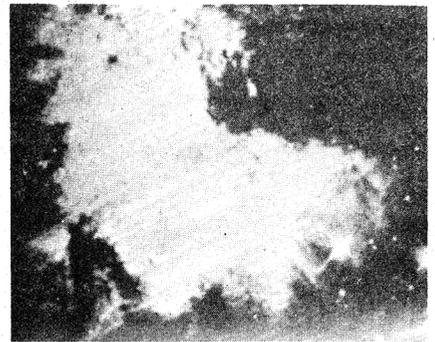


Incidencia de la astrofísica en la geofísica

(Primera parte)

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



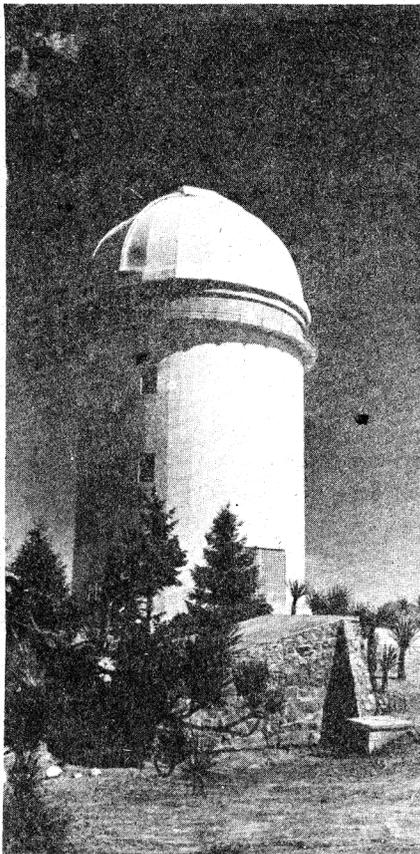
Uno de los campos de investigación que se cultivan en el Instituto de Geofísica concierne a la fusión entre la astrofísica y la geofísica, y que en algunos ámbitos se le designa como Astrogeofísica: es decir, la incidencia de fenómenos estelares, principalmente del Sol, sobre nuestro planeta y el medio ambiente que lo rodea. Es conveniente recordar que la información que recibe el astrónomo del Universo es principalmente en forma de luz: esto es radiación electromagnética de todo tipo, desde radiación gamma hasta radioondas.

Esta radiación se genera en dos tipos de procesos, los termales y los no-termales. Estos últimos son básicamente producidos por la interacción de partículas energéticas con la materia y los campos electromagnéticos cósmicos. Es así que el astrónomo, analizando esa información, puede determinar la estructura, composición química y dinámica de los objetos estelares, e inferir sobre el origen y evolución estelar. Afortunadamente, además de radiación electromagnética, el Cosmos nos proporciona información en otra presenta-

ción: en la forma de materia misma del Universo, partículas de muy alta energía designadas como rayos "cósmicos", y de partículas elementales, tales como los "neutrinos".

Esa radiación cósmica en su recorrido a través del espacio interestelar (donde se modula y en algunos casos incluso se transforma) invade, el Sistema Solar, alcanzando nuestro planeta, al que afortunadamente solo le penetra una porción mínima gracias a la coraza que constituye nuestro campo geomagnético.

En contraste con los rayos cósmicos galácticos que bañan permanentemente nuestro Sistema Solar, los rayos cósmicos de origen solar son de carácter esporádico. Sin embargo, el Sol nos baña con un flujo continuo en forma de viento de partículas de baja energía, conocido como Viento Solar. El Sol también nos eyecta grandes nubes de plasma magnetizado, ondas de choque y radiación electromagnética en todas las longitudes de onda, que alcanzan rápidamente a nuestro planeta.



Los tópicos en los que he concentrado mi línea de investigación están asociados al problema de elucidar el origen y composición química de la radiación cósmica galáctica y solar, los procesos de aceleración y transporte de los rayos cósmicos solares y los procesos de disipación de energía magnética en energía cinética durante los fenómenos impulsivos de la actividad solar, como son las llamadas "fulguraciones solares", y sus subsiguientes emisiones de partículas y de radiación.

Como sucede a menudo en ciencia, en el curso de nuestras investigaciones, usando los métodos de la física moderna para alcanzar objetivos concretos, hemos encontrado ciertas deficiencias de la física para explicar algunos fenómenos astrofísicos, viéndonos en la necesidad de desarrollar esos aspectos no contemplados hasta ahora.

En lo relativo al estudio sobre el origen de los rayos cósmicos, uno de los principales aspectos concierne a la composición química de esta

radiación, que cubre casi toda la tabla periódica de los elementos.

Al presente se conocen bastante bien las abundancias químicas de esos elementos a nivel de la eyección de sus fuentes generadoras, con base en las abundancias observacionales al nivel de la órbita terrestre: a partir de las abundancias observacionales de ciertos núcleos secundarios, como son el H_2 , H_3 , Li, Be, y B, que se encuentran ausentes en las fuentes debido a su poca refractabilidad a las temperaturas termonucleares prevalentes en los interiores estelares. Se realiza una demodulación "hacia atrás"; es decir hacia la fuente, tomando en cuenta los diversos procesos de modulación y mutación que tienen lugar durante el transporte. Esta demodulación se efectúa a manera de obtener abundancias nulas de esos núcleos a nivel de las fuentes estelares más probables, lo cual determina un cierto valor para la cantidad de materia atravesada en su recorrido a través de la galaxia.

(pasó a la página 47)

Incidencia de la astrofísica...



(viene de la página 11)

Usando ese valor se efectúa una demodulación semejante para el resto de los elementos, y es así que se obtienen las abundancias de los rayos cósmicos en sus fuentes (ARCF).

Cuando se comparan esas abundancias con las abundancias locales de la galaxia (ALG), que se conocen básicamente por métodos espectroscópicos, se observa que hay desviaciones importantes: algunos elementos se encuentran en exceso, otros deprimidos, en tanto que otros son consistentes con la (ALG). Las razones de estas desviaciones de las abundancias de los rayos cósmicos, respecto a las abundancias del material del que se originan, han sido discutidas por muchos años sin que aún se obtenga un consenso satisfactorio al respecto. Dos lineamientos generales, con múltiples variantes, han sido propuestos para explicar ese fenómeno:

1) Efectos de selectividad durante la aceleración; esto es, la materia ordinaria con la composición galáctica (ALG) es acelerada selectivamente, acorde con ciertas restricciones impuestas por efectos electromagnéticos, asociados a la interacción de las partículas aceleradas

con la materia y campos magnéticos en la fuente.

2) Procesos nucleosintéticos; el escenario más popular al respecto atribuye el origen de los rayos cósmicos a procesos de sintetización y aceleración en supernovas y sus envolventes. Los elementos ligeros se producen por procesos nucleosintéticos ordinarios en el interior de estrellas masivas. Los elementos pesados provienen de procesos nucleosintéticos explosivos, asociados al colapso del núcleo estelar, y los elementos ultrapesados se atribuyen a procesos nucleosintéticos peculiares "tipo -R" en el núcleo, y "tipo -S" en las envolventes de las supernovas.

El modelo que hemos desarrollado está enmarcado dentro de la primera corriente. En lo concerniente a partículas solares, la cantidad de información fenomenológica y de datos experimentales es enorme en comparación a las partículas galácticas; el panorama aquí es tal que las abundancias relativas de las partículas y sus estados de ionización varían de evento a evento solar.

Sin embargo, al considerar el promedio de abundancia sobre un gran número de eventos en una escala temporal bastante extendida, las desviaciones que presentan las abundancias de estas partículas solares (APS) con respecto a las abundancias locales de la atmósfera solar (ALAS) siguen las mismas tendencias que las desviaciones de las (ARCF) con respecto a (ALG).

Las dos principales corrientes de investigación al respecto evocan: a) Selectividad prior a la aceleración de las partículas; b) Selectividad durante el proceso de aceleración. Nuestro modelo corresponde a la segunda categoría.

(Continuará).