

# La participación de México en las ciencias del espacio

SILVIA BRAVO \*

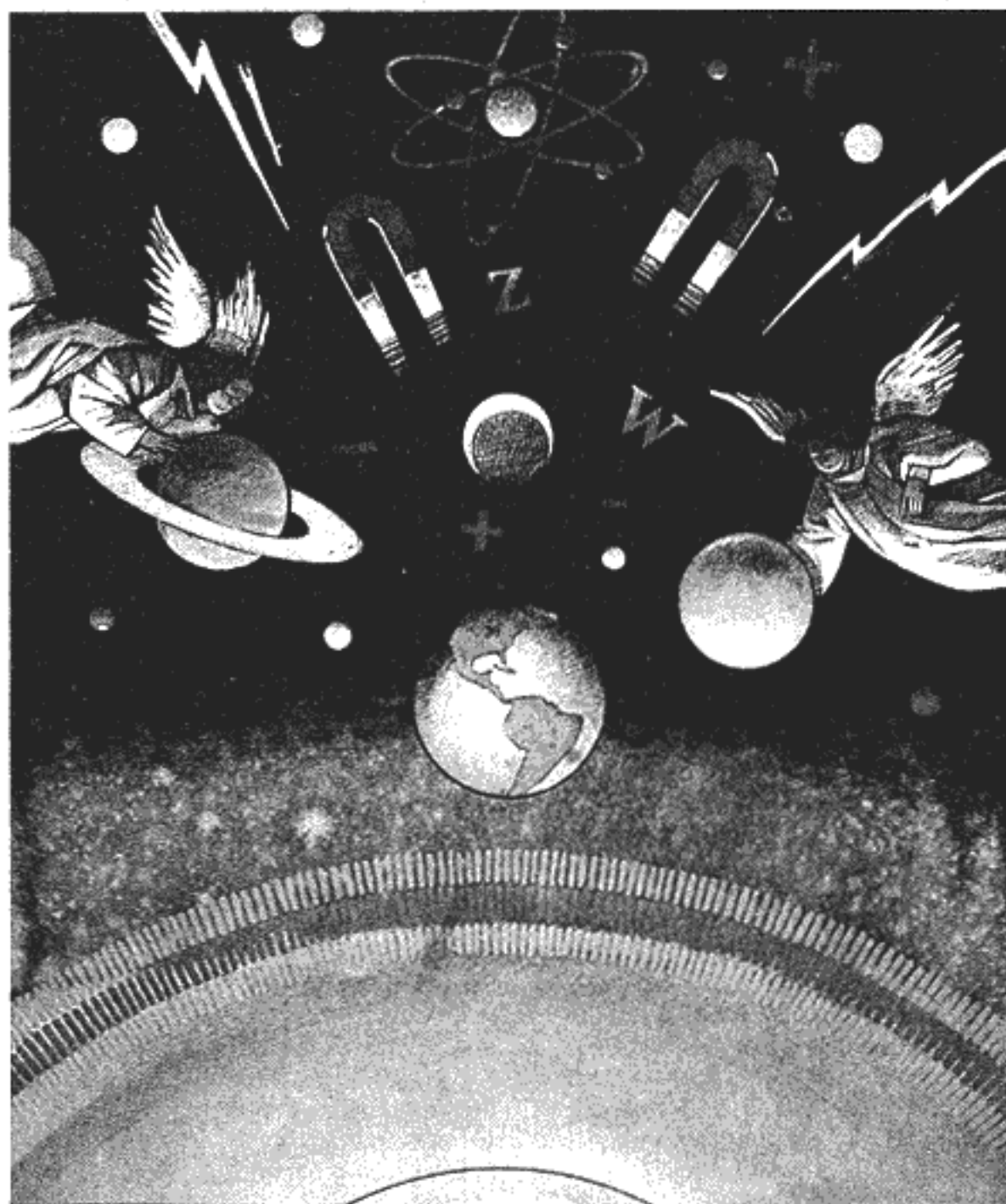
**H**ace ya más de 30 años que el primer satélite artificial, Sputnik I, fue puesto en órbita alrededor de la Tierra. Este satélite de fabricación soviética medía unos 58 centímetros de diámetro y pesaba 83.6 kg, tardaba 90 minutos en dar una vuelta a nuestro planeta y permaneció en el espacio solamente 92 días. Sin embargo, fue suficiente para marcar una fecha en la historia e iniciar, el 4 de octubre de 1957, lo que ahora se ha llamado la era espacial.

La tecnología de satélites y sondas espaciales que se inició con el Sputnik, dio un gran impulso a la exploración del espacio circunferente y del medio interplanetario, y ha permitido la exploración cercana de los cuerpos que componen el sistema solar. Ahora el Sol, los planetas, los satélites, los cometas y los asteroides han sido vistos de cerca y se han podido tener registros *in situ*, de regiones que antes sólo habían sido exploradas con instrumentos anclados a la Tierra.

## ORIGEN Y DESARROLLO DE LA FÍSICA ESPACIAL

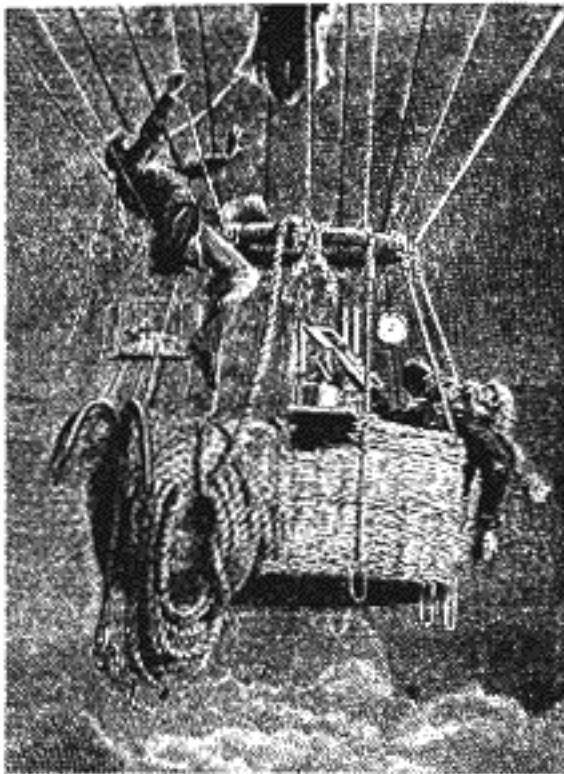
El inicio del estudio físico del medio que rodea a la Tierra por encima de su atmósfera y hasta el límite del sistema solar (lo que ahora llamamos Física Espacial), se remonta a los principios del siglo XVII, cuando Galileo enfocó un telescopio por primera vez para explorar el Sol, la Luna y los planetas. Desde entonces hasta la tercera década de este siglo, la física espacial se apoyó exclusivamente en observaciones telescópicas ópticas, como única

\* Departamento de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM.



forma de explorar el entorno de la Tierra; pero a partir de 1926, entraron en escena unos nuevos aliados: los rayos cósmicos, partículas de muy alta energía —principalmente protones— provenientes de todas direcciones que continuamente gol-

pean a la Tierra. Su existencia misma pasó a ser objeto de estudio de la física espacial, pero además, sirvieron también como nuevas herramientas para determinar las condiciones tanto del espacio magnético circunferente (la cavidad



magnetosférica), como del medio interplanetario. La telescopía de rayos cósmicos aumentó la posibilidad de acción de los investigadores espaciales para conocer el espacio exterior, al añadir la información transportada por estas partículas a la información recibida por medio de la luz. Al finalizar la segunda guerra mundial, al desarrollarse los radiotelescopios, surgió una nueva telescopía que fue de gran ayuda en la exploración del espacio y de los cuerpos que la pueblan, ya que al disponer de aparatos capaces de registrar señales electromagnéticas, de longitudes de onda mucho mayores que la de la luz, los científicos pudieron constatar que se recibían señales provenientes de cuerpos celestes y, a partir de entonces, contaron con otra fuente de información espacial.

Sin embargo, todo esta exploración se lleva a cabo desde tierra, lo que conlleva el inconveniente de que los mensajeros portadores de información deben atravesar la atmósfera, con las consecuentes alteraciones que esto les causa y que pueden, incluso, traducirse en un bloqueo total. En el caso de las ondas electromagnéticas, la atmósfera terrestre sólo permite el paso de ondas dentro de dos rangos específicos, llamados "ventanas atmosféricas". Una de ellas abarca el rango visible y un poco del infrarrojo y del ultravioleta (la ventana óptica) y la otra abarca toda la región de microondas y parte de la región de ondas de radio cortas (la ventana de radio). Todas las señales electromagnéticas, cuya frecuencia no esté en estos rangos, son absorbidas o reflejadas por la atmósfera y no llegan al nivel del suelo. En cuanto a las partículas (protones), aquellas cuya energía sea menor a 1 GeV, tampoco pueden penetrar lo suficiente como para que ellas mismas o sus productos, puedan registrarse en tierra.

Aunque estas limitantes son una enorme ventaja para la vida en la tierra, representan una desventaja para la exploración del espacio, pues es necesario remontar la atmósfera para poder observar plenamente todas las señales que vienen de fuera, transportadas por ondas o por partículas. Con el advenimiento de la tecnología espacial ha sido posible, no sólo recibir todas estas señales, sino, incluso, acercarnos a otros cuerpos y regiones de nuestro sistema solar y hacer mediciones locales

### LA FÍSICA ESPACIAL EN MÉXICO

México ha intervenido en el desarrollo de la física espacial en todas sus etapas y un científico mexicano, el Profesor Manuel Sandoval Vallarta, fue uno de los que iniciaron la segunda etapa, que incluye ya a los rayos cósmicos. Fue el profesor Vallarta (como se le conoce en el extranjero) quien sembró en nuestro país la semilla de la cual, a la larga, surgiría el Departamento de Física Espacial, que actualmente pertenece al Instituto de Geofísica de la UNAM y que es el más numeroso de Latinoamérica y el que desarrolla las investigaciones más diversas.

Todo se inició por el año de 1944, cuando la labor inspiradora de Don Manuel motivó que algunos investigadores de Instituto de Física de la UNAM se interesaran en trabajar en el nuevo tema de los rayos cósmicos, interés que, posteriormente, encontró arraigo en investigadores del Instituto de Geofísica. Durante los siguientes 17 años —de 1944 a 1961— se publicaron 26 trabajos de estos investigadores en revistas de circulación internacional y en 1962 se creó oficialmente en el Instituto de Geofísica, un Departamento denominado Espacio Exterior, en el que se realizaban específicamente investigaciones teóricas sobre la propagación de rayos cósmicos en la recién descubierta magnetósfera de la Tierra y se contaba ya con una pequeña estación de registro de la radiación cósmica que llega a Ciudad Universitaria.

El grupo creció 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 Departamento 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 es aún muy pequeño, ya que está formado por sólo nueve investigadores y siete técnicos, pero hoy en día, es el único equipo con que cuenta nuestro país en

esta área. Actualmente se puede decir que está aumentando su crecimiento, ya que se tienen dos estudiantes en el extranjero finalizando estudios de posgrado; además hay otro incorporado a los recién iniciados estudios de Maestría y 10 más entre tesis, prestadores de servicio social y becarios de la licenciatura.

### TEMAS DE ESTUDIO DE LA FÍSICA ESPACIAL

Como disciplina, la física espacial, abarca una amplia gama de temas que incluyen:

- 1) la física ionosférica;
- 2) la física magnetosférica;
- 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;
- 6) la interacción del viento solar con el medio interestelar; y
- 7) la física de rayos cósmicos.

Las herramientas teóricas con las que se trabaja son principalmente Electrodinámica, Magnetohidrodinámica y Física de Plasmas, pues los diferentes medios que son materia de estudio de la física espacial, están en general altamente ionizados y son 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 para observación se emplean principalmente las siguientes:

1. La telescopía, en toda la gama del espectro electromagnético, desde los ultracortos rayos gama 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 sólo es posible observar la gama visible, las microondas y las ondas de radio de metros y algunos decímetros; el resto de las observaciones deben realizarse con instrumentos que estén a bordo de vehículos espaciales o de cohetes y globos que remonten 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.

La única manera como podemos esperar llegar a conocer nuestro entorno exterior, es registrando ondas, partículas y campos, tanto en la superficie como en el espacio.

En una concepción más amplia, se puede extender la física espacial al estudio de los diversos cuerpos que forman nuestro sistema solar, incluyendo las atmósferas neutras, las hidrosferas 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 se hace en México se limita primordialmente a las áreas primeramente mencionadas aunque ya se están encauzando estudios 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 electromagnético 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) Mecanismos 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) Pronósticos de perturbaciones ionosféricas y magnetosféricas producidas por el Sol.

#### 5) Interacción de viento solar con:

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

La Física Ionosférica aunque es una disciplina que aún no se ha podido consolidar, representa uno de los temas que más interesa incorporar en un futuro cercano.

El equipo con el que se cuenta para adquirir datos propios es, en cuanto a detectores de rayos cósmicos, un supermonitor de neutrones y un telescopio de mesones, y, para observaciones solares, un radiointerferómetro; se está desarrollando además, un radio interferómetro para observar las 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 realizadas desde tierra, 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 así, sus miembros han participado constantemente en congresos mundiales y pertenecen a organizaciones internacionales en las cuales eventualmente han ocupado cargos específicos. También este grupo siempre ha formado parte de la comunidad internacional de ciencias espaciales y como tal es reconocido en el mundo, aunque hasta ahora su presencia en México no ha sido muy notoria.

Ante todo este panorama académico, y aparentemente neutral, cabe preguntarse 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 un futuro mejor.<sup>14</sup>

