

Silvia Bravo**

RESUMEN

Las investigaciones en temas de física espacial se inician en México en 1944 bajo la influencia del Dr. Manuel Sandoval Vallarta, con los trabajos sobre rayos cósmicos que se llevaron a cabo inicialmente por investigadores del Instituto de Física y posteriormente también del Instituto de Geofísica, ambos de la UNAM. En 1962, se crea en esta última dependencia un grupo llamado entonces de Espacio Exterior, que ha ido creciendo y consolidándose hasta constituir en nuestros días un núcleo sólido en el que se desarrollan prácticamente todas las áreas de investigación espacial teórica e incluso algunas experimentales. El grupo actualmente tiene el nombre oficial de Física Espacial, es un grupo reconocido y respetado internacionalmente, aunque aún poco conocido en nuestro país. Cuenta con una estación de rayos cósmicos y un radiointerferómetro solar para obtener datos propios, y utiliza también la información en estas áreas producida por otras estaciones y observatorios. Sin embargo, la mayor parte de la información con la que se trabaja es proporcionada por satélites y sondas espaciales, la cual se adquiere a través de los reportes de centros mundiales de datos o por comunicaciones y colaboraciones directas con los grupos extranjeros que disponen de ellos. Entre los planes actuales está la formación de especialistas capaces de diseñar y construir instrumentos de registro para ser transportados por satélites o sondas espaciales y poder así desarrollar proyectos propios de exploración espacial in situ.

* * * *

Si por física espacial entendemos lo que se entiende ahora, es decir el estudio de las características físicas del medio que rodea a la Tierra por encima de su atmósfera y hasta el límite del Sistema Solar, podríamos decir, conservadoramente, que las ciencias espaciales se iniciaron hace más de 300

* Ponencia presentada en el Simposio sobre Evaluación y Perspectivas de la Era Espacial en México, mayo, 1986.

** Grupo de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM.

años, cuando Galileo enfocó por primera vez un telescopio para explorar el Sol, la Luna y los planetas. Desde entonces hasta hace unas cuantas décadas, la física espacial se apoyó exclusivamente en observaciones telescópicas ópticas como única forma de explorar su ámbito de estudio; pero a partir de 1926, nuevos aliados entraron en escena: los rayos cósmicos, partículas de muy alta energía -principalmente protones- que continuamente golpean a la Tierra provenientes de todas direcciones. La física espacial comenzó pronto a hacer uso de ellos como trazadores de las configuraciones magnéticas que rodean a la Tierra y las partículas se añadieron a la luz como mensajeros del espacio exterior. A partir de entonces, la física espacial empieza a definir su personalidad y a independizarse de la astronomía; los astrónomos no hacen integraciones numéricas de trayectorias de protones en modelos de campo geomagnético, y una nueva disciplina comienza a tomar forma. Alrededor de la física de rayos cósmicos empiezan a trabajar muchos físicos con diversos intereses y una de esas ramas daría origen, como en el caso de nuestro país, a la integración de grupos independientes dedicados al estudio del espacio circunterrestre, los cuales extenderían sus ámbitos hasta los límites mismos del Sistema Solar. Al finalizar la década de los 50's la física espacial adquiere un tremendo impulso con la nueva posibilidad de explorar el espacio y los cuerpos que lo pueblan con detectores "in situ", y los incipientes grupos de exploración espacial se fortalecen definitivamente.

México ha intervenido en la física espacial en todas las épocas y un científico mexicano fue de los puntales que abrieron para el mundo la segunda etapa que incluye ya a las partículas. Fue este científico mexicano, el Profesor Manuel Sandoval Vallarta, quien sembró en nuestro país la semilla que daría origen al grupo de Física Espacial que actualmente labora muy activamente en el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Hace 42 años, la labor inspiradora de Don Manuel motivó que algunos investigadores

del Instituto de Física se interesaran en trabajar en el nuevo tema de los rayos cósmicos, interés que posteriormente encuentra arraigo en investigadores del Instituto de Geofísica, y durante los siguientes 17 años -de 1944 a 1961- se publican 26 trabajos de estos investigadores en revistas de circulación internacional. En 1962 se crea oficialmente en el Instituto de Geofísica un Departamento denominado de Espacio Exterior en el que se realizan investigaciones teóricas sobre la propagación de rayos cósmicos en la recién descubierta magnetósfera de la Tierra y se cuenta ya con una pequeña estación que registra la radiación cósmica que llega a Ciudad Universitaria.

El grupo crece en número de investigadores y en variedad de disciplinas espaciales hasta convertirse, en 1972, en el grupo de Estudios Espaciales y Planetarios y ser recientemente rebautizado con el nombre de Física Espacial, el cual desde su creación hasta la fecha ha producido más de 150 artículos, principalmente de investigación, aunque también algunos de divulgación. Este grupo constituye, hoy en día, el único grupo con que cuenta nuestro país en esta área y es aún pequeño, con nueve investigadores y siete técnicos. Sin embargo su razón de crecimiento empieza a aumentar y actualmente se tienen dos estudiantes en el extranjero realizando estudios de posgrado, cinco aquí elaborando tesis de licenciatura y 10 más haciendo su servicio social.

En el aspecto docente se han impartido cursos introductorios muy esporádicamente desde hace ya bastantes años, pero recientemente hemos organizado en forma colectiva un curso optativo en la Licenciatura en Física al que hemos llamado "Física Espacial y Planetaria" el cual ya se impartió una primera vez y pretendemos repetirlo sistemáticamente en semestres alternados. En octubre próximo se iniciará un posgrado en Estudios Espaciales y Planetarios que incluye Maestría y Doctorado y que servirá para formar personal que refuerce las áreas que actualmente desarrollamos y se piensa seguir enviando estudiantes al extranjero para ampliar y fortalecer el espectro de nuestro desarrollo.

Como disciplina, la física espacial abarca una amplia gama de temas que incluyen: 1) la física ionosférica; 2) la física magne-

tosférica; 3) la física del medio interplanetario; 4) la física solar y las relaciones Sol-Tierra; 5) el estudio de las interacciones del viento solar con los diversos cuerpos de nuestro sistema, planetas, satélites y cometas; y 6) la interacción del viento solar con el medio interestelar.

Las herramientas teóricas con las que se trabaja son principalmente Electrodinámica, Magnetohidrodinámica y Física de Plasmas, pues los diferentes medios donde se enfoca el estudio de la física espacial son en general altamente ionizados y eminentemente electromagnéticos. Como herramientas subsidiarias, en cierta forma inmersas en las anteriores, se utilizan la Mecánica Cuántica, la Mecánica Relativista, la Mecánica Estadística, las Teorías Gravitacionales y en alguna medida todas las disciplinas de la física básica.

Como técnicas observacionales se emplean principalmente las siguientes:

1. La telescopía, en toda la gama del espectro electromagnético, desde los ultracortos rayos y hasta las largas ondas de radio, pasando por los rayos X, las radiaciones ultravioleta, la luz visible, los rayos infrarrojos y las microondas. Desde la Tierra solo es posible observar el visible, las microondas, y las ondas de radio de metros y algunos decímetros; el resto de las observaciones deben realizarse con instrumentos a bordo de vehículos espaciales o de cohetes y globos que remontan la atmósfera.
2. La percepción remota de los diversos cuerpos de nuestro sistema, que podríamos considerar como una telescopía cercana, y que ha sido la gran posibilidad abierta por las sondas espaciales.
3. Detectores de partículas tanto en tierra, para la radiación cósmica de alta energía, como a bordo de globos y vehículos espaciales para detectar los rayos cósmicos de energías bajas y las partículas de plasma que pueblan todo nuestro entorno.
4. Magnetómetros tanto en tierra como a bordo de satélites y sondas espaciales para explorar las características de los ambientes magnéticos que nos rodean.

Registrando ondas, partículas y campos, tanto en la superficie como en el espacio, es la única manera como podemos esperar llegar a

conocer nuestro entorno exterior.

En una concepción mas amplia, se puede extender la física espacial al estudio de los diversos cuerpos que forman nuestro sistema solar, incluyendo las atmósferas neutras, las hidrósferas y los cuerpos sólidos de todos los cuerpos del sistema solar que los poseen; esto es, extendiendo las disciplinas geofísicas a todos los cuerpos sólidos vecinos a la Tierra. Sin embargo, la física espacial que hacemos en nuestro grupo se limita primordialmente a las áreas primeramente mencionadas aunque se están encausando ya estudiantes hacia el aspecto propiamente planetario de los diferentes cuerpos de nuestro sistema.

Específicamente, las disciplinas que se desarrollan en el grupo de Física Espacial del Instituto de Geofísica de la UNAM son:

1) Física Magnetosférica:

- a) Radiación atrapada en los anillos de Van Allen.
- b) Efectos magnetosféricos en rayos cósmicos galácticos y solares.
- c) Modelos magnetosféricos.
- d) Micropulsaciones magnéticas.

2) Física del Medio Interplanetario:

- a) Observaciones y modelaje del ambiente electro-magnético en el medio interplanetario.
- b) Efectos de las irregularidades magnéticas y las ondas de choque en el medio interplanetario sobre los rayos cósmicos galácticos.
- c) Propagación de rayos cósmicos.

3) Física Solar:

- a) Mecanismos de ráfagas solares.
- b) Aceleración de partículas en el Sol.
- c) Interior solar y rotación fotosférica.
- d) Variaciones del flujo de neutrinos solares.
- e) Características, evolución, calentamiento y emisiones de plasma en hoyos coronales.
- f) Mecanismo de aceleración del viento solar.
- g) Ciclo de actividad solar.

4) Relaciones Sol-Tierra

- a) Interacción del Viento Solar con la magnetósfera terrestre.
- b) Relación entre la actividad solar y el clima.
- c) Pronóstico de perturbaciones ionosféricas producidas por el Sol.

5. Interacción del viento solar con:

- a) La superficie lunar.
- b) La ionósfera de Venus.
- c) Las magnetósferas de Marte y Júpiter.
- d) Cometas.

La Física Ionosférica es algo que aun no hemos podido consolidar, pero es uno de los temas que más nos interesa incorporar en un futuro cercano.

El equipo con el que se cuenta para adquirir datos propios es un supermonitor de neutrones y un telescopio de mesones, en cuanto a detectores de rayos cósmicos, y un radiointerferómetro para observaciones solares; se está desarrollando además un radio interferómetro para observaciones de perturbaciones en el medio interplanetario. El resto de la información requerida para desarrollar las investigaciones se adquiere a través de las publicaciones de los centros mundiales de datos y por comunicación directa con otros grupos dedicados a investigaciones afines. Estos datos corresponden principalmente a registros obtenidos por detectores a bordo de vehículos espaciales y a las observaciones desde tierra realizadas en otras partes del planeta. Entre los proyectos inmediatos del grupo está el de reforzar el área técnica tanto en radiotelescopía como en la construcción de aparatos de registro que sean transportados en vehículos espaciales.

Desde su origen, el grupo de estudios espaciales de la UNAM ha tenido fuertes lazos de colaboración con grupos extranjeros, sus miembros han tenido una constante participación en congresos mundiales y pertenecen a organizaciones internacionales en las cuales eventualmente han ocupado cargos específicos. El grupo ha pertenecido siempre a la comunidad internacional de ciencias espaciales y es reconocido como tal en el mundo aunque su presencia en México no ha sido hasta ahora muy notoria. Hemos tomado recientemente la decisión de hacer más promoción a nuestra disciplina en nuestro país y ya se han realizado algunas acciones en esa

dirección como son el dar conferencias, escribir artículos en revistas de divulgación y participar en programas de radio y televisión.

Ante todo este panorama académico y aparentemente neutral cabe preguntar si se justifica que en un país como el nuestro, con problemas económicos y sociales tan grandes, se empleen recursos materiales y humanos en la exploración de un espacio que ni siquiera está a nuestro alcance. Mi respuesta personal es que sí. Creo profundamente que todo tipo de conocimiento científico y técnico representa una riqueza que en condiciones políticas adecuadas no puede

traer más que beneficios a la población. El camino hacia la libertad, la autodeterminación y la capacidad de solución de nuestros problemas no puede estar guiado por la ignorancia ni por el desarrollo parcial de nuestros conocimientos y capacidades, ni tampoco por nuestro aislamiento de la comunidad internacional en materias científicas y tecnológicas. Estoy convencida de que el desarrollo de las ciencias naturales, con las tecnologías que ellas implican, nos hará fuertes, y de que el desarrollo de las ciencias sociales, por otra parte, nos hará sabios. Y con una buena dosis de fuerza y sabiduría creo que estaremos en posibilidad de construirnos un futuro mejor.

* * * *

GEOCAPSULA

El planeta que gira más rápidamente es precisamente el más grande. Júpiter, con una masa de más de 300 masas terrestres y un volumen de mas de 1300 Tierras, gira sobre su eje con un período de 9.9 horas, el más corto en el sistema solar, aunque comparable con el de Saturno que es sólo unos minutos más largo.

