

Incidencia de la astrofísica en la geofísica

(Tercera 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 algunas reflexiones al respecto.

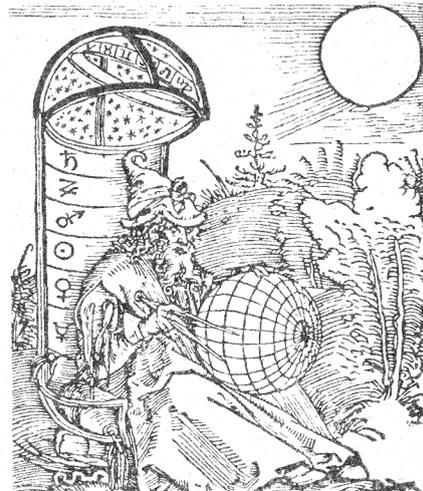
Dado que las formulaciones existentes, como se ha señalado anteriormente, sólo consideran el caso extremo de ionización completa del medio y partículas de altas energías, y en función de los requerimientos de nuestro modelo, hemos desarrollado formulaciones globales de pérdida de energía por interacciones inelásticas, con dependencia explícita en la temperatura del medio para gases de cualquier grado de ionización (e incluso de materiales sólidos), válidas para todo rango de energía del proyectil.

Por otro lado, dado que esas pérdidas de energía colisionales dependen cuadráticamente del estado de ionización de la partícula proyectil, hemos tenido que incidir también en el desarrollo de la teoría de transferencia de carga de partículas energéticas con la materia, en condiciones en que los iones están sujetos a un proceso de aceleración, en contraste con la teoría convencional de intercambio de carga en medios atómicos de laboratorio, en donde los iones están gradualmente desacelerándose mientras interactúan con la materia.

En efecto, para el cálculo de pérdidas colisionales de energía se necesita determinar si el estado de carga de las partículas solares per-

manece invariable durante la aceleración, o si se establece el equilibrio de carga entre las partículas aceleradas y las partículas del medio. A este respecto, argumentos de carácter muy simplista han sido manejados en la literatura, asumiendo que las partículas solares no establecen equilibrio de carga con el material de la atmósfera solar. Después de responder lo contrario con diversos argumentos fenomenológicos, nos abocamos a cuantificar tales argumentos; sin embargo, la labor no es obvia, ya que el escenario de interacción de partículas rápidas con el material de las fuentes astrofísicas de rayos cósmicos es en cierta forma inverso a la situación prevalente a escala de laboratorio.

Es decir, en el laboratorio se tiene un haz de partículas monoenergéticas de energía y de estado de ionización relativamente elevados que se inyectan en un material atómico, en donde se desacelera gradualmente por interacciones inelásticas; al principio domina la pérdida sobre la captura electrónica tal que se desnudan de sus electrones periféricos, pero a medida que las partículas pierden energía, llega un momento en que la captura domina a la pérdida, recuperan-



do sus electrones, de tal forma que mientras los iones se desaceleran tendiendo hacia la termalización, tienden también hacia la neutralización.

En contraste, en las fuentes astrofísicas se tienen inicialmente partículas termales, con una distribución de energía tipo Maxwelliana, y estados de carga relativamente bajos, acorde a la temperatura del medio, que son aceleradas electromagnéticamente mientras interactúan con la materia. Al principio, cuando las partículas poseen bajas energías, éstas capturan electrones, tal que eventualmente pueden llegar incluso a neutralizarse y perder la influencia del mecanismo acelerador. A medida que ganan suficiente energía, comienzan a perder electrones, hasta quedar desprovistos de ellos.

Cuando estudiamos si se establecía o no el equilibrio de carga bajo condiciones de aceleración, pusimos en evidencia algo que no está contemplado por la teoría de intercambio de carga, con base en la experimentación a escala de laboratorio: demostramos que a bajas energías, el proceso acelerador inhibe la pérdida electrónica, de tal forma que sólo se establece la captura, y que a muy altas energías se inhibe la captura tal, que sólo la pérdida electrónica se establece. Tales situaciones invalidan las formulaciones convencionales de equilibrio de carga para describirla en función de la velocidad de las partículas, durante el fenómeno de generación de rayos cósmicos. ■

