

INFORME

## RADIOASTRONOMIA SOLAR Y ACTIVIDADES DEL OBSERVATORIO

DE SAN MIGUEL

R. P. E. Benedetti

(Observatorio de Física Cósmica, San Miguel, Pcia. de Buenos Aires)

Invitado por la Comisión Organizadora de la presente reunión astronómica Argentina, pensé sería de interés presentar las nuevas facilidades y planes del Observatorio de Física Cósmica de S. Miguel.

Desde hace más de una década, nuestro extinto Director, el llorado Dr. Padre Juan A. Bussolini, concibió la idea de poner al día la sección solar del Observatorio, colmando así un hueco entre los observatorios del Cono Sur que eran más bien de índole astronómica o geofísica. En el año 1952 se comenzó el catálogo de manchas solares observadas fotográficamente con un anteojito Zeiss de 5". Esto se hizo posible dentro de las estrecheces económicas de aquellos tiempos, ya que los costos se reducían al precio de una placa fotográfica diaria.... - En vista, pues, de que se iba dando en los medios científicos una mayor importancia a las observaciones solares, concentró sus esfuerzos nuestro P. Bussolini durante los últimos años antes de su prematuro deceso, en llevar a cabo su propósito. De todos es conocido el inveterado hábito que tenía de pedir fondos en las comisiones de las que formaba parte. Pero grande fue también la admiración de sus colegas cuando les mostró el fruto de sus inversiones.

Su plan tuvo dos partes: En la parte óptica el instrumento más indispensable para seguir de cerca la actividad solar, era un Filtro monocromático de Lyot para la raya H $\alpha$  del hidrógeno. Pero su ambición máxima fue siempre, poseer un "Espectrógrafo Solar" al vacío, según el modelo que vio en el Observatorio de Manila. No estaría fuera de lugar una somera descripción de estos instrumentos.

Filtro Monocromático de Lyot. - Consiste en un conjunto de piezas ópticas planas, unas de cuarzo, otras de polaroid y otras de espato de Islandia, de distintos grosores, que tienen la propiedad en su conjunto de tener un paso-banda de 1 Å, o menos, cuando está a la temperatura correcta. Posee la gran ventaja de que se logra obtener la imagen completa del sol para fotografiarla en pocos segundos, con un aparato pequeño, comparado con el espectrógrafo solar, más lento y de dimensiones mucho mayores.

Este Filtro está incorporado en un anteojito astronómico de 5" con montura ecuatorial y seguimiento con motor sincrónico. Como a veces la frecuencia de la red no es exactamente 50 c/s y durante los equinoccios el movimiento en declinación es considerable, un corrector con células fotoeléctricas centra la imagen solar sobre la película de 35 mm que la registra periódicamente a intervalos programados. Posee, además, un fotómetro que regula la exposición.

La finalidad de este instrumento es principalmente la de patrullaje de fulguraciones solares, de particular interés por la longitud a que se encuentra Buenos Aires con respecto a la costa N. Americana, pues le llevamos una hora de adelanto. El centro coordinador de Meudon (París) nos señaló desde las 9 hasta las 11 hora solar local. El día en que nuestro Observatorio cuente con más medios económicos para cubrir mayores gastos de películas y personal, se podrá extender a todo el día el período de observación para beneficio de los demás observatorios y centros de estudio sud-americanos. Las fotografías obtenidas de los accidentes cromosféricos, plagas, fulguraciones, filamentos y protuberancias, son ya de óptima calidad y pueden servir de base para estudios más detallados de su evolución.

El Espectrógrafo Solar. - Fue el sueño del P. Bussolini. Visto en Manila el prototipo construido por la American Optical Co., de Pittsburgh, bajo la dirección del Padre Dr. R. Miller de dicho observatorio, quiso el P. Bussolini que se comenzara la construcción de un segundo aparato aún antes de disponer de todos los fondos necesarios para ello. Al fin se pudieron obtener estos en parte de la Comisión Nacional del Sol Quieto, y el resto directamente del Gobierno de la Nación.

La excelencia del aparato podrá ser juzgada por algunas de sus características más salientes: Óptica de cuarzo; celóstato con espejos de 410 mm  $\phi$  ;  
Rendija de 80 mm refrigerada por agua; imagen solar de 70 mm  $\phi$  ;  
Poder de resolución de  $4 \times 10^5$ , que lo colocan entre los seis, o siete primeros del mundo.

Para poder sacar el máximo partido de estos refinamientos, se tuvo que construir un doble edificio, uno dentro del otro, para evitar vibraciones debidas al viento, o bien movimiento de personas. Se rodeó el edificio exterior con un lago circular para reducir las corrientes de convección. Se diseñó un nuevo tipo de cúpula que consta de seis gajos plegables, para evitar turbulencias del aire. Se encerró la parte espectrográfica, en un gran tanque giratorio de 4.50 m. de altura, de construcción sumamente rígida y capaz de mantener un alto vacío.

El fin al que se dedicará este instrumento, una vez finalizados los detalles de la cúpula y recibidos los filtros necesarios para separar los diversos órdenes de espectros que produce la red de difracción, es el de investigación solar óptica. La capacidad del instrumento no quedará agotada con lo que pueda hacer el personal de S. Miguel y, por lo tanto, habrá tiempo disponible para otros investigadores.

Queda por decir que la red de difracción es de Bausch & Lomb, con 699 rayas/mm y con un bisel de unos  $28^\circ$ , lo cual hace que se empleen los espectros de segundo y tercer orden. Los motorcitos de seguimiento y de la cámara fotográfica, son alimentados con una corriente de 400 c/s, ligeramente ajustable en frecuencia.

Trabajos realizados en esta Sección. - Los que llevan la mayor parte del tiempo son los relacionados con las observaciones diarias que se envían a los "World Data Collection Centers", de Boulder, Meudon, y Moscú. Estos datos los publica-

mos en nuestro Boletín (con atraso debido a dificultades económicas), que comprende datos sobre la fotosfera y manchas solares (números de Wolf), y sobre la cromósfera y fulguraciones. Debido a las buenas condiciones de visibilidad en S. Miguel, con frecuencia se nos han pedido datos desde Meudon y Zurich.

Otros trabajos más particularizados no se han podido llevar a cabo por falta de personal. Con todo, se está terminando un estudio estadístico por el P. Nilo Arriaga, Subdirector de nuestro Observatorio, y que ya presentó en la revista *Geophysical Research* de 1956, sobre la relación entre el centro de gravedad de sistema solar planetario y el ciclo undecenal de la actividad solar, tema que está despertando particular interés en nuestros días.

Corona Solar. - Esta importante parte del sol no puede ser observada satisfactoriamente en S. Miguel por métodos ópticos debido a la dispersión de la luz ambiente. De ahí el recurso de la Radio-heliografía. Es bien conocida la relación existente entre la frecuencia en que se reciben las perturbaciones radio-solares y la altura dentro de la corona en que se producen. La intensidad del flujo recibido en radio frecuencia puede medirse, en general, con mucha mayor precisión que en el espectro visible y conduce a una mejor apreciación de la magnitud de las convulsiones solares y las temperaturas que reinan en la cromósfera y corona solar. Esto indujo al P. Bussolini a pensar en la creación de una nueva sección en el Observatorio de S. Miguel.

Fue concebida esta sección según los modelos de Cambridge, Jodrell Bank y París, en donde un laboratorio electrónico bien equipado podía crear, modificar y calibrar los instrumentos que se necesitaban para las diversas observaciones y experimentos. Así se comenzó con la construcción de un radiómetro sintonizado en 408 Mc/s., por ser esta una banda protegida para Radio-astronomía y un punto intermedio entre las ondas métricas que presentan fenómenos más complejos y generalmente de origen no térmico y las ondas centimétricas que presentan estructuras más sencillas. El instrumento, que emplea un reflector sólido de 5 m. de diámetro, ha sido calibrado para medir directamente el flujo solar durante todo el día, como también la amplitud de los bursts que vayan ocurriendo. La calibración y estabilidad se comprueba cada 5 minutos, cuando queda conectada en lugar de la antena, una resistencia de 50 ohms a la temperatura ambiente. También dos veces por día se enfoca la antena a unos 15 grados más al este del sol. Los registros obtenidos se miden y su reducción numérica se envía cada mes a diversos observatorios y a los centros mundiales.

Entre las recomendaciones que circuló en Mayo la I.Q.S.Y., para orientar en un esfuerzo común los próximos trabajos que se van a hacer durante el máximo solar que se avecina, está el hacer observaciones tanto ópticas como radio-solares, con una resolución de 1 segundo de arco (o mejor) para las primeras, y de 1 un minuto de arco (o mejor) para las segundas. Quien tenga experiencia en estas materias reconocerá que no es poco lo que se pide. Con ello se podrá poner a disposición de los teóricos una mayor y más detallada información para desentrañar los secretos del origen de las fulguraciones.

En este contexto, el Observatorio de Física Cósmica de S. Miguel ha decidido instalar un radiómetro interferométrico para la banda de 3 cms., con una separación entre antenas de 6000  $\lambda$ . Un instrumento de este tipo será capaz de una resolución en el plano N-S de 30" de arco.

Por qué se escogió esta frecuencia de 9600 Mc/s? Es sabido que las frecuencias más altas del sol provienen de la baja corona y cromósfera. Por otra parte, parece por cálculos y observaciones hechos anteriormente, que las etapas previas a una fulguración cromosférica tienen lugar en regiones relativamente pequeñas con un alto gradiente en el campo magnético local cerca de las manchas fotosféricas. Al mismo tiempo, la compresión del plasma significaría un aumento de temperatura detectable en un mayor flujo de radio-frecuencia en ondas centimétricas y milimétricas. Las ondas más cortas que 3 cms. tienen dificultades de observación debido al variable índice de absorción producido por diversos elementos que integran la atmósfera (no siempre predecible), amén del mayor costo del instrumental.

Además del interferómetro de 3 cms, se espera instalar y poner a punto en colaboración con la U.S.A.F., un receptor de barrido en ondas métricas que permita realizar estudios sobre la velocidad de deriva de los bursts a esta frecuencia. Ayudará esto a identificar los diversos tipos que se reciben en los otros radiómetros.

Esto es, descrito brevemente, el programa actual de observaciones que se llevan a cabo en San Miguel con relación al sol y lo que se pretende hacer durante los dos años próximos. A medida que se pueda disponer de un subsidio fijo, se podrán programar los trabajos dentro del marco de las posibilidades existentes. Se ha logrado como primer paso concentrar un cúmulo de facilidades, aún incompletas, que colocan a este país a la cabeza entre las naciones latino-americanas para trabajos de astrofísica solar. Además las observaciones rutinarias que se llevan a cabo quedan a disposición de los centros de investigación geofísica y serán enviados a quienes las soliciten para su estudio. Se espera poder tomar parte dentro de un corto plazo, en programas conjuntos con centros universitarios para la realización de trabajos particulares de un modo semejante al que se ha iniciado ya en colaboración con centros extranjeros de investigaciones solares.