

Incidencia de la astrofísica en la geofísica

(Cuarta y última parte)

Para poder corroborar esas predicciones es necesario cierto apoyo observacional, de tal forma que paralelamente al desarrollo de detectores espaciales previamente mencionados, para medir las propiedades buscadas, hemos desarrollado otro método complementario que puede servir también para diagnosticar las propiedades físicas de las fuentes generadoras:

puesto que la captura electrónica está acompañada por la emisión de luz (fotones), es posible predecir el flujo de fotones que se emiten durante la aceleración de partículas en una fulguración solar y se deriva en frecuencia, a medida de que las partículas ganan energía y cambian su estado de carga.

Hemos encontrado que para un medio de hidrógeno atómico a nivel de la cromosfera solar hay derivas muy espectaculares que van del infrarrojo hasta los rayos-X, en tanto que en el hidrógeno ionizado se generan líneas de emisión muy bien delimitadas.

Para exhortar a los grupos de investigadores que poseen tecnología de detección de radiación electromagnética en vehículos espaciales, a rastrear esta radiación durante la fase inicial de las fulguraciones solares, hemos calculado detalladamente las derivas en frecuencia, espectros de energía y distribuciones temporales de los flujos de fotones, que presentaremos próximamente en el Congreso Internacional de Rayos Cósmicos. La corroboración de nuestras predicciones no sólo favorece a nuestro modelo, sino que constituye un magnífico método de diagnóstico de las condiciones físicas de las fuentes de partículas solares.

En lo concerniente a los aspectos observacionales de la radiación cósmica, mediante los detectores previamente mencionados (DTNES), la interpretación de los diversos parámetros de las partículas energéticas se realiza en base a las trazas

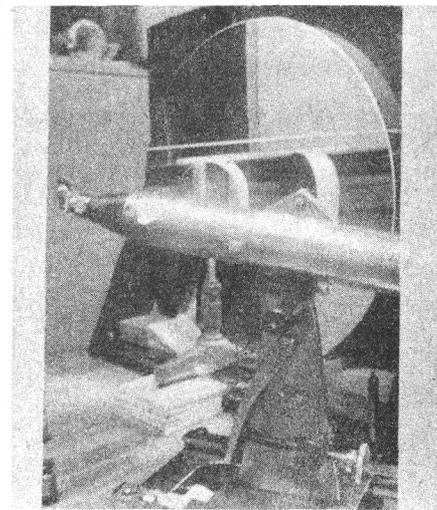
(daños) que dejan éstas en los materiales detectores, mediante la formulación convencional de pérdidas colisionales de energía que, como dije antes, ignoran la temperatura del material detector. Estudiando las propiedades de esos materiales, conocidos como polímeros plásticos, con miras a producirlos en el país, dada la imposibilidad económica de adquirirlos en el extranjero

• El doctor Jorge Pérez Peraza, del Instituto de Geofísica, en colaboración con los profesores Manuel Álvarez Madrigal, Antonio Laville Conde, Apolonio Gallegos Cruz y Miguel Álvarez González, ha desarrollado trabajos sobre el origen y composición química de la radiación cósmica galáctica y solar, entre otros rubros. A continuación se exponen algunas reflexiones al respecto

ro, se evidenció la falacia de ignorar la temperatura del material, con las subsecuentes implicaciones en la interpretación de los parámetros de las partículas proyectiles.

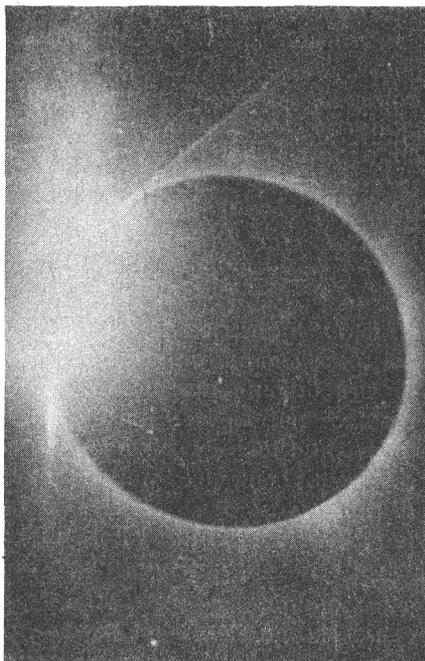
Al mismo tiempo, y de manera absolutamente independiente, como suele suceder a menudo, un grupo experimental del Centro de Estudios Avanzados de Dublin publicó resultados meramente experimentales, poniendo en evidencia la importancia del parámetro temperatura, acorde a nuestro enfoque teórico.

En el mismo proceso de estudiar la factibilidad de fabricación de



esos materiales plásticos detectores, y de incrementar la sensibilidad actual para lograr nuestros objetivos; es decir detectar las partículas solares de muy baja energía y lograr una correcta discriminación de los estados de carga de cada elemento, incidimos teóricamente en los parámetros atómicos que controlan la mayor o menor sensibilidad de un material para registrar las trazas que dejan los núcleos energéticos, y que hasta ahora se ha manejado semi-empíricamente mediante el dopado de los polímeros plásticos, con ciertas sustancias dopantes que incrementan su sensibilidad.

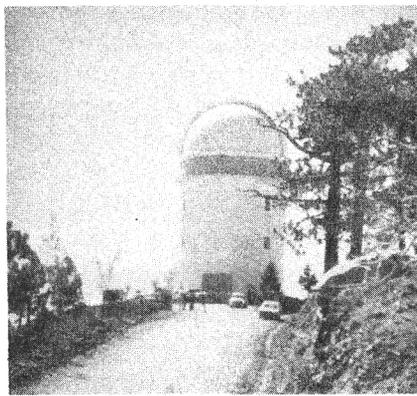
Actualmente estamos estudiando cómo asociar esos parámetros microscópicos a parámetros macroscópicos manipulables a escala de laboratorio, mediante el análisis del efecto que producen esas sustancias dopantes en el material detector. Nuestra meta inmediata a este respecto es la de producir un monómero y consecuentemente un polímero más sensible que los actuales, que nos permitan llevar a cabo los propósitos mencionados anteriormente; subsecuentemente, fabricar detectores espaciales con ese material y embarcarlos en vehículos espaciales mediante las facilidades que nos otorgan colegas de otros países, para que a la recuperación de ellos podamos proceder al análisis e interpretación de la información obtenida.



En fin, con la descripción de estas investigaciones he querido ilustrar un ejemplo más de como los problemas de carácter netamente astrofísicos pueden incidir directamente sobre otras áreas de la física. En nuestro caso se trata de incidencia sobre la física de interacciones atómicas y física del estado sólido, mediante la teoría unificada de las pérdidas colisionales de energía, en función del parámetro temperatura para todo grado de ionización del medio y toda energía del proyectil, la teoría de intercambio de carga en presencia de un proceso acelerador y elucidación de los parámetros que determinan la cantidad de daño que sufre un material sólido detector por la penetración de partículas energéticas.

En lo concerniente al desarrollo del material detector y de los detectores espaciales, cabe mencionar que la evolución del desarrollo de la instrumentación astronómica ha demostrado que conlleva a un desarrollo de infraestructura tecnológica, que en ocasiones incide inclusive en el desarrollo industrial.

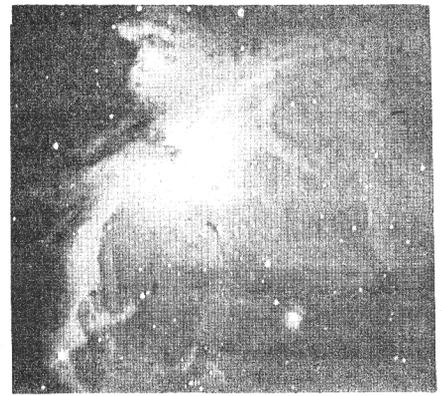
En lo referente a nuestras investigaciones relativas a la propagación de las partículas solares en la corona solar, es importante hacer notar que su estudio incide no solamente en el fenómeno astrofísico mismo, sino también en el estudio de la dinámica de partículas cargadas en su movimiento, a través de campos electromagnéticos. Las partículas aceleradas en el Sol están sujetas a las principales etapas de transporte antes de llegar al observador, a nivel de la órbita terrestre:



primero un transporte básicamente azimutal en los complejos e intensos campos magnéticos de la atmósfera solar, y a continuación un transporte de carácter radial a través del campo magnético interplanetario.

El modelo teórico que desarrollamos en relación a la primera etapa proporciona una descripción satisfactoria, tanto en el aspecto cualitativo como en el cuantitativo de las características observacionales del fenómeno de propagación coronal en los eventos de protones solares. Ello ha sido motivo para dictar una de las conferencias plenarias en calidad de plática invitada, por tratarse de un evento meramente europeo, en el 9º Simposio europeo de rayos cósmicos, que tuvo lugar en Kosice, Checoslovaquia, en agosto de 1984. Asimismo, en función de este trabajo, se ha establecido un programa de colaboración con científicos de la Academia de Ciencias de Moscú.

El objetivo de este programa está dirigido a sondear las fuentes de partículas energéticas solares, me-



dante la demodulación de los flujos de partículas a nivel de la órbita de la Tierra, por efecto de propagación interplanetaria y coronal. Al respecto, la contraparte soviética, representada por el doctor Leonty Miroschnichenko, quien laboró recientemente por un mes en nuestro instituto, se encarga de la demodulación de los flujos observacionales, para obtener las características de los flujos a nivel de la base de la corona solar, al momento de su eyección al espacio interplanetario. En seguida, usando nuestro modelo de transporte coronal, se efectúa una segunda demodulación para obtener así las características de los flujos a nivel de las fuentes generadoras.

De esta manera es posible inferir sobre los mecanismos aceleradores que generan esos flujos, la estructura y parámetros físicos de las fuentes y la fenomenología asociada a esos procesos. Estos resultados son esenciales para la confrontación con otros resultados que se han predicho por enfoques de carácter meramente hipotético.

En lo relativo a nuestro estudio, concerniente a los fenómenos magneto o hidrodinámicos de disipación de energía magnética en el Sol, se ha trabajado en dos fenómenos específicos: primeramente en el fenómeno impulsivo y esporádico de las fulguraciones solares, lo que ha permitido discriminar entre las diversas topologías magnéticas que se extienden en la literatura especializada y, por otro lado, el fenómeno estacionario de disipación de energía en las estructuras latentes de la corona solar, del tipo "láminas de corriente neutra", que eventualmente pueden ser activadas, produciendo flujos de partículas energéticas.



(pasa a la página 30)

Incidencia de la astrofísica...

(viene de la página 15)

Estos trabajos han sido motivo de un proyecto de colaboración con el doctor Dermott Mullan, de la Bartol Research Foundation mediante un programa bilateral CONACyT-National Science Foundation. Entre los resultados más relevantes de este proyecto se demostró que la onda de choque que emerge de las fulguraciones solares actúa como agente activador de las láminas de corriente neutra latentes, dando origen a los eventos solares retardados del tipo "flujo de larga-vida", y que en contraste con la concepción convencional de difusión clásica de líneas de campo magnético respecto al plasma, hacia una frontera neutra donde líneas de polaridades opuestas se encuentran y se aniquilan. Ocurre también un fenómeno de relajación de campo magnético, en el cual las líneas se difunden en dirección opuesta a la frontera neutra, en un hecho asociado a cierta expansión del plasma comprimido. ■