gran movimiento propio permiten también detectar estrellas de alta velocidad.

Resulta divertido que en general los astrónomos interesados en las estrellas cercanas se quejen de que en las listas de estrellas de gran movimiento propio hay demasiadas estrellas de alta velocidad (que no son cercanas), en tanto que los interesados en las estrellas de alta velocidad suelen quejarse de que muchas de las estrellas de gran movimiento propio no son de alta velocidad.

El seleccionar estrellas de acuerdo con su movimiento propio vimos pues que tiene una serie de ventajas para algunos trabajos. Empero no conviene terminar sin comentar algunos de los riesgos que esto entraña. Uno que se advierte inmediatamente es que no todas las estrellas cercanas son de gran movimiento propio; por ende al limitarnos a

ellas estamos perdiendo aquellas estrellas que, o bien tienen una velocidad muy baja, o bien la dirección de su velocidad es próxima a la de la visual desde la Tierra y por ello tienen un movimiento propio pequeño a pesar de ser cercanas. Trumpler y Weaver han calculado cuantas estrellas quedan sin descubrir al limitarnos a las de gran movimiento propio. Por ejemplo si nos limitamos a estrellas con movimiento propio mayor de $0''5$ por año perdemos alrededor del 6% de las estrellas más cercanas de 5 parsecs y alrededor del 22% de las más cercanas que 10 parsecs.

Si consideramos movimientos propios mayores de $0''2$ por año, sólo se pierde el 1% de las estrellas más cercanas que 5 parsecs, el 4% de las más cercanas que 10 parsecs y el 15% de las más cercanas que 20 parsecs.

Se ve pues que, a menos que pretendamos llegar demasiado lejos, no son muchas las estrellas que se pierden.

El otro riesgo es más serio e inevitable: las muestras de estrellas seleccionadas por movimiento propio están forzosamente viciadas en el sentido de que si las queremos para representar a las estrellas más cercanas al Sol, además tienen preferencia por las altas velocidades (cabe también el fenómeno inverso pero no es tan grave).

Este hecho obligó a desistir de emplear las estrellas enanas rojas seleccionadas por movimiento propio para estudios cinemáticos.

No cabe duda empero de que, si se trabaja con cuidado, previendo los riesgos que involucra su empleo, las estrellas de gran movimiento propio son de enorme valor para varias ramas de la astronomía moderna.



EDITORIAL UNIVERSITARIA DE BUENOS AIRES

Rivadavia 1571/73 - Buenos Aires

LIBROS SOBRE ASTRONOMIA

- ASTROFISICA TEORICA (t.I) V.A. Ambartsumián (manuales)
ASTROFISICA TEORICA (t.II) V.A. Ambartsumián (manuales)
EL COSMOS H. Bondi (Ciencia Joven Nº 13)
LOS ECLIPSES P. Couderc (Cuadernos Nº 89)
LAS ETAPAS DE LA ASTRONOMIA P. Couderc (Cuadernos Nº 63)
LAS HERRAMIENTAS DEL ASTRONOMO G.R. Miczaika y W.M. Sinton (C. Activa)
INTRODUCCION A LA ASTRONOMIA C. Payne Gaposchkin (manuales)
EL MENSAJERO DE LOS ASTROS G. Galilei (Los Fundamentales)
NUEVO MANUAL DE LOS CIELOS H. Bernard, A.D. Bennet y H.S. Rice (C. Activa)
LA REVOLUCION DE LAS ESFERAS CELESTES N. Copérnico (Los Fundamentales)
EL SOL G. Abetti (manuales)
EL TELESCOPIO DEL AFICIONADO, COMO SE CONSTRUYE J. Texereau
(Ciencia Joven Nº 5)
LA TRAMA DE LOS CIELOS S. Toulmin y J. Goodfield (Lectores Nº 35)
EL UNIVERSO P. Couderc (Cuadernos Nº 39)
LA VIDA EN EL UNIVERSO M.W. Ovenden (Ciencia Joven Nº 18)
LA VIA LACTEA B. Bok y P. Bok (manuales)
LA RELATIVIDAD P. Couderc (Cuadernos Nº 95)
UNA VISION DEL COSMOS K.H. Boeke (Escuela del Tiempo Nº 13)
TECNICAS DE FISICA EXPERIMENTAL J. Strong (2 tomos) (manuales)
EL INQUIETO UNIVERSO - M. Born (Lectores E1)
LA ASTRONAUTICA - L. Laming (Cuadernos Nº 150)
LOS SATELITES ARTIFICIALES Ch. N. Martin (Cuadernos Nº 17)
GRAVEDAD - G. Gamow (Ciencia Joven Nº 19)
MICHELSON Y LA VELOCIDAD DE LA LUZ - B. Jaffe (Ciencia Joven Nº 7)

ASPECTOS DEL PROGRESO EN EL SERVICIO NACIONAL DE LA HORA

Julio E. Marpegán
Ex-jefe del Observatorio Naval

I

El progreso científico y tecnológico registrado en el mundo en los últimos 20 años, ha hecho necesaria la definición del tiempo sobre nuevas escalas, que cabe tomar como rigurosamente uniformes, para satisfacer exigencias teóricas de investigación y desarrollo en el campo de la Física, de la Electrónica, la Astronomía, la navegación espacial, etc.

La noción del transcurso del tiempo fue de antiguo evaluada sobre la base de fenómenos rítmicos naturales. Más tarde tuvo su expresión objetiva en dispositivos mecánicos que registran fenómenos físicos tales como las oscilaciones de un péndulo o de la espiral de un reloj y, recientemente, en dispositivos electrónicos que responden a la frecuencia de un cristal piezoeléctrico o de resonador atómico. Los relojes sólo permiten la medición del tiempo sobre intervalos relativamente cortos, pero por su desarrollo actual han alcanzado un alto valor científico en la metrología del tiempo.

En su aspecto cronológico, el tiempo sigue siendo definido por el más natural y extraordinario de los relojes: la Tierra, cuyo período de rotación sobre su eje fue considerado uniforme durante siglos, sin ningún problema para la ciencia hasta hace poco más de 30 años. A partir de entonces, los relojes de cuarzo y los relojes atómicos de perfección científica evidenciaron que la velocidad de rotación de la Tierra tiene variaciones estacionales e irregulares que producen fluctuaciones no rigurosamente periódicas de la duración del día.

Los efectos climáticos no son simétricos en ambos hemisferios y producen desplazamientos de grandes masas de hielo y aire, a los que se atribuyen las variaciones estacionales de la velocidad de rotación de la Tierra, que producen fluctuaciones periódicas semestrales de la duración del día. Los desplazamientos violentos de materia interior y de la corteza terrestre,

ocasionan junto con otras causas, variaciones imprevistas e irregulares en la rotación de la Tierra y, consecuentemente, en la duración del día. La fricción de las mareas exteriores e interiores a la corteza y el movimiento del núcleo causan una disminución secular de la velocidad de rotación de la Tierra.

SISTEMA DE TIEMPO

Por no ser uniforme, el tiempo rotacional determinado por observaciones astronómicas sólo permite mediciones reales aproximadas que no satisfacen a la Física moderna, la cual basa sus mediciones extremadamente finas en fenómenos vibratorios cuyas ondas tienen duración y longitud de carácter absoluto. Como esas mediciones no pueden realizarse sino sobre una escala uniforme de tiempo, los astrónomos y los físicos debieron definir los tres nuevos sistemas de tiempo que actualmente se emplean.

SISTEMA DE TIEMPO ROTACIONAL

En el sistema clásico definido por el período de rotación de la Tierra, que determina la duración del día sidéreo, el tiempo solar medio varía proporcionalmente con el tiempo sidéreo del cual se deduce. El Tiempo Universal es una medida particular del tiempo solar medio referida al primer meridiano internacional siendo su unidad el segundo de tiempo universal determinado por la fracción 1:86.400 de la duración del día solar medio.

En los servicios horarios ha sido necesario distinguir dentro del tiempo rotacional, tres clases de tiempo universal (TU).

TU₀: Es el tiempo universal observado deducido astronómicamente del movimiento diurno del equinoccio medio. Su determinación se efectúa por observación visual de estrellas

fundamentales cuando se emplea el anteojo de pasajes meridiano o el astrolabio de Danjon y por registro fotográfico automático del pasaje de estrellas cenitales si se emplea el tubo cenital fotográfico. La precisión de una determinación aislada es de $\pm 0^s020$ con el primer instrumento y de $\pm 0^s005$ con cualquiera de los dos últimos.

TU₁: Es el tiempo universal TU₀ observado corregido de los efectos del desplazamiento del polo sobre la longitud geográfica, cuya corrección ΔL depende de las coordenadas instantáneas del polo y de las coordenadas geográficas del lugar de observación: $TU_1 = TU_0 + \Delta L$.

La corrección ΔL varía suavemente entre valores máximos comprendidos entre $\pm 0^s015$ y es evaluada para cada 10 días por la Oficina Internacional de la Hora (B.I.H.) sobre la base de los estudios que realiza el Servicio Internacional del Movimiento del Polo, analizando los resultados de las determinaciones astronómicas sistemáticas de la latitud, realizadas por los servicios de latitud adheridos, que operan en los dos hemisferios.

TU₁ es estrictamente rotacional y expresa la rotación angular verdadera de la Tierra, siendo por ello de aplicación inmediata en la reducción de observaciones astronómicas, geodésicas y de navegación.

TU₂: Es el tiempo universal TU₁ corregido por los efectos de las variaciones estacionales de la velocidad de rotación de la Tierra, cuya corrección ΔT_s , aproximada, es evaluada por la Oficina Internacional de la Hora sobre la base del estudio ponderal de los resultados de las determinaciones astronómicas sistemáticas de tiempo, efectuadas en los dos hemisferios por los 45 servicios horarios adheridos.

$$TU_2 = TU_1 + \Delta T_s = TU_0 + \Delta L + \Delta T_s$$

TU₂ es la expresión del tiempo astronómico rotacional referido a la velocidad media estimada de la rotación de la Tierra, salvo irregularidades accidentales no previsibles. Su escala

es de tiempo aproximadamente uniforme, que puede acumular errores pero sin variaciones bruscas durante el año. Es el sistema práctico de tiempo al que se refieren los tiempos de emisión de todas las señales horarias de precisión propaladas.

Cuando esas señales horarias sean empleadas en determinaciones astronómicas o geodésicas deberá tenerse en cuenta que:

$$TU_1 \text{ de la señal} = TU_2 \text{ de la señal} - \Delta T_s$$

ΔT_s está dada en el boletín horario del servicio horario correspondiente o del B.I.H.

Las variaciones diarias de la corrección ΔT_s son suaves, pero, por su efecto acumulativo de período semestral, el valor ΔT_s puede variar durante el año entre +50 y -50 milisegundos lo que es verdaderamente significativo, ya que un reloj atómico tardaría más de un siglo para acumular tales variaciones del reloj Tierra.

SISTEMA DE TIEMPO GRAVITACIONAL

Como el tiempo rotacional no es uniforme, los astrónomos debieron establecer un nuevo sistema de tiempo astronómico sin relación alguna con la rotación de la Tierra. Definieron en 1952 el Tiempo de Efemérides, deducido de las teorías gravitacionales y determinado por el movimiento orbital de la Tierra alrededor del Sol conforme con las leyes de la mecánica celeste.

Las tablas del Sol de Newcomb permiten calcular las posiciones teóricas exactas del astro en función de un tiempo estrictamente uniforme. Ese tiempo rigurosamente uniforme, que es el argumento en función del cual se calculan las efemérides del Sol, es el tiempo astronómico uniforme, llamado por esa razón tiempo de efemérides (TE), teórico y muy poco accesible.

Para posibilitar su determinación astronómica se usa la cámara dual de Markowitz para observaciones precisas de la Luna sobre

un campo de estrellas, cuya posición bien conocida permite determinar la posición del centro de la Luna. Se computaron nuevas y precisas tablas lunares para calcular las efemérides de la Luna, que dan las posiciones teóricas exactas del satélite, de modo que con las posiciones observadas de la Luna pueden interpolarse con cierta exactitud los tiempos de efemérides correspondientes a dichas posiciones observadas.

La precisión de esas determinaciones del tiempo de efemérides tiene significación solamente cuando son hechas sobre largo plazo, por lo que sus valores exactos son conocidos con más de un año de atraso, para establecer la relación:

$$TE = TU + \Delta T \text{ para } 1969,5: \Delta T = +40^s \\ (\text{provisorio})$$

ΔT es la diferencia determinada para cada año, entre el tiempo de efemérides y el tiempo universal. ΔT resume todas las variaciones del tiempo universal, por irregularidades de la velocidad de rotación de la Tierra.

Para la Unión Astronómica Internacional y para la Comisión Internacional de Pesas y Medidas la unidad de tiempo es el Segundo de Efemérides, igual a la fracción $1:31\,556\,925,974$ de la duración del año trópico 1900. Esta unidad, que se mantiene constante, determina la escala uniforme del tiempo de efemérides y reemplaza en el campo científico al segundo de tiempo universal TU_2 ligeramente variable, que sigue siendo la unidad práctica de tiempo. Desde 1960 las efemérides de los cuerpos celestes del sistema solar se dan con argumento TE en lugar de TU. Cuando en trabajos astronómicos sea necesario referir las coordenadas de esos cuerpos a TU, bastará corregirlos por su variación en el intervalo ΔT .

Ejemplo:

$$\alpha TU = \alpha TE + \frac{\Delta T}{86\,400} \times d \alpha$$

para la Luna:

$$\alpha TU = \alpha TE + \frac{\Delta T}{3\,600} dh \alpha$$

SISTEMA DE TIEMPO ATOMICO

Los relojes de cristal de cuarzo tienen hoy gran perfección, y su precisión sobre corto período es cercana a 1×10^{-11} . Lamentablemente esa gran estabilidad varía progresivamente con el tiempo debido a cambios en el comportamiento de su elemento macroscópico fundamental, que se conocen como envejecimiento variable del cristal. El reloj de cristal puede ser un excelente guardatiempo, pero no un conservador de tiempo uniforme.

Ello fue logrado a partir de 1955 por los físicos Essen y Parry, que desarrollaron en Teddington el primer reloj atómico, patrón absoluto de frecuencias, basado en la inmutabilidad de la frecuencia natural de resonancia de los átomos de cesio. La precisión de ese patrón atómico fue un verdadero suceso en la metrología del tiempo, ya que puede conservarlo uniforme indefinidamente, con precisión mejor que 1 microsegundo por día, determinada por la frecuencia constante del resonador atómico de estabilidad cercana a 1×10^{-12} .

Un reloj de esa precisión, que funcionara continuamente, no alcanzaría a acumular un error de 1 segundo a lo largo de 30 siglos y superaría en diez mil veces la precisión del reloj Tierra. La frecuencia constante de resonancia de los átomos permite definir así una escala de tiempo físico estrictamente uniforme, con la sola limitación de la tecnología constructiva de los relojes atómicos que la generen.

Se eligieron los átomos de cesio 133 para definir la escala uniforme del tiempo atómico (TA), calibrando su frecuencia de resonancia sobre la escala uniforme del tiempo de efemérides (TE) durante el período 1955-1958, que resultó con acuerdo de físicos y astrónomos:

$$f(Cs) = 9\,192\,631\,770 \text{ ciclos por seg. de T.E.}$$

El tiempo atómico es hoy de aplicación universal en experiencias, trabajos y servicios científicos, cuya unidad es el Segundo

Internacional definido por la XII Conferencia Internacional de Pesas y Medidas reunida en París en octubre de 1967: "El segundo es la duración de 9 192 631 770 períodos de radiación correspondiente a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133".

La escala uniforme del tiempo atómico TA fue aplicada a partir de 1958, época para la cual se lo consideró coincidente con el tiempo rotacional TU₂. Si en 1958,0 se consideran coincidentes las tres escalas de tiempo TA, TE y TU, resultan para la época 1969,0 aproximadamente las siguientes diferencias:

$$TA - TU_2 = +7^s \quad \text{y} \quad TE - TU_2 = + 6^s$$

En 11 años el tiempo rotacional atrasó aproximadamente 7^s respecto de las escalas uniformes de los tiempos TA y TE.

La marcha en retardo del tiempo TU₂ respecto del tiempo TA, ha sido a partir de 1962 de -0^s0013, para alcanzar en 1969 a -0^s0026 por día, habiendo permanecido estacionaria en 1962 y 1963 en el primer valor, aumentando progresivamente en 1964 y 1965, para estacionarse en el segundo valor en los últimos tres años, siguiendo igual tendencia en 1969. El alargamiento del período de rotación de la Tierra es aparentemente muy significativo para ser real, admitiéndose que experiencias más precisas deberán ser hechas en el futuro para determinar con más precisión las escalas uniformes de los tiempos TE y TA, las que a pesar de ello han sido de real utilidad y progreso.

COORDINACION MUNDIAL DE LAS FRECUENCIAS - PATRONES Y DE LOS TIEMPOS DE EMISION DE LAS SEÑALES HORARIAS

Los servicios horarios tienen la misión de determinar el tiempo en sus diferentes sistemas, la de conservarlo y la de llevarlo al conocimiento general por medio de señales de frecuencias patrones y de hora, manteniendo la mayor precisión posible en sus tres etapas. No obstante, pueden existir discrepancias entre las frecuencias y tiempos de emisión de los diferentes servicios, las que dependen de la exactitud de las longitudes geográficas adoptadas por cada

uno, del método e instrumental de determinación, del instrumental de observación y de la medición y transmisión de las señales.

El advenimiento del tiempo atómico ha permitido establecer, con alto grado de precisión, la coordinación en escala mundial de las frecuencias patrones y de los tiempos de emisión de los pulsos horarios, requerida por la navegación espacial y la sincronización de sistemas. El cálculo de las órbitas de los satélites artificiales se vería dificultado si los tiempos de observación de las estaciones de rastreo que operan en el mundo estuvieran referidos a señales de hora discordantes, provenientes de distintos orígenes. Este problema se resolvió con la coordinación de los tiempos de emisión de los pulsos horarios en todos los servicios de hora y frecuencias patrones, los que en general lo hicieron a partir de 1962, previa coordinación de las longitudes geográficas adoptadas por los diferentes servicios respecto del primer meridiano medio, estudiada por la Oficina Internacional de la Hora, la que recomendó que todas las señales de frecuencias patrones y horas se emitan sobre la escala uniforme de Tiempo Universal Coordinado, para que ellas sean señales de frecuencia constante y de tiempo uniforme, gobernadas ahora por patrón atómico.

ESCALA DEL TIEMPO UNIVERSAL COORDINADO

Esta escala participa de la característica cronológica del tiempo universal TU₂ y de la característica metrológica del tiempo atómico TA. Está derivada de este último por el simple artificio de defasar en forma anual y constante la frecuencia atómica del cesio, en una medida tal que la frecuencia defasada determine en el reloj sincrónico asociado a ella una marcha uniforme del tiempo que sea concordante al décimo de segundo con el tiempo universal rotacional TU₂.

La Oficina Internacional de la Hora, previa consulta a observatorios y servicios interesados, determina conforme con las variaciones observadas del tiempo TU₂ respecto del tiempo TA, cuál será el defasaje constante

Δf a aplicar a la frecuencia atómica f (Cs) a partir del 1º de enero de cada año, para que la frecuencia resultante sea la frecuencia nominal que genera para cada año, la escala del Tiempo Universal Coordinado TUC:

$$f(\text{TUC}) = f(\text{Cs}) (1 + \Delta f)$$

Cuando por variaciones no previstas en la velocidad de rotación de la Tierra, el tiempo coordinado TUC tienda a apartarse en 0^{s} del tiempo rotacional TU₂ en adelanto o atraso, se dispondrá que todos los servicios horarios coordinados del mundo efectúen un salto de 100 milisegundos exactos, en atraso o adelanto, a cero horas del día 1º del mes que indique la oficina internacional, para mantener el acuerdo de las dos escalas de tiempo dentro del décimo de segundo. Con ese acuerdo el tiempo uniforme coordinado TUC TA satisface todos los propósitos técnicos y prácticos, con ventajas sobre las otras escalas.

El defasaje aplicado para 1969 sigue siendo $\Delta f = -300 \times 10^{-10}$, que desde 1966 mantiene concordantes los tiempos TUC y TU₂. Ese valor de Δf produce una marcha constante del TUC de $0^{\text{s}}002592$ por día, en atraso, respecto del tiempo atómico TA.

La coordinación mundial del tiempo de emisión de las señales horarias coordinadas debe ser mejor que $0^{\text{s}}001$ y las frecuencias patrones deben ser mantenidas con precisión superior a 1×10^{-10} por día.

Las señales de frecuencias patrones y hora coordinadas que se emiten con alcance mundial continental o zonal, son de positivo interés en las investigaciones astronómicas, geodésicas y geofísicas, en navegación espacial, rastreo de satélites artificiales y misiles, en la sincronización de sistemas, en la navegación aérea y marítima por métodos electrónicos o astronómicos, en el contraste y calibrado de frecuencias, en radio y telecomunicaciones, en la grande y pequeña industria electrónica, etc.

II

MODERNIZACIÓN EN EL SERVICIO NACIONAL DE LA HORA

Por su posición geográfica en el hemisferio sur, nuestro país es uno de los pocos que tienen la responsabilidad de contribuir en lo nacional y en lo internacional a las determinaciones, estudios y realización de servicios especiales que hacen al interés general de la ciencia y de la tecnología actual. La modernización y reequipamiento del Observatorio Naval y de los importantes servicios que presta, planeada hace cinco años, ha sido un hecho necesario y ya logrado en la mayor parte de sus etapas principales: determinación, conservación y emisión de la hora y frecuencias patrones.

Continuará

"Los "Amigos de la Astronomía" y el Observatorio de La Plata realizan misión cultural concurrente, ya que ambos se proponen crear y difundir el interés por los estudios astronómicos en el ambiente popular argentino".

FLAMMARION - Astronomía Popular	m\$n.	17.500
HOYLE - Fronteras de la Astronomía	"	2.000
LANGREO - Astronomía Esférica	"	2.400
MUIRDEN - Iniciación a la Astronomía	"	1.900
HUFFER-TRINKLEN - An introduction to Astronomy	"	4.275
RUMMEY - Climatology and the World's Climates	"	6.250
SAUCIER - Principles of Meteorological Analysis	"	5.650
C. PASCUAL - Iniciación a la Observación Astronómica, Visual y Fotográfica	"	7.200

REVISTAS - SUSCRIPCIONES ANUALES

Astronomical Jnal., 10 números	m\$n.	6.600
Astronomie, mensual	"	3.900
Astrophysical Jnal. 10 números	"	16.500
Review of Popular Astronomy, bimensual	"	2.200
Sky and Telescope, mensual	"	3.600
Soviet Astronomy (Trad. del ruso al inglés), bimensual	"	21.200
Space Science Reviews, 9 números (editado en Holanda)	"	19.500
Bulletin of the American Astronomical Society, aparece 4 veces al año	"	2.200

Por: Augusto E. Osorio

1 - Ondas radioeléctricas

Las comunicaciones a través del espacio se efectúan mediante las ondas radioeléctricas, que básicamente están compuestas por un campo de dos fuerzas: una, eléctrica y otra, magnética, que se irradian al espacio libre por medio de una antena adecuada.

Ambas fuerzas son normales entre sí y de igual magnitud, como también perpendiculares al sentido de propagación a la misma velocidad de la luz: 300.000 km./seg.

Las ondas radioeléctricas se clasifican según su longitud de onda o números de ciclos por segundo, según la siguiente relación:

$$\text{long.onda} = \frac{\text{veloc.prop. (300.000 k/seg.)}}{\text{frecuencia}}$$

La longitud de onda puede expresarse tanto en metros, como en decímetros o milímetros, según de qué se trate. Las ondas de radiodifusión usuales se consideran de 1.500 a 550 Kc, o sea de 200 a 540 metros. También se las denomina ondas medias o métricas. La frecuencia es la cantidad de ciclos por segundo. Hasta el año 1902 se creía que las ondas de radio eran prisioneras de la Tierra y que no podían atravesar las capas superiores de la atmósfera, ionizadas por los rayos ultravioletas del Sol. En el año citado, dos científicos: Kennelly y Oliver Heaviside, descubrieron independientemente que las capas superiores ionizadas no permitían el paso de las ondas y las reflejaban a la Tierra, pero que las ondas cortas, inferiores a los 5 metros aproximadamente,

tenían la propiedad de atravesar estas capas ionizadas y perderse en el espacio.

La Fig. 1 muestra parcialmente el espectro electromagnético, en la parte común a las ondas de radio y de luz, detallándose las longitudes de onda correspondientes. En el segmento rayado (Radioastronomía), las siglas SHF, UHF y VHF, significan respectivamente Super altas frecuencias, 3.000 a 30.000 Mc/s (millones de ciclos); Ultra Alta Frecuencia 300 a 3.000 Mc/s y Muy Alta Frecuencia 30 a 300 Mc/s o sea, esta última, de 10 metros a uno de longitud de onda.

La Fig. 2 detalla aproximadamente la posición relativa de las capas ionizadas que se clasifican en "D", "E", "F1" y "F2", según su concentración iónica y altura. Estas capas varían continuamente según la hora del día y ciclo solar. Por ejemplo, de noche las capas "F1" y "F2" se fusionan en una sola denominada simplemente "F". La figura muestra el comportamiento de las ondas, según su longitud, para atravesar o no las capas ionizadas.

Esta somera explicación sobre la naturaleza y propagación de las ondas radioeléctricas ya nos permiten deducir que para comunicarnos con el espacio exterior, más allá de nuestra atmósfera, debemos utilizar las ondas ultracortas: decimétricas o milimétricas.

2 - Generación e irradiación de ondas radioeléctricas

James Clerk Maxwell (1831-1879), célebre físico inglés, enunció la teoría de la

existencia de las ondas de radio, por similitud con las ondas luminosas en el año 1864, pero no llegó a construir aparatos capaces de producirlas y detectarlas.

Con el adelanto de la técnica, en 1887 el físico alemán Heinrich Hertz (1857-1894) produjo en su laboratorio de Bonn ondas de radio captadas a cierta distancia, comprobando la teoría de Maxwell. Estas ondas se llaman también "hertzianas" en homenaje a Hertz.

Según Maxwell, cuando se descarga un conductor en forma instantánea, se desprenden ondas electromagnéticas de este conductor. Hertz aplicó este principio con bobinas de inducción de alta tensión y descarga de condensadores en un circuito oscilante. Por supuesto, la onda obtenida no era de amplitud constante, es decir, amortiguada.

Posteriormente, con el advenimiento de las válvulas termiónicas y transistores, se producen estas ondas sobre la base del consumo de las corrientes de alimentación de circuitos sintonizados.

La potencia radioeléctrica obtenida se irradia al espacio por medio de las antenas, que fundamentalmente deben estar en resonancia con las longitudes de onda en juego. Por este motivo sus dimensiones deben coincidir con la mitad o un cuarto de la longitud de onda a recibir o transmitir. Una antena de TV, por ejemplo, en forma de dipolo (dos cuartos de onda por rama), para 200 Mc/s tendrá unos 70cms. por rama.

Para aumentar la intensidad de la señal recibida en las antenas para rastreo de satélites o para comunicaciones con ellos, se emplean grandes superficies reflectoras en forma de paraboloide, de unos 30 metros de diámetro, que concentran las ondas en la antena propiamente dicha, situada en el foco de la parábola, en forma similar a los telescopios reflectores.

3 - Comunicaciones terrestres y reflejadas

Las ondas irradiadas por una antena pueden recibirse, ya sea en forma directa, como ocurre en radiodifusión de ondas media o en TV, cuyo alcance depende principalmente de las alturas a que se encuentren las respectivas antenas.

Para telecomunicaciones superiores a los 500 a 1.000 km., es necesario recurrir normalmente a las ondas cortas de 10 a 50 metros de longitud de onda, efectuándose la comunicación por reflexión de las capas ionizadas (Fig 2). Pero estas comunicaciones están supeditadas a varios factores que escapan al control humano, como condiciones de propagación, actividad solar, época del año, luz diurna, etc.

En ondas ultracortas se utilizan pantallas reflectoras, como los sistemas de microondas, pero para cubrir millares de kilómetros o interconectar continentes se requiere una capa reflectora artificial.

Con el advenimiento del radar, con el que se obtuvieron en 1946 ecos de la Luna, se pensó en utilizar a este satélite natural como pantalla reflectora para comunicaciones mundiales.

Efectivamente, en mayo de 1959 se lograron algunos circuitos comerciales entre EE.UU. y Gran Bretaña, con la colaboración del Dr. Lovell, de la Universidad de Manchester, que empleó el gigantesco radiotelescopio de Jodrell Bank con su famosa antena de 75 metros de diámetro.

4 - Sistemas de telecomunicaciones por satélite

La enorme distancia media de la Luna de 384.000 km. requería la utilización de grandes potencias, y además problemas de eco por el tiempo de ida y vuelta de la señal, que restaba calidad a este circuito, lo hizo poco práctico por su escaso rendimiento comercial.

Fue así que surgió la idea de crear una luna artificial, más cercana y útil, que se

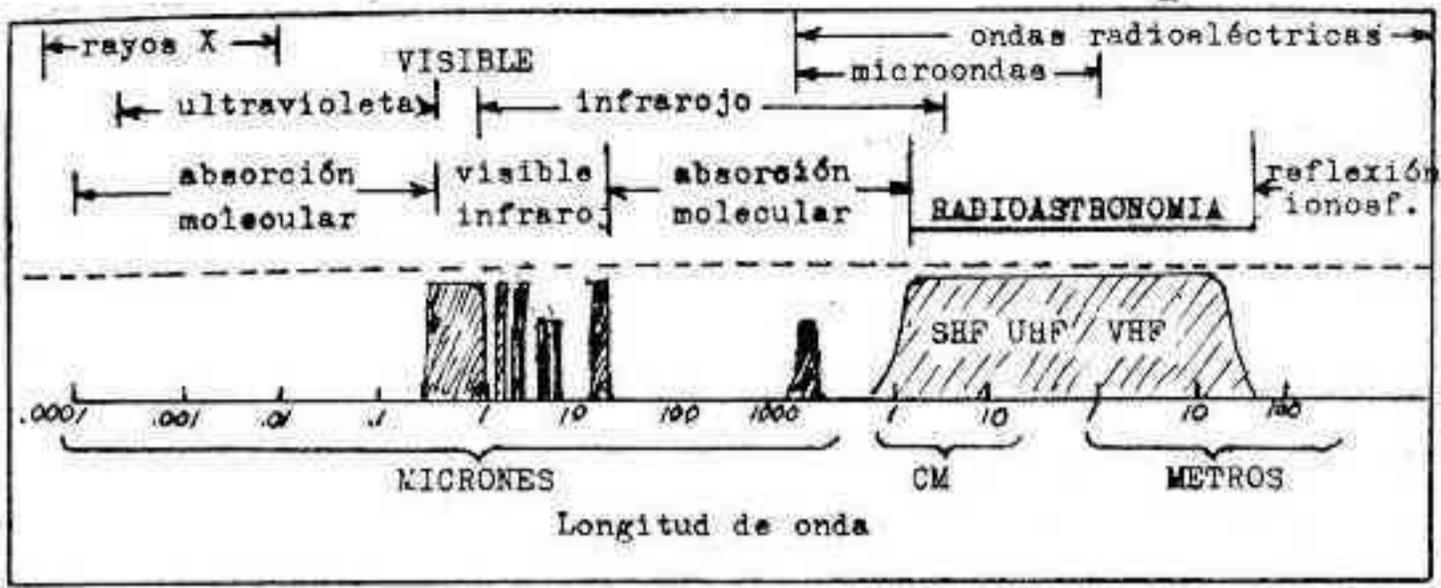


Fig.1

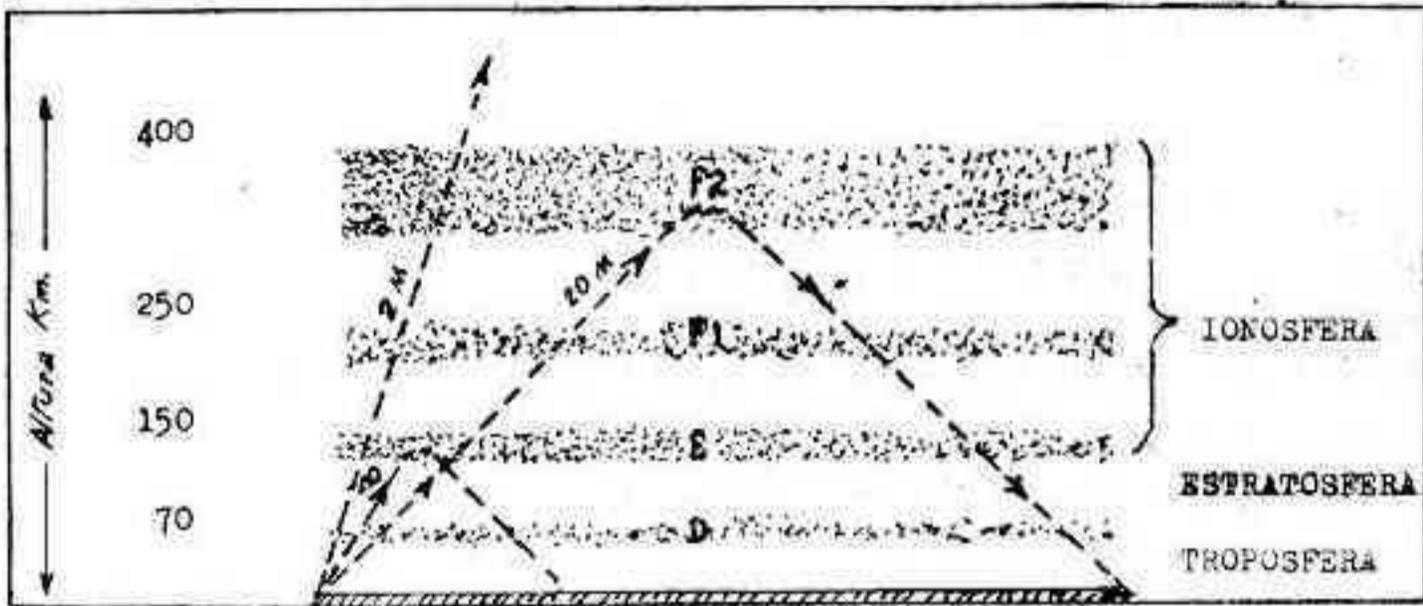


Fig.2



Fig. 3



Fig. 4

concretó en el ECO I, un globo de plástico Mylar con un finísimo revestimiento de aluminio, de 30 metros de diámetro. Fue puesto en órbita, casi circular, el 12-VIII-60, sirviendo para efectuar numerosas comunicaciones de radiotelefonía, facsimilado y TV de costa a costa de EE.UU.

La Fig. 3 muestra una concepción artística del funcionamiento de este primer satélite de comunicaciones, denominado "pasivo".

La señal reflejada por este satélite pasivo era, asimismo, muy débil, por cuyo motivo se ideó construir satélites provistos de equipos radioeléctricos que recibieran la señal y amplificándola varios millones de veces la retransmitieran a la Tierra.

Estos satélites se denominaron "activos" con la gran ventaja de que aunque sean de reducido tamaño pueden retransmitir con potencias relativamente altas y cubrir extensas zonas de la Tierra, como indica la Fig. 4, en la que puede observarse que para cubrir media superficie terrestre el satélite debe estar a unos 36.000 km., con un ángulo de irradiación de 17° .

La altura a que se encuentre el satélite determina el tiempo en que describe su órbita. Por ejemplo, a 160 km. describe la órbita en 87 minutos; a 1.600 km. en 118, etc. Una altura crítica es de 35.850 km. en la que el satélite gira sincrónicamente con la Tierra, pareciendo suspendido en el espacio o fijo. Se le dice "estacionario".

La Fig. 5 muestra las áreas terrestres que podrían cubrirse con dos o tres satélites, colocados estos últimos estratégicamente con 120° de intervalo entre sí. En línea punteada se detalla la ubicación proyectada de los tres satélites y las respectivas zonas de influencia.

En línea llena, el caso de dos satélites, siempre sobre la línea del Ecuador.

Como modelo de satélite activo citaremos al TELSTAR, que se muestra en la

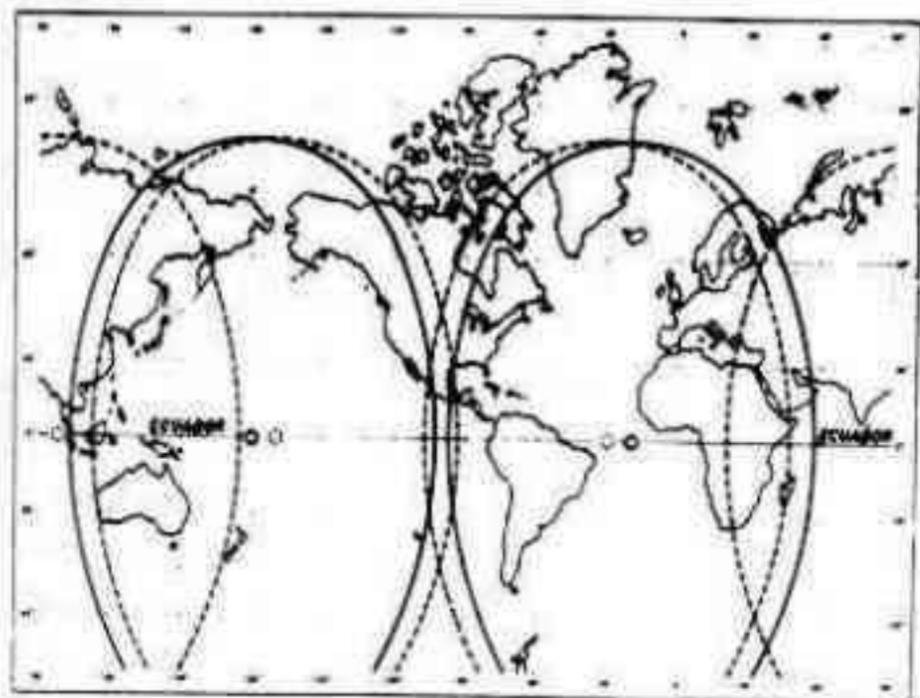


Fig. 5

Fig. 6, en la que se detalla la ubicación de los equipos, celdas solares y antenas. El funcionamiento de este satélite comprende recibir las señales de las estaciones terrestres, amplificarlas 10 billones de veces y retransmitirlas con $2\frac{1}{2}$ vatios de potencia. Recibe señales de 6.390 Mc/s y las retransmite en 4.170 Mc/s. Dimensión: 86cms. de diámetro y 67,7 kg. de peso.

Para situar en órbita al TELSTAR se utilizó un cohete Delta, de 28m de longitud y $2\frac{1}{2}$ de diámetro, con un peso de 50.000 kg. Se colocó en órbita en la tercera etapa a 27.000 km/hora, dando una vuelta a la Tierra en 160 minutos, a 45° sobre el Ecuador. Su apogeo, 5.000 km., y el perigeo 960 km.

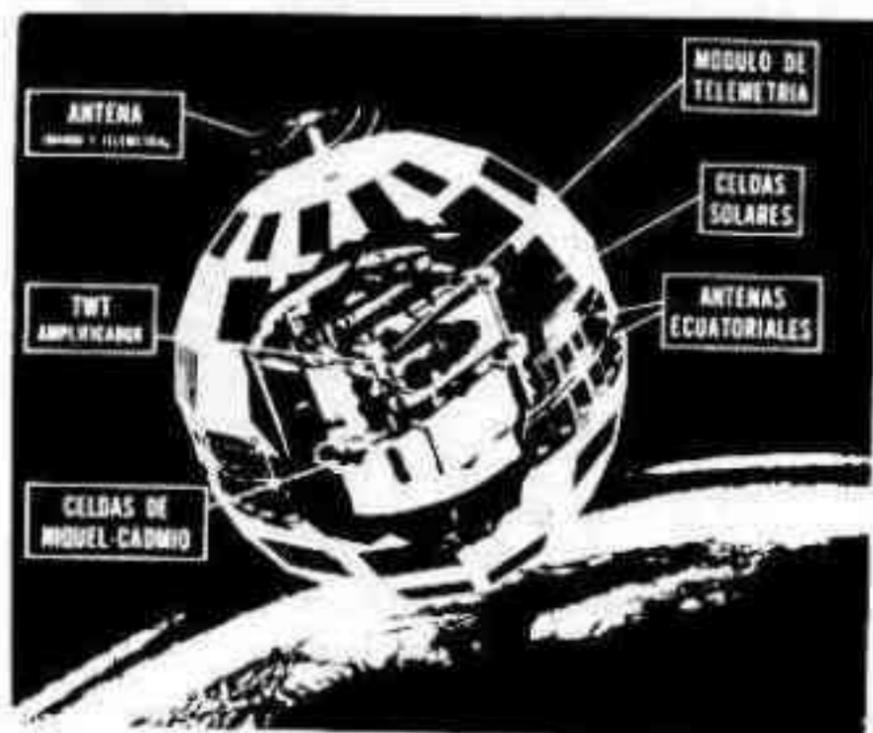


Fig. 6

Otra forma de establecer cadenas de comunicaciones internacionales sería por medio de una serie de satélites a las alturas de 6.000 a 9.000 km, relativamente bajas, pero su trayectoria es muy rápida y limita su zona de influencia.

5 - La Argentina y las comunicaciones por satélites

Las comunicaciones por satélite están reemplazando a las convencionales por cables submarinos y radiocomunicaciones a larga distancia para interconectar los continentes, habiéndose formado importantes compañías internacionales para la explotación comercial de estos servicios.

En 1962 se formó la COMSAT (Communications Satellite Corp), que ya en 1964 contaba con 60 países miembros, incluyendo 8 latinoamericanos que con la sigla INTELSAT tenían el propósito de establecer un sistema global único de comunica-

ciones comerciales por satélite, la que facilitaría una expansión de servicios de telecomunicaciones a todas las regiones del mundo para contribuir a la paz y entendimiento mundial.

Cada nación que integra el INTELSAT contribuye a sus gastos y beneficios conforme a las condiciones de explotación comercial del sistema.

Nuestro país integra el INTELSAT, y para su participación activa se está construyendo en Balcarce la Estación Terrestre correspondiente, que se proyecta inaugurar el 9-VII-69.

La Fig. 7 detalla esquemáticamente el funcionamiento del sistema: la antena parabólica de la estación terrena en Balcarce recibe las señales emitidas por el satélite (Intelsat III-F2) puesto en órbita a fines de 1968, a 31° longitud Oeste sobre el Ecuador. Estas señales son de retransmisión, y provienen

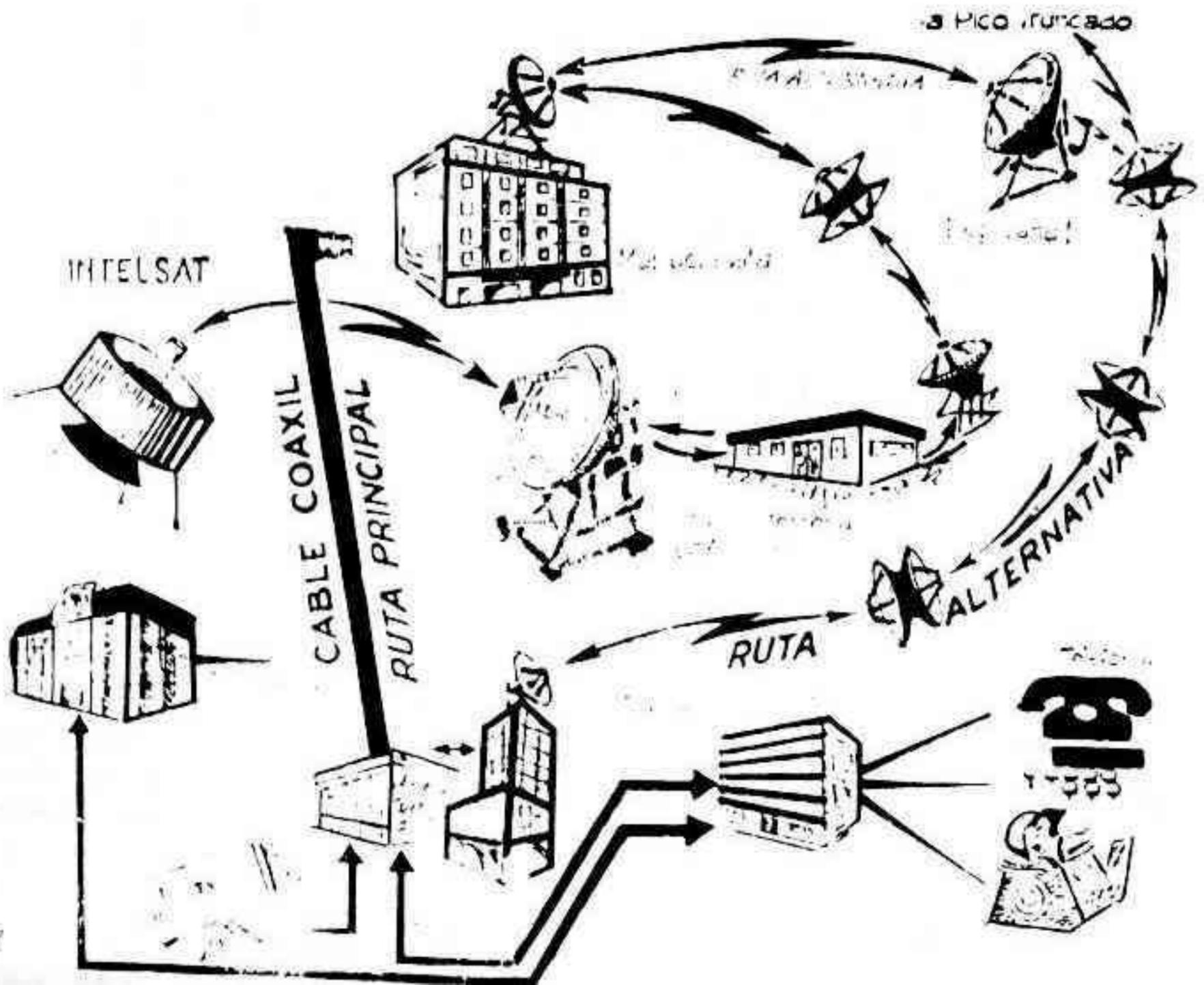


Fig. 7

de las emitidas por las naciones corresponsables.

En la sala de equipos instalada en la estación se procesan todas las señales recibidas y a su vez se retransmiten por un circuito de microondas a la central telefónica de Mar del Plata de ENTel, donde por medio del cable coaxil se envía a Buenos Aires, central Cuyo de Larga Distancia; Edificio República en Corrientes y Maipú y además a las estaciones de TV.

En caso de falla del cable coaxil se ha previsto una ruta alternativa que partiendo de Mar del Plata utiliza un sistema de microondas vía Tandil (de la ruta de Pico Truncado-Buenos Aires), y llega al edificio República para redistribuirse igual que el anterior.

Se incluye la conexión con el Palacio de Correos, que actúa como Centro de Operación Telegráfico Internacional con 96 canales para el exterior. En el edificio sito en Talcahuano y Cangallo se instalará el Centro Telefónico Internacional, con 132 circuitos iniciales, télex y facsimilado.

De esta forma la Argentina se incorpora a la red mundial de comunicaciones por satélite, aprovechando esta maravillosa conquista de la técnica moderna que tanto contribuirá a una mayor difusión de la cultura y sobre todo a un mejor entendimiento entre los pueblos, para bien y progreso de la humanidad.

"Hace más de un siglo que la Astronomía ha llegado a gran altura y "Ciencia Príncipe" fue llamada por consenso universal; tanta era la solidez, la grandeza y la simplicidad majestuosa que aparejaba. Desde dos mil años y más había pasado el período fabuloso en que el espíritu humano había sentido la necesidad de animarlo y personificarlo todo, y poblado el aire de genios y de hadas, llenado el universo de seres sobrenaturales, adorado el viento, el trueno, la tempestad; postrado ante los astros, como ante tantos dioses; ante el Sol como dios supremo, regulador de las estaciones. Pero una vez rotas las cadenas del doctrinarismo y del sistematismo antiguos, que por muchos siglos habían imperado, se sustituyó a los fabulosos sistemas, por otros sistemas falsos también, basados sobre especulaciones abstractas y abstrusas, las cuales con su genialidad y audacia abatieron la "Astrolatría" creando la "Astrología", no menos insubsistente y plagada de prejuicios".

HUGO LANDI - Rev. Astr. - Año IX - N° II - 1937

"Para muchos de nuestros lectores el término Astronáutica debe ser aún desconocido. Pero se preguntará: puede considerarse a la Astronáutica como una ciencia, es decir, como algo con visos de seriedad, o es simplemente una locura de algunos cerebros desequilibrados? Ante todo, pueden tener por seguro nuestros lectores que si no se tratara de un estudio serio no hubiera tenido cabida en estas columnas".

MARTIN DARTAYET - "La Astronáutica" - Rev. Astr. - Año II - N° VII - 1930

COMO CONSTRUIMOS UNA CUPULA DE 3 METROS DE DIAMETRO

Ambrosio Juan Camponovo
Vicente S. Brena

INTRODUCCION

Si bien es cierto que, en rigor, no es necesario contar con una cúpula para abrigar un instrumento astronómico pequeño con montura acimutal, es imprescindible, en cambio, mover el techo en lugar del instrumento cuando se posee un telescopio montado ecuatorialmente. Mover el techo significa volver accesible el cielo al instrumento. Las soluciones son varias: si el observatorio se instalará directamente sobre el terreno, adosado o separado de la casa habitación, es posible construir un techo corredizo, pero si el observatorio estará, en razón del mayor dominio del cielo, en la parte alta de la construcción, se impone la cúpula hemisférica, muy estética por lo demás.

Una cúpula puede construirse de varios tipos y distintos materiales. No entraremos en estos detalles, concretándonos a informar como construimos la nuestra. Desde luego, conocíamos la opinión de Texereau respecto a las cúpulas cuando dice: "Las cúpulas menos malas tienen también tabiques calorífugos, un diámetro muy grande con relación al volumen del instrumento y una gran ventana que puede esperarse desprovista de graves remolinos en la mitad central" (Jean Texereau, El telescopio del aficionado, EUDEBA, 1961, pág. 278). Pero también debimos aceptar la reflexión de Galli: "El aficionado deberá conformarse con el lugar que el destino le ha asignado para desarrollar sus actividades ordinarias" (José Galli, Fotografía Astronómica, CORREO FOTOGRAFICO, 1945, pág. 148).

Como el tipo y tamaño de la cúpula estará fijado por la mampostería construida con anterioridad, es imprescindible, antes de hacer esta última, saber qué tipo de instrumento se albergará luego. Nosotros tenemos pensado construir un telescopio tipo Cassegrain de 30 cm de abertura, por lo que levantamos una pieza-observatorio de 3,50x4,50 metros con un

agujero de 3 metros de diámetro. Es conveniente, para evitar tener que elevar demasiado el instrumento, calcular anticipadamente la altura de las paredes; éstas deben alcanzar, aproximadamente, la misma altura que tendrá el punto de giro del telescopio si luego se quiere observar hasta el horizonte o poco menos.

DISCUSION DEL PROYECTO

Como paso inicial observamos y comparamos cuantas fotografías y artículos sobre el tema pudimos obtener. Desgraciadamente, las fotografías, tomadas todas desde el exterior y desde gran distancia, poco ilustran para una construcción, y los datos técnicos y descripciones detalladas nos faltaron por completo.

Fijado el diámetro, en relación con el diámetro del agujero preparado, fueron tratados separadamente los distintos problemas, la mayoría de los cuales, en sus pequeños detalles, fue necesario resolver sobre la marcha. Inmediatamente quedaron fijadas las dos características principales de nuestra cúpula:

- I - Girarla sobre ruedas fijas
- II - Serla lo más liviana posible

A continuación, nos pusimos de acuerdo, en este orden, sobre los siguientes puntos:

- a) Serla de chapa galvanizada, lo más delgada posible, prefiriéndola en lugar del aluminio en razón de su mayor elasticidad;
- b) La armazón sería de hierro de la menor sección posible, compatible con la rigidez necesaria;
- c) La ventana sería del tipo clásico de dos hojas;

d) Sería desmontable para facilitar su traslado y posterior armado en su lugar definitivo;

e) El plano que pasara por el centro de la esfera cortarfa a la cúpula a la altura de la superficie superior de las ruedas;

f) Debería ser impenetrable por la lluvia.

Como condición general, e ineludible por otra parte, debería ser (y lo fue realmente) construida a mano con herramientas comunes.

Detallaremos paso por paso y conológicamente cómo construimos y luego armamos los distintos elementos, pero antes haremos dos indicaciones de carácter general. Los perfiles de hierro dulce se doblan, curvan, cortan o perforan exactamente según los deseos del operador, pero es condición indispensable sujetarlos fuertemente para evitar errores en el doblado y también para evitar las vibraciones cuando se lo golpea. Los ajustes de curvatura se logran fácilmente golpeando en la parte media y opuesta a los puntos de apoyo, según se muestra en la fig. 1, en la que están exageradas las curvaturas. Las líneas punteadas muestran la curvatura del hierro después de haber sido golpeado.

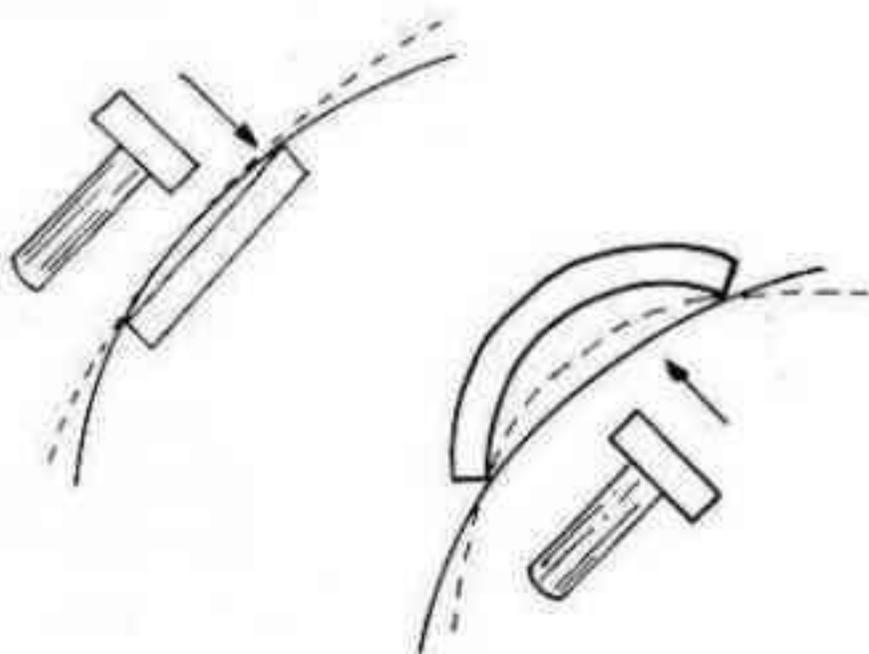


Fig. 1

ARO DE LA BASE

Comenzamos por el aro de la base, eligiendo una sección de hierro T de 45x50mm previendo que debería sostener todo el peso de la cúpula y no deformarse hacia la ovalización cuando se la girara desde el interior o fuera comprimida desde el exterior por el viento. Para darle forma circular construimos de madera dura un molde doble, fuertemente unido por buzones, dándole a la parte curva un radio de 130cm previendo la elasticidad del hierro (Fig. 2). Entre ambas partes del molde colocamos un espesor igual al del ala del hierro T. Luego, sujetando un extremo del hierro, hicimos presión para adaptarlo a la curvatura del molde, y para ajustarlo más exactamente se lo golpea con un martillo no muy grande. Nos bastaron dos tiras de 6,5 metros cada una. Teníamos marcado en el piso del taller un círculo igual al diámetro final de la cúpula, de modo que colocando sobre éste los trozos ya curvados resultó fácil comprobar los defectos o excesos de curvatura, marcar y cortar los extremos a desechar por no estar curvados (que desde luego sobraban) y finalmente ajustar cada semicircunferencia golpeándola desde el interior o desde el

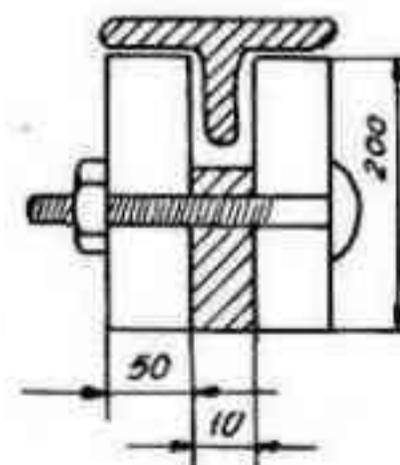
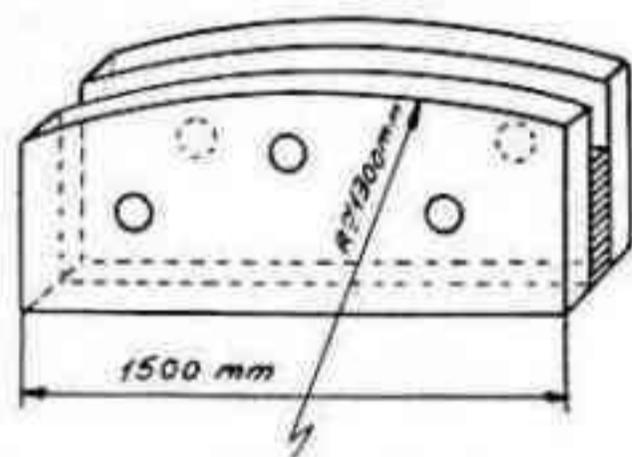


Fig. 2

exterior. Cortamos los extremos a 45° para evitar ruidos al girar la cúpula sobre las ruedas y unimos ambas partes por medio de gruesas planchuelas por la parte superior mediante tornillos de cabeza fresada con arandela tipo grover. Después de luego, las cabezas van hacia arriba y la parte inferior está fresada para alojar las cabezas de los tornillos. Los ajustes de curvatura, válidos para todos los casos, se logran golpeando en la parte media y opuesta a los puntos de apoyo, según se muestra en la fig. 1, en la cual están exageradas las curvaturas. Es conveniente que el apoyo sea lo más pesado posible para que pueda absorber el golpe.

ABERTURA PARA LA VENTANA

Antes de iniciar la construcción de los arcos de sostén para las chapas de cubrimiento de bimos fijar el ancho que daríamos a la ventana. En este punto aceptamos una solución de compromiso. Es conveniente una ventana del mayor ancho posible por dos razones: comodidad para la observación, especialmente en fotografía, y más rápido equilibrio térmico entre el interior y el exterior, no solo del aire sino también del calor acumulado por las paredes, pilar e instrumento. Pero una ventana excesivamente ancha implica una debilidad en la estructura general, pues no hay que olvidar que la ventana debe cubrir también el polo de la cúpula y excederlo por lo menos en una cantidad igual al diámetro del objetivo. Un simple esquema bastará para determinar el ancho teniendo en cuenta el diámetro del objetivo del telescopio. En nuestro caso, este diámetro será de 30cm, de modo que con una ventana de 65cm libres tendremos para casi una hora de observación. Por otra parte, siendo muy liviano todo el conjunto, no habrá problemas en girar la cúpula aun en el caso de una exposición fotográfica continuada. Construimos entonces con perfil T de 19mm y radio menor que el de la base, puesto que estos bordes de la abertura son círculos menores, la pieza mostrada en la figura 3, en la que se observan, además, los otros arcos de sostén. En cada uno de los extremos inferiores soldamos una planchuela triangular para unirlos luego al aro de base, y para un mejor ajuste cortamos previamente en estos arcos, una cantidad igual al espesor de

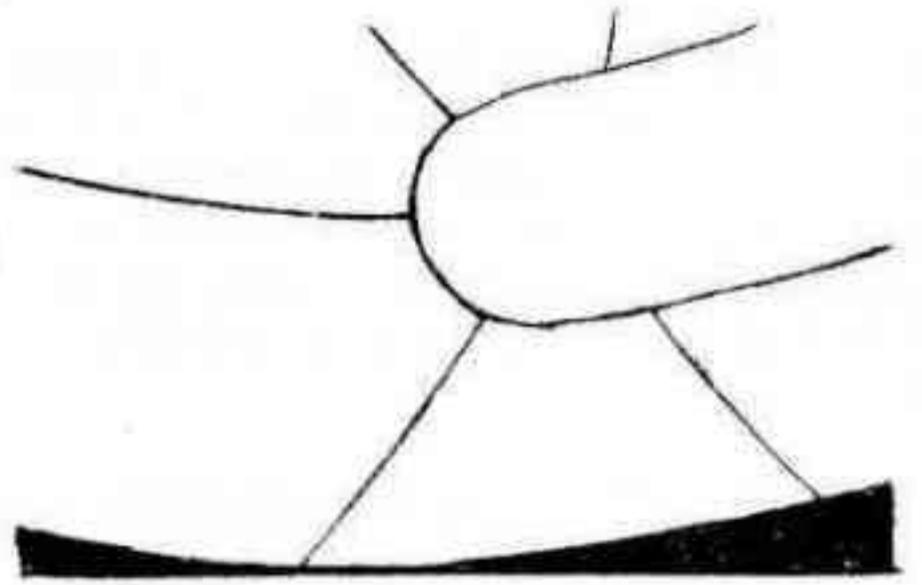


Fig. 3

las planchuelas de modo que apoyara exactamente sobre el aro de base, según puede verse en la fig. 4.

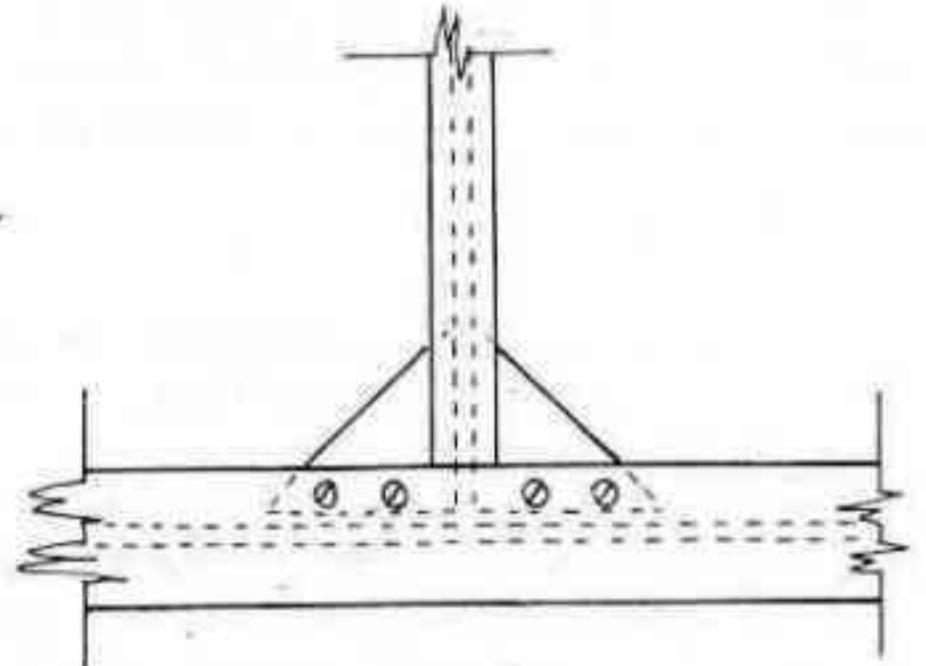


Fig. 4

AROS DE SOSTEN

Son arcos de círculos máximos destinados a soportar las chapas que recubrirán la cúpula. Para darles la curvatura necesaria bastará una disposición mucho más liviana que para el aro de base, en razón de su menor sección. La cantidad de estos arcos dependerá de la solidez que quiera dársele a toda la estructura. En nuestro caso bastaron 5 arcos. Debe tenerse en cuenta que estos arcos apuntan al polo de la cúpula y por lo tanto son de distinta longitud según el lugar que ocupen luego. Del mismo modo que para el arco de la ventana, cortamos debidamente los extremos inferiores, a los que solda-

mos sendas planchuelas. Para la unión superior bastaron delgadas planchuelas de hierro que fueron atornilladas uniendo los arcos. Naturalmente, la unión de un perfil T con otro debe hacerse cortando ciertas partes de las alas; resulta más fácil verlas en la experiencia que relatarlas.

ARMADO DEL ESQUELETO DE ARCOS

Con todos los elementos disponibles comenzamos el armado del esqueleto. Unido el aro de sostén formando un círculo perfecto procedimos a montar sobre él la abertura para la ventana, fijándola con prensas para proceder al perforado simultáneo de ambas piezas. Una vez colocados los tornillos seguimos con la colocación de los arcos de sostén en la misma forma; abajo, con la planchuela triangular soldada al arco y atornillada al aro, y arriba, con planchuelas.

VENTANA

Es la parte más complicada de este tipo de construcción puesto que debe satisfacer ciertas condiciones, tales como rigidez y curvatura adecuada; debe sostener las ruedas que permitirán su deslizamiento y contar con piezas que impidan que la ventana pueda levantarse por cualquiera de sus extremos. Además, debe tener solapas para evitar la entrada del agua y eventualmente canaletas para el desagüe. Por último, debe permitir o llevar el mecanismo de cierre y abertura. Luego de hacer innumerables croquis comenzamos a dibujar a escala los distintos aspectos. Antes de curvar los arcos es necesario conocer el radio que tendrán, el cual estará determinado por la suma

del radio de curvatura del aro más el espacio que deberá haber entre la ventana y la cúpula para permitir la colocación de ruedas, soportes, etc. Comenzamos por fijar entonces los perfiles y ruedas que emplearíamos. El dibujo definitivo es el mostrado en la Fig. 5. El cálculo fija el largo de los arcos de sostén. Armamos entonces dos rectángulos muy alargados y curvados que serían las armazones; en sus extremos fijamos los soportes de las ruedas, soldándolos, y luego las ruedas, cuatro por cada hoja. El perfil empleado fue hierro T de 19mm; el diámetro de las ruedas inferiores, de 80mm y el de las superiores, de 63mm. La parte inferior soportará además del peso de ambas ventanas la fuerza a aplicar para el cierre y abertura, y por lo tanto debe ser un poco más robusta que la superior, que solo sirve de apoyo y guía.

Una vez terminadas las ventanas procedimos a colocar los rieles por los cuales debía deslizarse. Conocíamos la distancia a la cual debían ser colocados de modo que solo nos faltaba idear la forma de sujetarlos al aro de base. Se comprende que éste no es un problema difícil, pero debe ser resuelto sobre la marcha. Todos los soportes fueron hechos con planchuelas de hierro dobladas en frío.

FORRADO

Empleamos chapa galvanizada N° 24 en planchas de 1x2 metros, prefiriéndola al aluminio en razón de que éste no permite planchar la chapa una vez doblada y si bien no nos ocurrió, no descartamos la posibilidad de un error en algún doblez. Como debíamos fo-

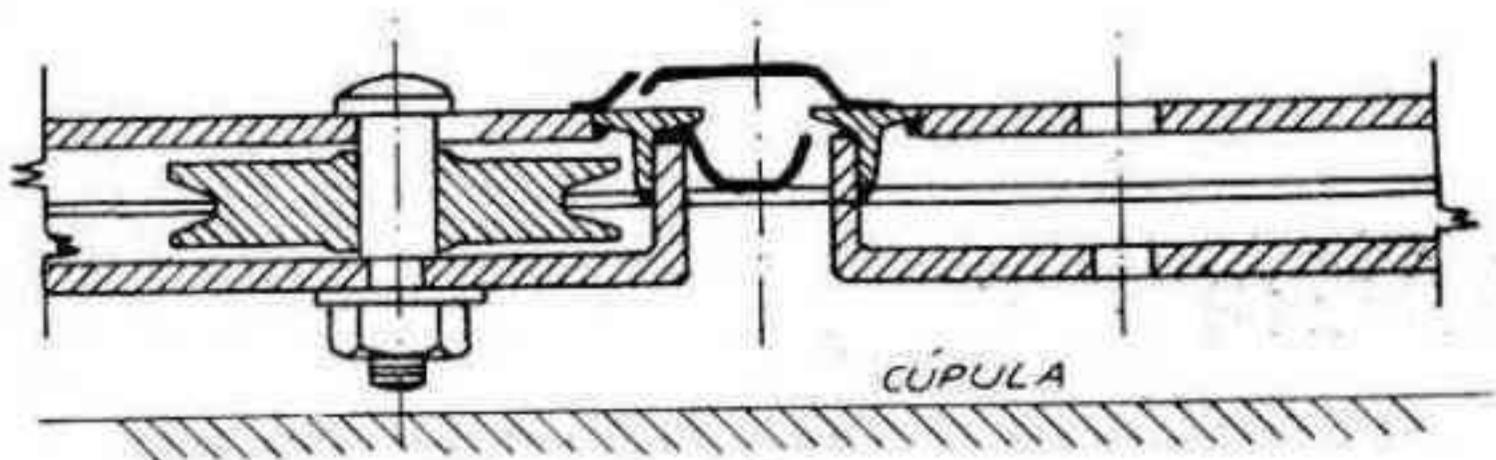


Fig. 5

rrar una superficie esférica decidimos hacerlo por "gajos" (semihuso esférico). Cuanto mayor sea el número de gajos más esférica quedará la cúpula, pero también mayor será el trabajo. Nosotros adoptamos una cantidad razonable: 21, teniendo en cuenta, además, el aprovechamiento de la chapa. El ancho máximo del huso fue calculado dividiendo la circunferencia de base menos el ancho de la ventana por el número de gajos y adelgazándolo mediante la fórmula del coseno. Agregamos y marcamos además a lo largo de sus costados un borde de 12mm. Así marcamos y cortamos todos los husos, guardando los sobrantes de chapa para los distintos accesorios sobre los que hablaremos más adelante.

Habíamos resuelto que la unión de los husos sería hecha mediante un dobléz de 90° hacia adentro uniendo luego un borde con el del huso siguiente mediante remaches de aluminio de 2mm de diámetro por 4mm de largo. Lógicamente, este dobléz debía ser hecho conservando la curvatura de la superficie esférica a cubrir y lo logramos mediante un dispositivo formado por dos planchuelas con la curvatura adecuada. De la perfección de este doblado depende la estética final de la cúpula; es un trabajo tedioso y conviene hacerlo con cuidado. Nosotros procedimos así: fijamos el semihuso al aro y la parte correspondiente de la abertura de la ventana mediante prensas, utilizando de sostén uno de los arcos; luego colocamos el dispositivo sobre la marca de los 12mm y con un martillo liviano procedimos a doblar el borde. Una vez terminado el dobléz de ambos bordes, el gajo se mantenía por sí mismo con aproximadamente la curvatura deseada, si bien la solapa doblada presentaba arrugas que no pueden ni deben intentarse eliminar, pues ello entrañaría el enderezamiento del gajo. Procedimos luego a unir con remaches los bordes adyacentes de dos gajos apoyándolos otra vez sobre la armazón de la cúpula, que sirva de molde para todos los trabajos. Unimos con varias prensas los bordes para evitar deslizamientos durante el perforado y remachado. Conviene hacer el perforado con una herramienta parecida a las tenazas sacabocados convencionales o en su defecto con un punzón de $4\frac{1}{2}$ mm de diámetro afilado convenientemente; por el lado opuesto, un trozo de madera dura

sirve de apoyo. El remachado del aluminio no ofrece dificultad y no es preciso colocar arandela. A continuación colocamos otro huso del otro lado procediendo de la misma forma. Desprendimos el trozo formado por los tres gajos ya remachados y continuamos el trabajo hasta terminar con todos, haciendo grupos de 3 para facilitar el traslado. Naturalmente, por esta unión el agua podía entrar más o menos libremente, por lo que soldamos las uniones por el lado exterior. Luego forramos ambas ventanas para lo cual unimos la chapa con cuatro tornillos a la altura de los soportes de las ruedas y luego, simplemente, doblamos la chapa sobre toda la armazón.

Como teníamos toda la armazón de la cúpula armada sobre el piso del taller, le colocamos las ventanas y comprobamos su correcto movimiento. Aprovechamos la comodidad del lugar para idear los sistemas para evitar la entrada del agua, del cierre, etc., y así construimos dos pequeños "cajones" para cubrir el extremo superior de ambas ventanas y soldamos una solapa a cada lado exterior de la ventana para evitar la entrada del agua impulsada por la lluvia.

RUEDAS DE GIRO

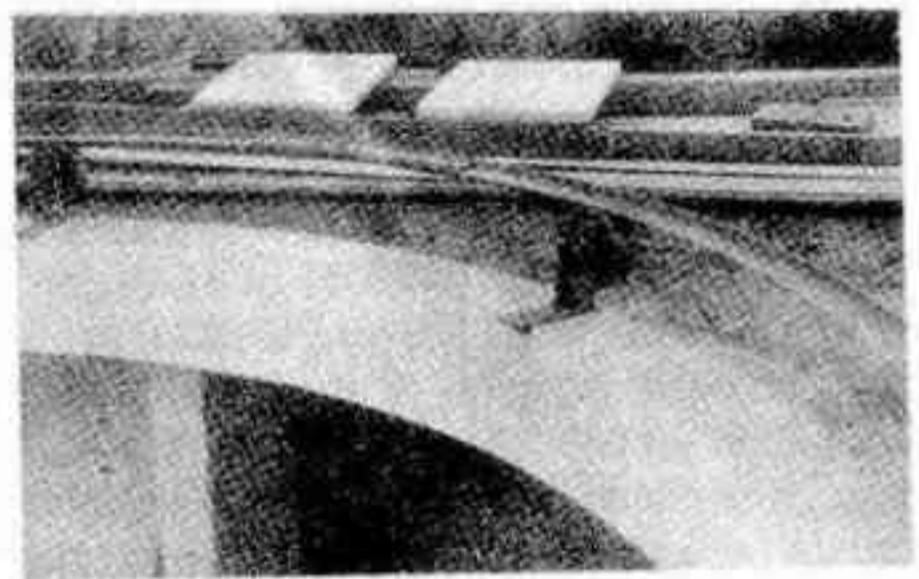


Fig. 6

Dijimos al principio que nuestra cúpula, contrariamente a los modelos clásicos, llevaría un riel de base que se deslizaría sobre ruedas fijas. Esta nos parece que es la idea más práctica de cuantas llevamos expuestas, pues de este modo nos ahorramos un aro y automáticamente impedimos el deslizamiento lateral

de la cúpula al ser detenida por el ala de hierro T del lado opuesto.

En la Fig. 6 puede verse una rueda afirmada a la mampostería y sobre ella una parte del aro de base. Las ruedas son de hierro, de superficie convexa, de 130mm de diámetro y están inclinadas con respecto al plano de giro para que actúen como autocentrantes. Bastaron 8 ruedas para toda la circunferencia.

MOVIMIENTO DE LA VENTANA

Estudiamos varios sistemas, adoptando finalmente el clásico, con movimiento simultáneo de ambas ventanas. Para que este sistema funcione es imprescindible que ambas hojas sean accionadas desde sus extremos inferior y superior simultáneamente y por medio de un sistema que no permita juego falso. Utilizamos cable de hierro de 3mm de diámetro guiándolo, en todos los casos, con ruedas acanaladas. El dispositivo es el clásico para este sistema y su inconveniente mayor está en que todas las ruedas deben fijarse a alguno de los arcos de sostén teniendo en cuenta además que estos son curvos. Otra vez diremos que la solución debe hallarse sobre la marcha del trabajo. En la parte inferior no hay problemas puesto que tenemos un sólido aro sobre el cual puede montarse cualquier dispositivo, en tanto que en la superior, si bien es más débil, hay que considerar que la proximidad de los arcos, al unirse hacia el polo de la cúpula, ofrecen varios puntos de apoyo que hay que elegir adecuadamente. En los puntos en que el cable gira 180° , la rueda debe ser un poco mayor para facilitar el movimiento. La ascensión del cable para accionar la parte superior se realizó mediante tres pares de ruedas con canaleta montadas en un soporte especial, el cual, a su vez, fue fijado a uno de los lados de la abertura de la ventana.

MOVIMIENTO DE ROTACION

En los extremos de un diámetro del aro de base hicimos sobresalir dos puntos de apoyo en los cuales fijaremos dos trozos de hierro para realizar el giro. La rotación es muy suave debido a que el sistema de ruedas hace que no haya

superficies de apoyo sino solamente puntos; recordemos que las ruedas son convexas y están inclinadas. Bastan dos enviones para hacerle dar una vuelta completa.

ARMADO DEFINITIVO

La cúpula fue probada "en tierra" totalmente armada incluyendo la cobertura, para lo cual sujetamos entre sí los tríos de husos con pinzas hechas con trozos de planchuela de 10x3mm unidas por un tornillo central y con prensas que

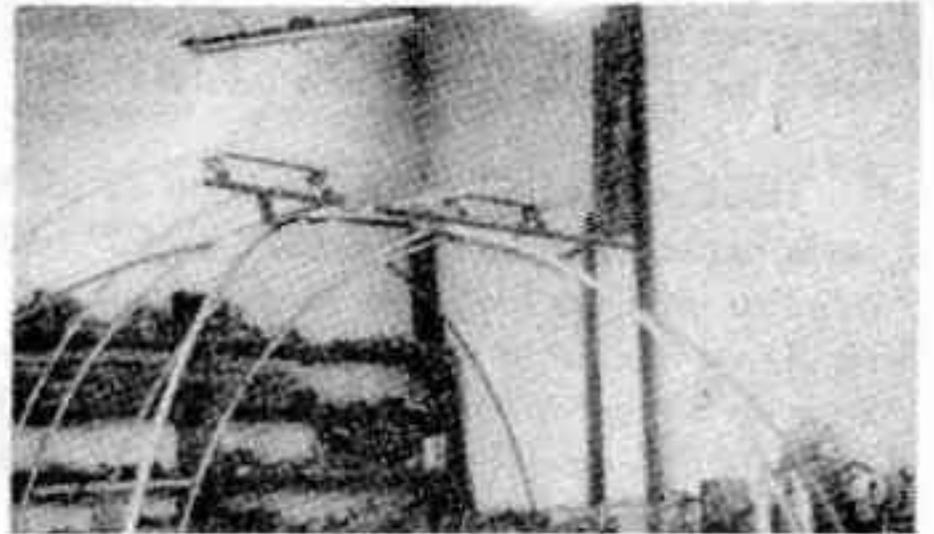


Fig. 7

los sujetaban por la parte inferior al aro de base. Colocamos la ventana y el cable, que se mantiene tenso por medio de un tensor, haciendo funcionar todo a satisfacción. Procedimos a desarmarla para el transporte, cuidando de mar-

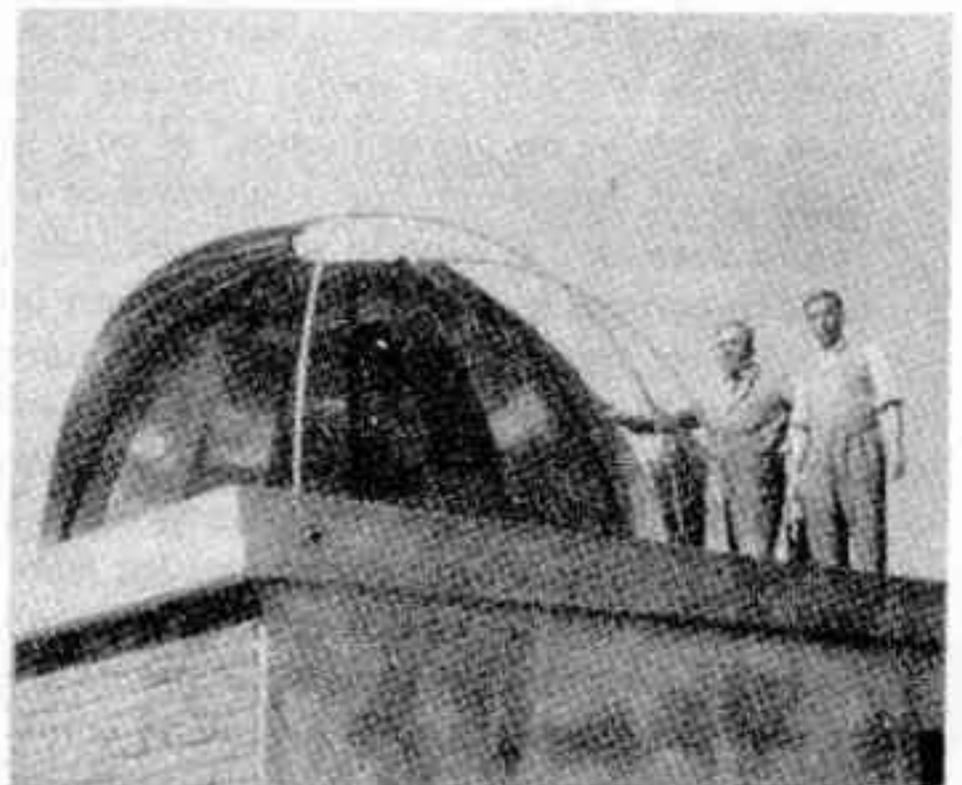


Fig. 8

car todos los elementos en forma inconfundible y de pintar con antióxido todos los hierros. Todo el armado se completó en un día siguiendo el orden en que había sido construida, es decir, primero el aro de base, luego los arcos, más tarde el foro y por último la ventana. Esta vez la cubierta fue colocada definitivamente, asegurándola con tornillos al aro de base y doblando sobre el arco de la ventana los extremos sobresalientes de los gajos que a propósito habíamos dejado un poco más largos. Remachamos y soldamos los trfos entre sí. La ventana fue asegurada mediante dos retenes en la parte inferior y un hierro, paralelo al riel superior y doblado en sus extremos hasta alcanzar a éste, para evitar que la ventana pudiera ser levantada por el viento. Fig. 7 y 8

Faltaba únicamente hacerla impermeable y aquí adoptamos una solución práctica: es imposible evitar que el agua impulsada por el viento penetre por el polo de la cúpula, prácticamente horizontal, y entonces lo mejor es canalizarla para que no moleste.

Las ventanas ya tenían su lado exterior protegido por una solapa que teóricamente debía llegar hasta la superficie de la cúpula, pero esto no es fácil de lograr, y entonces agregamos una especie de aleta dorsal a unos 10 cm del borde de la abertura de la ventana y además soldamos una pequeña canaleta por la parte interna de la unión de la ventana.

Para evitar el agua y parte del viento y tierra que pudiera entrar por la parte inferior de la cúpula, agregamos una especie de pollera hasta cubrir todo el aro de mampostería hasta casi el suelo de la terraza. De esta forma podemos asegurar que únicamente durante un temporal de agua y viento pueda producirse, quizá, la entrada de una fina niebla de agua. Fig. 9



Fig. 9

CONCLUSION

El objeto de esta publicación es el de alentar a nuestros colegas que deseen poseer una cúpula y que la fabriquen por sí mismos. Estamos a disposición de aquellas personas interesadas que necesiten ampliar los detalles dados aquí, asegurándoles que lo difícil, o al menos lo más trabajoso, es "crearla", como tuvimos que hacer nosotros. Ahora nos parece excesivo el tiempo de tres meses aunque solo a ratos libres, empleado para construirla, y creemos que en quince días completos puede terminarse. Sabemos que algunos colegas también han construido cúpulas, y nos agradecería, en bien de todos, que publicaran sus experiencias y opiniones al respecto. El costo total del material, sin contar mano de obra y dolores de cabeza, puede estimarse que no llegará a cincuenta mil pesos, lo que no parece excesivo considerando que una empresa de Estados Unidos nos pidió, para enviarnos una cúpula desarmada de igual medida, cuatro mil ochocientos dólares!

Astronomía Elemental

por el doctor ALEJANDRO FEINSTEIN

Con el lanzamiento de cohetes hacia la alta atmósfera, satélites artificiales y cohetes interplanetarios, los diversos aspectos de la astronomía han comenzado a interesar vivamente a todos los sectores de la población. Por supuesto, este interés es mucho mayor en lo que se refiere a los viajes espaciales y a su factibilidad. Este texto —*verdadera puesta al día en la materia*— fue especialmente preparado por el doctor Feinstein para satisfacer a los *nuevos programas de Astronomía* de 5° año del bachillerato, pero resultará igualmente útil a toda persona que se interese por esta apasionante ciencia.

EXTRACTO DEL ÍNDICE

EL UNIVERSO

Introducción – Idea general del Universo – Descripción sucinta de los objetos celestes – Aspecto del cielo – Movimientos aparentes – Leyes de Kepler.

LA ESFERA CELESTE

Posición aparente de los cuerpos celestes – Coordenadas – Refracción – Centelleo – Paralaje – Aberración – Precesión – Nutación – Posiciones medias y verdaderas – Tiempo – Calendario – Telescopios.

LA RADIACIÓN DE LOS CUERPOS CELESTES

Análisis de la radiación – Brillo y magnitud de las estrellas – Distancia a las estrellas – Magnitud absoluta – Temperatura – Composición química – Tamaño, masa y densidad de las estrellas – Relación masa-luminosidad – Rotación de las estrellas – Atmósfera estelar – Interior de las estrellas – Energía de las estrellas – Edad de las estrellas.

NUESTRA GALAXIA

Estrellas – Nebulosas – Materia interestelar – Radioastronomía.

GALAXIAS

Poblaciones estelares – Grupo local – Cúmulos de galaxias – Cuasar – Pulsar.

EL SISTEMA SOLAR

Los planetas – El Sol – La Luna.

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL UNIVERSO

Evolución de las estrellas – El Universo – Ideas sobre el origen del sistema solar.

LA ASTRONÁUTICA

Los viajes espaciales – Estudios realizados desde vehículos espaciales.

APÉNDICE

1. La enseñanza de la Astronomía en la República Argentina. 2. Institutos astronómicos argentinos. 3. Otras instituciones dedicadas a la Astronomía.

CARTAS CELESTES (fuera de texto)

En venta en las buenas librerías.



EDITORIAL
KAPELUSZ

MORENO 372 - T. E. 34-6451/59 con 50 internos - BUENOS AIRES - ARGENTINA

- NOTICIERO ASTRONÓMICO -

ERRATUM: En nuestro número anterior mencionamos al cometa Thomas como 1968i pero en realidad le corresponde la designación provisoria de 1968j. El cometa 1968i es el periódico Harrington-Abell que fue reencontrado el 23 de noviembre de 1968 por la doctora E. Roemer en la constelación del Erídano con magnitud 19.

Cometa 1968j - Thomas: Los elementos parabólicos no satisfacen las observaciones de posiciones exactas por lo que deben reemplazarse por los siguientes, elípticos, calculados por Brian G. Marsden. Este nuevo cometa será entonces uno más entre los periódicos:

$$\begin{aligned} T &= 1969 \text{ enero } 12,160 \text{ TE} \\ e &= 0,99524 \\ q &= 3,31603 \text{ UA} \\ \omega &= 82^{\circ}555 \\ \Omega &= 150^{\circ}416 \\ i &= 45^{\circ}223 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} T \\ e \\ q \\ \omega \\ \Omega \\ i \end{aligned}} \right\} 1950,0$$

Cometa 1969a - Faye: Periódico. Fue redescubierto por E. Roemer con magnitud 18 en la posición: α 23h38m9 y δ +3°58' el día 17,45692 de mayo. Lo describió como un objeto difuso, sin condensación central, con cola menor de 1°. Según efemérides preparadas en el Instituto de Astronomía Teórica de Leningrado, este cometa ocupará las siguientes posiciones en los próximos meses:

1969	α	δ	Mag.
Set. 16	4h17m55s	+18°38'4	13,3
26	38m69s	+17°40'5	13,0
Oct 6	57m13s	+16°17'3	12,9
16	5h12m12s	+14°33'0	12,8
26	23m04s	+12°34'3	12,7
Nov 5	29m51s	+10°13,3	12,7
15	31m55s	+ 8°32'1	12,7
25	29m80s	+ 6°51'9	12,7
Dic 5	15m48s	+ 5°40'5	12,9
15	20m26s	+ 04'1	13,1
25	15m80	+ 03'0	13,3

Cometa 1969b - Kohoutek: Nuevo, descubierto por el doctor L. Kohoutek en la

posición: α 19h44m6s y δ +26°48' como de magnitud 14 el día 24,0013 de julio. Se trata de un objeto difuso con núcleo y cola menor de 1°. Los elementos provisionales son los siguientes:

$$\begin{aligned} T &= 1970 \text{ marzo } 21,2 \text{ TE} \\ q &= 1,706 \text{ UA} \\ \omega &= 123^{\circ}8 \\ \Omega &= 301^{\circ}0 \quad 1950,0 \\ i &= 86^{\circ}2 \end{aligned}$$

Cometa 1969c - Whipple: Periódico. El señor Zenón M. Pereyra desde Bosque Alegre comunica haber observado a este cometa por lo menos una magnitud más brillante que la prevista. Para fotografiarlo utilizó el reflector de 154cm. y se sirvió de los siguientes elementos:

$$\begin{aligned} T &= 1970 \text{ oct } 9,4114 \text{ TE} \\ \omega &= 189^{\circ}8172 \\ \Omega &= 188^{\circ}3930 \quad 1950,0 \\ i &= 10^{\circ}2355 \\ q &= 2,479505 \text{ UA} \\ e &= 0,351115 \\ a &= 3,821295 \text{ UA} \\ n &= 0,3119436 \\ p &= 7,47 \text{ años} \\ \text{época} &= 1970 \text{ oct. } 21,0 \text{ TE} \end{aligned}$$

Cometa 1969d - Fujikama: Nuevo. Fue descubierto por Shigehisa Fujikama en Onahara, Japón, describiéndolo como difuso, sin núcleo, de 3 minutos de arco de diámetro, sin indicación de cola. Sin embargo K. Tomita desde la estación Dodaira del Observatorio de Tokio dice que tiene una cola algo más larga que 1°. La magnitud es 12 y la posición el 14 de agosto era α 5h48m18s17 y δ +18°58'50"6

Supernovas: Las supernovas más brillantes descubiertas en los últimos meses son las siguientes: en NGC 3556, descubierta por el doctor Wild del Instituto Astronómico de Berna el 6 de febrero con magnitud fotovisual 16. También fue vista por Balázs desde el Observatorio Konkoly. Otra en

NGC 3811 el 9 del mismo mes con magnitud fotográfica 12 por el doctor L. Rosino del Observatorio de Asiago y también por Jankovits del Observatorio Konkoly. La tercera fue descubierta por A.P. Fairall en Monte Palomar el 8 de julio cuando tenía magnitud 15.

Púlsares: Paulatinamente se va acrecentando el número de estos curiosos objetos, descubiertos hace poco tiempo. Damos cuenta de tres nuevos de ellos. El primero fue detectado simultáneamente por el doctor G.R. Huguenin de la Universidad de Massachusetts y por el doctor J.H. Taylor de Harvard en la posición α 16h42m15s y δ -3°00' \pm 20 minutos el período aparente es de 0s3765000003y su amplitud es de 20ms. Otro fue descubierta por los doctores R.V.E. Lovelace y J.M. Sutton del Observatorio Ionosférico de Arecibe en la posición α 15h41m10s y δ +9°38' \pm 5' cuyo período es de 0s74839 \pm 0s00005 el tercero fue hallado en la posición α 12h37m17s y δ +25°09' \pm 4' por K.R. Lang y B. Bosque también de Arecibe. Su período es de 1s3824 \pm 0s0001. Está situado muy cerca del polo norte galáctico.

Probable fuente de rayos X: Los detectores que llevan a su bordo dos satélites de la serie Vela han descubierto lo que parece ser una nueva fuente de emisión de rayos X situada en la posición α 14h56m y δ -32°15'. Hasta el 9 de julio esta fuente fue detectada por los satélites en 12 oportunidades y el máximo de energía medido es de aproximadamente dos veces la intensidad de la fuente XR-1 en Scorpius.

Marte: P.A. Read desde el Observatorio Carter en Wellington informa que el 16 de mayo observó la formación de una nube en el cielo marciano. Primero fue vista sobre el Solis Lacus y continuó creciendo en brillo hasta desaparecer una hora y media más tarde. La observación fue hecha con un refractor de 15cms. y 250 aumentos.

Satélites de Júpiter: La NASA tiene programado el envío de satélites no tripulados para la exploración de las atmósferas de Júpiter y de sus cuatro satélites galileanos pa-

ra diciembre de 1973 y octubre de 1974. Los satélites llevarán varios instrumentos para medir campos magnéticos, partículas, componentes atmosféricos y un polarímetro para utilizar sobre la luz zodiacal. Pero las posiciones de los satélites más brillantes a lo largo de sus órbitas tienen una incertidumbre que puede alcanzar a varios miles de kilómetros. La NASA pide observaciones astrométricas de los satélites galileanos y si es posible, también del V satélite.

Asteroide 1620 Geographos: Comunicamos efemérides calculadas bajo la dirección del Doctor S. Herrick de la Universidad de California ampliando la información dada en Revista Astronómica N° 169, pág. 36:

1969 - Set. 1	α 19h10m7s	δ -28°54'
	5	55m9s 15°53'
	10	20h26m0s 6°09'
	16	47m2s + 0°17'
	22	21h01m7s 3°57'
	26	09m6s 5°34'

La distancia a la Tierra entre estas fechas estará comprendida entre 0,0715 y 0,2471 UA y su magnitud entre 11,8 y 14,4.

Asteroide 887 Alinda: Este asteroide se acerca a la Tierra cada 4 años hasta 1942, pero desde entonces solo fue observado en dos oportunidades, ambas en 1957. En esta nueva visita se aproximará hasta un mínimo de 0,23 UA y si bien las efemérides le acuerdan una magnitud de alrededor de 14,5 es posible que alcance la magnitud 11 durante su próxima oposición en enero de 1970.

Nuevo telescopio gigante: Para fines de 1970 se prevé la puesta en funcionamiento de este instrumento, que será instalado en Karatchaievo-TcherKessie (en el sur de la URSS). El telescopio, cuyo objetivo tendrá 6 metros de diámetro, presenta algunas ventajosas particularidades respecto a los diseños clásicos de los "instrumentos gigantes", entre ellas su montaje, que será de tipo azimutal.

Esta disposición mecánica, si bien com

plica el sistema de guiage, permite solucionar problemas de índole estructural, pues las flexiones del conjunto pueden ser compensadas con mayor facilidad. El problema de los movimientos de guía ha sido salvado mediante el empleo de una computadora que convierte las coordenadas ecuatoriales en horizontales e imparte las órdenes correspondientes a los tres servomecanismos básicos: azimut, altura y giro del campo de observación, este último, típico efecto de los montajes azimutales.

El peso total del instrumento, de alrededor de 700 toneladas, es soportado por una superficie esférica en cuyo centro de curvatura se ubica el centro de gravedad del aparato; la separación entre las superficies de apoyo se logra mediante la inyección de aceite a presión, que conforma una capa de cinco centésimos de milímetro de espesor.

Dos grandes telescopios en Chile: La Corning Glass de Pennsylvania, USA, ha fundido el año pasado un disco de cuarzo de 367 centímetros de diámetro con destino al telescopio reflector principal de 355 cm del Observatorio Europeo Austral (ESO) en La Silla, Chile. Este telescopio tendrá un sistema óptico Ritchey-Chrétien modificado y tendrá tres focos: Primario a F/3, Cassegrain a F/8 y Coudé a F/30. La montura será de herradura modificada. La óptica está siendo figurada en los laboratorios REOSC en París. Otros instrumentos para este observatorio son un reflector de 150 cm con montura inglesa y focos Cassegrain F/15 y Coudé F/30 que se dedicará a la espectrografía y un reflector de 100cm y montura a horquilla con foco Cassegrain F/15 y Nasmyth F/15 que será usado en fotometría. También contará con una cámara Schmidt de 100cm de abertura libre y F/3 que se empleará con prisma objetivo.

El segundo telescopio reflector tendrá 380 cm y se instalará en el observatorio Interamericano de Cerro Tololo, Chile. Este telescopio será idéntico al que el Observatorio de Kitt Peaks está construyendo en Tucson, Arizona, USA. Otros telesco-

pios de este mismo observatorio son un reflector de 150cm y otro de 90cm que ya están instalados, una cámara Schmidt 60/90 y dos telescopios fotométricos reflectores de 40cm, estos últimos puestos en operación durante 1967.

Nuevos y grandes telescopios: Un reflector de 380cm de diámetro será instalado en el observatorio de Siding Spring en New South Wales, Australia. En este mismo observatorio ya hay instalados y funcionando un reflector de 1 metro con dos focos Cassegrain a F/8 y F/18 y uno Coudé a F/40 y un reflector de 40cm. A la brevedad contará también con un reflector de 60cm especialmente diseñado para medir la polarización estelar.

A fines del año pasado fue inaugurado el telescopio de 272cm del observatorio McDonald. Este telescopio, el tercero del mundo en cuanto a tamaño fue planeado en 1964 y terminado poco antes de su inauguración. Este observatorio tiene además desde 1939 el telescopio "Struve" de 208cm. La óptica del nuevo instrumento es del tipo Ritchey-Chrétien; el espejo principal es F/3,9 con un foco Cassegrain F/8,9. Tiene además otro foco Cassegrain F/18 y uno Coudé F/33. Los accesorios que acompañan a este instrumento aumentan su efectividad como acopiador de datos.

O.A.O 2 - Informamos en Revista Astronómica N° 169 pág. 41 que el 7 de diciembre había sido lanzado este satélite con la finalidad de fotografiar estrellas en luz ultravioleta. Ampliando estos datos diremos que se espera que durante la vida útil de este satélite alcance a tomar fotos estelares en UV de aproximadamente 50.000 estrellas hasta la magnitud novena. Lleva a bordo casi media tonelada de instrumentos y gira a casi 800 km. de altura, eliminando así la absorción de nuestra atmósfera.

Cumplirá dos tareas distintas, una preparada por el Observatorio Astrofísico Smithsonian, consistirá en fotometría en el UV sobre cuatro bandas espectrales entre 1.000 y 3.000 Å merced a cámaras de tele

visión únicamente sensibles al UV acopladas a telescopios de 31,5 cm de diámetro. La otra tarea, preparada por la Universidad de Wisconsin consiste también en fotometría con 4 telescopios de 20 cm de diámetro, un fotómetro para observación de nebulosas y dos espectrógrafos.

Todos los datos serán elaborados a bordo y transmitidos a Tierra. Los telescopios tienen un sistema especial de control que les permite apuntar con una precisión de 1' gracias a pequeños telescopios que actúan como sensores estelares y luego son capaces de mantener esta posición con una precisión cuatro veces mayor.

Esperamos que este extraordinario satélite permita conocer mejor el gas interestelar, algunas radiofuentes incluso quasars y las estrellas en sus distintas etapas evolutivas.

Medida de diámetros estelares - El Observatorio de Nairobi en Australia ha construido un aparato consistente en un riel circular de 100 metros de diámetro sobre el que se des-

plazan dos conjuntos de espejos formando un interferómetro que trabaja según la intensidad de la luz que recibe cada conjunto de espejos. Como ejemplos de los valores hallados por el doctor R.H. Brown mencionamos los siguientes, publicados en una lista mucho mayor en Monthly Notices:

Alfa CMa	0"00612
Alfa Lyr	0"00347
Alfa Leo	0"00076
Alfa Car	0"00686

Julien Saget - El 20 de noviembre de 1968 ha fallecido este entusiasta aficionado francés, especializado en fotografía celeste. Su profesión era la de ingeniero radioeléctrico pero pronto se dedicó a la fotografía, alcanzando en la Sociedad Astronómica de Francia un destacado lugar. Fruto de su dedicación son los innumerables artículos que fueron reunidos en un pequeño volumen en 1953 en forma ordenada, comprendiendo no sólo los temas específicamente fotográficos, sino también los relacionados con los de astrografía, tales como monturas y óptica general.

"Las tablas de Bobone de los satélites 6º y 7º de Júpiter representan las observaciones mucho mejor que las que actualmente se usan, por cuya razón se adoptarán para el cálculo de efemérides a partir de 1948".

G.M. CLEMENCE "De una carta del 22/8/45 dirigida al Director del Observatorio de Córdoba, Dr. Enrique Gaviola" - Rev. Astr. - Nº 112 - 1945

"Ningún astrónomo profesional o aficionado necesita, pues, inquietarse cuando le preguntan para que sirve la Astronomía. La Astronomía, la más antigua de las ciencias, madre de casi todas las demás, sigue teniendo una importancia psicológica, teórica y práctica no superada por disciplina alguna".

ENRIQUE GAVIOLA - "Para qué sirve la Astronomía" - Rev. Astr. - Nº 119 - 1947

El 24 de febrero de 1969 se lanzó la sonda interplanetaria Mariner VI rumbo a Marte con la finalidad de aumentar los conocimientos que necesitamos de este planeta y tratar de desentrañar algunas de las incógnitas que nos preocupan, tal como la posibilidad de la existencia de vida.

Los principales instrumentos que lleva esta sonda norteamericana son, entre otros: Televisión: dos cámaras para fotografiar la superficie del rojizo planeta, con alto poder de resolución, que alcanzó a discernir objetos de 150 metros de diámetro mínimo. Las tomas se realizaron desde un máximo de 1.233.000 km. de distancia hasta un mínimo de 3.200 km. aproximadamente. Cada imagen está formada por cerca de 3,9 millones de bits (las del Mariner IV comprendían 240.000 bits) y la cadencia de transmisión fue de 270 bits por segundo y para ciertos enlaces se llegó a 16.200 bits. Espectrómetro infrarrojo: tomará el espectro de la superficie marciana entre 2,5 y 16 micrones de longitud de onda. Espectrómetro UV: midió la radiación comprendida entre los 100 y los 4.500 Å para determinar el registro e individualización de la distribución de los átomos y moléculas de la atmósfera. Otros instrumentos midieron la radiación solar reflejada así como la propagación térmica emitida desde la superficie que atraviesa la atmósfera con el objeto de determinar la variación de los valores en comparación con la radiación visible, a cargo de las cámaras de televisión. Por medio de los datos de guía, control y rastreo del vehículo se intentará una determinación de distancia y como consecuencia quizás se logre un nuevo valor para la unidad astronómica. Cuando la sonda se ocultó detrás del planeta y también cuando reapareció variaron la frecuencia, la fase y la amplitud de la llamada banda S (de ocultación), datos que una vez analizados permitirán fijar la densidad y composición de la atmósfera de Marte. Como sabemos, es enorme la cantidad de datos enviados y demorará bastante tiempo la interpretación total de los mismos. Las fotos indican paisajes y zonas similares a los de la Luna pero sus irregularidades no son tan pronuncia-

das. Las variaciones de temperatura oscilan entre: $+24^{\circ}\text{C}$ y -73°C . El casquete polar fotografiado mostró bordes sinuosos y asimétricos y una gran mancha oscura. La composición de la atmósfera parece ser principalmente de metano y amoníaco. Estas experiencias fueron ampliadas con el lanzamiento del Mariner VII, realizado el 27 de marzo.

El 3 de marzo fue lanzada desde el Centro Espacial Kennedy la espacionave Apolo 9 tripulada por James A. McDevitt, David R. Scott y Russel Schweickart para comprobar el funcionamiento de los tres módulos que componen el complejo Apolo. Durante 10 días realizaron maniobras de acople y desacople, correcciones de órbita, conducción de módulos, selectividad de ejercicios, encendido de motores, etc. dentro de los siguientes parámetros o cotas medidas: Apolo 9, revolución 90 minutos apogeo 462 km., perigeo 176 km., inclinación $33^{\circ}5$; módulo lunar, respectivamente, 89,4 minutos, 252 km., 235 km., y $33^{\circ}6$; módulo lunar (etapa de ascenso), respectivamente 164,8 minutos; 6.928 km., 285 km. y $28^{\circ}9$. Como todos estos vehículos, fueron rescatados en el océano Pacífico.

La serie soviética Cosmos continuó con ocho lanzamientos, para cumplir distintas misiones.

El 11 de abril la U.R.S.S. colocó en órbita el noveno satélite de telecomunicaciones del tipo Molniya I; cumple su revolución en 11 horas 53 minutos con un apogeo de 39700 km., un perigeo de 470 km. y una inclinación de 65° .

Tres días después fue puesto en órbita el Nimbus III, meteorológico, con inclinación retrógrada polar y 1.138 km. de apogeo y 1.080 km. de perigeo. Lleva una gran cantidad de instrumentos entre los que contamos: un espectrómetro-interferómetro para detectar radiación infrarroja de la atmósfera terrestre y medir esta energía para determinar la temperatura, el vapor de agua y la distribución de la capa de ozono; dos radióm-

tros de infrarrojo de alta y baja resolución, uno para la toma de fotografías nocturnas y el otro para medir el balance de radiación, causante del desarrollo y disipación de las tormentas. Lleva también un registrador de energía UV, proveniente del Sol, un sistema de localización de sensores meteorológicos y cámaras de televisión para la toma de formaciones nubosas con gran resolución en el centro de ellas. La alimentación de este complejo instrumental está a cargo de 10.500 células solares montadas sobre paneles rotativos, de manera de apuntar al Sol y a dos generadores Snap-19 (nucleares) para provisión permanente de energía.

El 18 de mayo se lanzó la cápsula Apolo 10 por medio de un vector Saturno V con destino a la Luna, transportando a los astronautas Thomas P. Stafford, John W. Young y Eugen A. Cernan con la misión de ejecutar todas las operaciones previas al descenso en la Luna. A 15.000 km. de la superficie lunar experimentaron las diferentes técnicas de reencuentro y acople; concluyeron las pruebas del sistema de radar para reencuentro a una distancia máxima de 560 km. (en la Apolo 9 la distancia mayor fue de 160 km.); probaron la antena de banda S y el radar de descenso del módulo lunar; fotografiaron el lugar de alunizaje N° 2 (el primero fue visto por la Apolo 8 según informamos en Revista Astronómica N° 169) y en forma adicional el lugar N° 3; realizaron nuevas mediciones para determinar el exacto potencial del campo gravitatorio lunar y sus efectos sobre vehículos espaciales; determinaron los valores de las variaciones de concentración de masa, hallando que si hubieran descendido difícilmente habría alunizado, con lo que posteriormente hubiera sido imposible acoplarse con el módulo de comando. En las 31 órbitas cumplidas tomaron más de 1.120 fotografías.

Un vector T.A.D. (Delta de Empuje Aumentado) de tres etapas, es disparado el 21 de junio hacia una órbita polar a la Plataforma Monitorea Interplanetaria G (Explorer XLI en órbita) destinada al estudio del plasma solar, los campos magnéticos y la radiación cósmica. La órbita tiene una inclina-

ción de 83°8, cumple su período en 4.840 minutos con un apogeo de 213.849 km. y un perigeo de 378 km. Son sus objetivos continuar la investigación del espacio cislunar comenzando por el I.M.P. -1 (Explorer XXXVIII), la acción del viento solar sobre el campo magnético interplanetario y la detección de las explosiones solares. Este satélite proveerá las informaciones de la actividad solar durante el vuelo de la Apolo 11.

La Union Soviética lanzó el 13 de julio el vehículo Lunik 15 hacia nuestro satélite, cumpliendo su trayectoria a baja velocidad.

Destacamos la exitosa prueba técnica realizada por la Apolo 11, con la que se cumple una serie de anhelos humanos y concreta las aspiraciones de enviar un complejo tecnológico tripulado a un cuerpo celeste regresando posteriormente a la Tierra sin inconvenientes. El 16 de julio despegó de Cabo Kennedy el lanzado Saturno V que coloca el complejo Apolo en una órbita estacionaria de 2 horas 40 minutos alrededor de la Tierra, llevando a su bordo a los astronautas Neil Armstrong, Edwin Aldrin y Michael Collins; cuatro días después, ya ubicados en órbita lunar a 111 km. de la superficie se activan los motores del módulo lunar en descenso hacia la superficie selenita. A las 22 horas 56 minutos (hora argentina) Armstrong pisa por primera vez la superficie de la Luna y 19 minutos después lo sigue Aldrin, comenzando ambos una serie de trabajos que comprenden la instalación del equipo de televisión, el colector de viento solar y la medición del flujo de radiación, un detector de movimientos sísmicos, un reflector de rayos Laser y la recolección de muestras de la superficie lunar. Después de una permanencia de 22 horas y 38 minutos la etapa de ascenso del módulo lunar lleva a los astronautas hasta la órbita en que se encuentra aguardando el módulo de comando con el tercer astronauta a bordo. Una vez acoplados, se inicia el pasaje de las muestras y de los astronautas a la cápsula, procediendo luego a entrar en trayectoria de retorno abandonando el módulo lunar en órbita circunlunar, ya in-

servible. El 24 de julio amerizan con todo éxito en el océano Pacífico cumpliendo un total de tiempo de vuelo de 195 horas, 17 minutos y 49 segundos, con una diferencia de sólo 2 minutos y 42 segundos con el plan de vuelo original. Antes de ser recuperados, los tres astronautas se visten con los trajes de aislamiento biológico como medida preventiva, completándose con un período de cuarentena o aislamiento prolongado, junto con las muestras, a los efectos de determinar los posibles riesgos de contaminación en caso de haber portado formas de vida desde la Luna, aunque, como sabemos, esto no ocurrió. Mediante un sistema especial de televisión se envió a la Tierra la secuencia de imágenes correspondientes al descenso del hombre en la Luna. Las estaciones encargadas de recibir estas transmisiones fueron las antenas de Melbourne (Australia) de 63 metros (en realidad un radiotelescopio) y su equivalente en Goldstone, California (Estados Unidos).

Las emisiones partieron desde la antena del módulo lunar de 60 centímetros de diámetro. También existía una antena de 3 metros con la misión de comunicarse, en caso de necesidad, con las estaciones receptoras instaladas en Madrid (España) y Australia, ambas con antenas de 25.5 metros de diámetro, transmitiendo posteriormente a Houston por medio del satélite Intelsat III F3. Las primeras investigaciones del material lunar indicó compuestos y elementos perfectamente conocidos, identificándose en forma inmediata alrededor de 25, detectándose vestigios de otros 30.

El 9 de agosto es lanzada desde el Báltico la nave rusa no tripulada Zond 7 en dirección a la Luna, la que estudia y fotografía la superficie correspondiente a la parte invisible desde la Tierra volviendo a nuestro planeta sin inconvenientes.

AVISO PARA LOS OBSERVADORES

Algunos asiduos observadores del cielo nos han expresado la necesidad de contar con una inmediata información respecto a la aparición de cometas y novas cuyas magnitudes permitan su observación con los instrumentos de los aficionados.

En nuestro Observatorio recibimos de la Unión Astronómica Internacional por vía aérea, los avisos correspondientes a descubrimientos de nuevos cometas y novas así como también las efemérides necesarias para ubicar los cometas periódicos y asteroides brillantes. Por lo tanto, hemos resuelto enviar a quienes lo soliciten, una copia de los avisos que puedan resultar útiles a los observadores. El servicio será gratuito para aquellos que mediante informes o fotografías enviados al Director del Observatorio evidencien un aprovechamiento de los datos enviados.

NOTICIAS DE LA ASOCIACION

De nuestro Taller

En el Taller existen numerosos discos de vidrio para hacer espejos para telescopios que por una u otra causa han sido abandonados por sus dueños.

Esto complica la labor de la Subcomisión correspondiente por lo que ha resuelto otorgar un último plazo de seis meses a contar de la aparición del presente número de Revista Astronómica para que los propietarios de estos discos continúen su trabajo o retiren los discos del Taller; en caso de que así no suceda, estos discos abandonados quedarán de propiedad de la Asociación la que resolverá el destino a darles.

Mejoras en instrumentos y cúpulas

En nuestro próximo número informaremos ampliamente sobre las mejoras que estamos realizando en instrumentos y cúpulas, iniciativa que dimos cuenta en nuestro número 166.

VENTA DE DISCOS DE VIDRIO PYREX

Hemos llegado a un acuerdo con la Cristalería Rigolleau S.A. según el cual somos ahora los distribuidores exclusivos de los discos de vidrio Pyrex para construir espejos para telescopios y únicamente para la venta a los aficionados.

Los precios son los siguientes:

de 15 cm de diámetro	m\$n. 1.300 cada disco
de 20 cm de diámetro	" 1.950 cada disco
de 25 cm de diámetro	" 3.100 cada disco
de 30 cm de diámetro	" 4.550 cada disco

- SOCIOS NUEVOS -

Acta N° 3164, Paulino E.J. Clos; N° 3165, Gregorio Der Vartanian; N° 3166, Guillermo A. Ruzzante; 3167, Alberto G. Ferro; N° 3168, Daniel A. Berisso; N° 3169, Rubén O. Oliver; N° 3170, Antonio Barbieri; N° 3171, Eduardo A. Blanco del Río; N° 3172, Carlos R. Raspa; N° 3173, Clara Carrie; N° 3174, Marcelo R. Casciani; N° 3175, Mario Sternberg; N° 3176, Guillermo Piccioni; N° 3177, Norberto Suárez; N° 3178, José Signoretta; N° 3179, Andrea C. Alberti; N° 3180, Osvaldo A. Beron; N° 3181, Norberto O. del Pozzo; N° 3182, Juan Cersosimo; N° 3183, Roberto J. López; N° 3184, Gabriela Argüelles; N° 3185, Argentino J. Landaburu; N° 3186, Gabriel C.V. Pou; N° 3187, Jesús M. Marinescu; N° 3188, Graciela I. Lambert; N° 3189, Jorge F. Montiel Belmonte; N° 3190, Marfa M.C. de Baldassare; N° 3191, Antonio Mauro; N° 3192, Ruben S. Mlynkiewicz; N° 3193, Santiago S. Cimstein; N° 3194, Adolfo Esses; N° 3195, Lucio F. Cialé; N° 3196, Carlos A. Don; N° 3197, Dante O. Scarone; N° 3198, Jorge J. Cuman; N° 3199, Oscar A. López; N° 3200, Jorge I. Dosil; N° 3201, Lucio Sanchez Flores; N° 3202, Carlos E. Gereda.

Astronomía Elemental - Una introducción al Universo - Carlos M. Varsavsky
 Angel Estrada y Cía. - 1969.



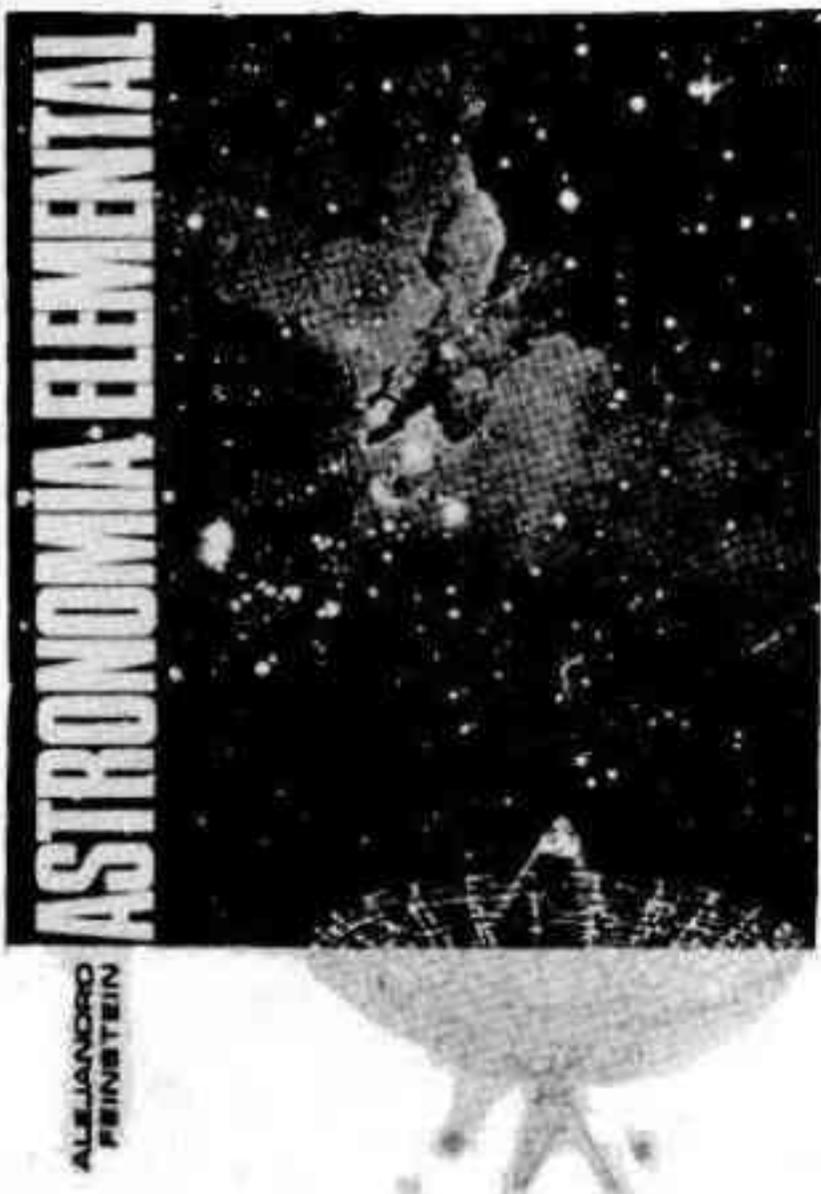
Tal como se indica en el prólogo, el libro del doctor Varsavsky responde a los nuevos programas de la enseñanza secundaria que tiende a dar al alumnado una visión completa y moderna del Universo, actualizando la astronomía clásica con la inclusión de temas que, como la astronáutica y la estructura general del cosmos, según los últimos adelantos de la ciencia, hacen de este libro no solamente un texto para estudiantes sino también una indispensable guía para todos aquellos que sientan preocupación por conocer.

Los once capítulos que componen la obra abarcan desde la descripción general del Universo hasta la investigación espacial. Todos ellos están escritos en forma por demás accesible a cualquier nivel de cultura sin perder por ello el rigorismo científico. Las fotografías que incluye son el justo complemento para el texto pero sin embargo hubiéramos preferido que las fotografías estelares tuvieran fondo negro para un mejor contraste y para mejor adecuarlas a la realidad.

Celebramos la aparición de esta obra que sin duda contribuirá a llenar el vacío parcial existente en nuestro idioma en esta materia.

AJC

Astronomía Elemental - Alejandro Feinstein - Kapelusz 1969.



La renovación de los programas de Cosmografía que actualmente se encara con un criterio descriptivo de la astronomía general, más sin detenerse muy extensamente en la de posición, impuso la aparición de nuevos textos de estudio entre los cuales se destaca la obra del doctor Feinstein. Los temas, tratados en forma sucinta pero con claridad, la hacen particularmente accesible y entre ellos se incluyen nociones generales sobre el universo, física estelar, el sistema solar y la astronáutica. Esto, aunado a un variado material fotográfico y a una buena presentación, convierte al libro en un buen texto-base, no sólo para el estudiante sino también para quienes desean introducirse en el estudio de la ciencia astronómica.

El libro se complementa con un apéndice detallando las instituciones astronómicas nacionales y un juego de cartas celestes de fácil interpretación.

JCF

Con motivo de nuestro Cuadragésimo Aniversario pondremos a la venta en Secretaría la mayor parte de los números en existencia de Revista Astronómica al precio de m\$n. 50.- cada uno. Este precio regirá por poco tiempo y salvo agotamiento.

MANUALES:

Año: 1935 - 1936 - 1937 - 1938 - 1939 - 1944 - 1945 - 1946 - 1947 - 1948 - 1949
1950 - 1951 - 1958 - 1960 - 1966.

REVISTAS:

Año: 1930, Nº 5 al 10 - 1932, Nos. 2-3-4 y 6 - 1933, Nos. 2 al 6 - 1934, Nos. 4-5 y 6 - 1935, Nos. 3 al 6 - 1936, Nos. 2-5 y 6 - 1938, Nos. 2-3 y 6 - 1939, Nos. 3 y 6 - 1940, Nos. 2 al 6 - 1941, Nº 2 - 1949, Nº 125 - 1950, Nº 127 - 1951, Nº 129 - 1952, Nº 131 - 1953, Nº 133 - 1956, Nº 141 - 1957, Nos. 143 al 145 - 1958, Nos. 147 al 149 - 1959/61, Nos. 150/156 - 1962, Nº 157 - 1963, Nº 158 - 1969, Nº 159 - 1967, Nº 163.

BOLETIN ASTRONÓMICO:

Nos. 1 al 13 - m\$n. 50.- c/u.

NOTA:

Algunos asociados y bibliotecas nos han preguntado como deben formarse los tomos a partir del número 149 cumpliendo en informarles lo siguiente:

Como existen algunos errores en las fechas y numeración de las Revistas, creemos que lo mejor será agruparlas o encuadernarlas en la siguiente forma y haciendo las correcciones que indicamos:

Tomos XXXI al XXXIII formarlos con los números 150 (Manual) y 150-151-153-154-155-156 (Revista) pero tachando el Nº 150 y el 152 (Manual).

Con los tomos XXXIV - XXXV y XXXVI no hay dificultad. El tomo XXXVII comprende el Manual 160 al que debe agregarse la fecha: Enero-Marzo 1965 y la Revista 162 a la que debe cambiarse el número por 161 y ponerle la fecha: abril-diciembre 1965 tal vez erróneamente sobreimpreso 1966.

Agrupar los tomos XXXVIII y XXXIX así numerados por error, pues corresponden al mismo año, con la Revista 161a la que debe cambiarse el número por 162 y agregar la fecha: enero-mayo de 1966 y la Revista 163 cuya fecha debe corregirse para leerse abril-diciembre de 1966.

Evidentemente la numeración de los tomos está excedida en una unidad en el año 1966, lo que quedó subsanado al no publicarse ninguna Revista durante el año 1967. A partir de 1968, tomo XL, quedó regularizada la numeración.

VENTA DE PUBLICACIONES

Precios para socios

Los nombres de las estrellas - Carlos L. Segers	m\$n. 150
Fotografía Astronómica - José Galli	" 450
Boletín Estrellas Variables Nos. 1 al 15 (excepto N° 8)	" 25
Boletín Estrellas Variables N° 8	" 100
Cartas para observación de estrellas variables (chicas)	" 15
Cartas para observación de estrellas variables (grandes)	" 20
La determinación geográfica de un lugar - E. Schulte	" 150
Construcción de telescopios - J. Scherman y H. Viola	" 300
La construcción du télescope d'amateur - J. Texereau (2da. edición)	" 2.000
El telescopio del aficionado. Como se construye - J. Texereau	" 230
Atlas de Galaxias Australes - José L. Sérsic	" 4.000
Atlas Norton	" 1.500
Carta celeste móvil	" 1.000
Gufa de campo de las estrellas y planetas - D.H. Menzel	" 2.300
Astronomía elemental - O. Sardella y R. Mestorino	" 820
Astronomía elemental - Carlos Varsavsky	" 800
Astronomía elemental - Alejandro Feinstein	" 850
El Universo - Paul Couderc	" 170
Los eclipses - Paul Couderc	" 170
El Sol - G. Abetti	" 950
La Vía Láctea - B. Bok y P. Bok	" 600
Nuevo manual de los cielos - Bernhard, Bennett y Rice	" 650
La trama de los cielos - S. Toulmin y J. Goodfield	" 200
Las herramientas del astrónomo - G.R. Miczaika y W.M. Sinton	" 1.150
La vida en el Universo - M.W. Ovenden	" 110
Las etapas de la Astronomía - Paul Couderc	" 200
El Cosmos - H. Bondi	" 130
Historia de la vida sobre la Tierra - E. Padoa	" 600
Introducción a la astronomía - C. Payne-Gaposchkin	" 1.400
La revolución de las esferas celestes - N. Copérnico	" 110
El mensajero de los astros - G. Galilei	" 110
Una visión del Cosmos - K. Boeke	" 140
Que edad tiene la Tierra? - P. Hurley	" 150
Gravedad - G. Gamow	" 110
La relatividad - Paul Couderc	" 200
La astronáutica - L. Laming	" 170
Los satélites artificiales - Charles Noel Martin	" 200
Atlas Popular	" 500