

MISIONES ESPACIALES LEJANAS

Desde el lanzamiento del primer Sputnik soviético en 1957, se cuentan ya en cientos las naves espaciales que han salido de nuestra atmósfera para explorar, ya sea el espacio circunterrestre, la superficie misma de la Tierra, o bien observar más de cerca otros cuerpos del Sistema Solar y hacer mediciones "in situ" del medio interplanetario.

Hoy en día, aparatos fabricados por el hombre se han posado en las superficies lunar, marciana y venusina y han observado muy de cerca Mercurio, Júpiter y Saturno. Tal vez los más espectaculares proyectos espaciales fueron los proyectos Apolo y Vikingo. Como todos sabemos, diversas naves Apolo llevaron seres humanos a la Luna para hacer observaciones directas y recoger algunas muestras del suelo. Los satélites Vikingo muestrearon la superficie de Marte e investigaron por primera vez las posibilidades de vida fuera de la Tierra.

Misiones menos conocidas, pero no menos importantes, han sido las de los Pioneros 10 y 11 que pasaron en las inmediaciones de Júpiter y cambiaron algunas de las ideas que se tenían sobre ese planeta. Hoy se sabe que Júpiter cuenta con un sistema de anillos similar al de Saturno, se sabe también que la estructura de bandas es reflejo de la circulación zonal de la atmósfera del planeta, se conoce mucho más acerca de sus diversas emisiones tanto electromagnéticas como de partículas cargadas, etc. En cuanto a los satélites jovianos el gran hallazgo fue la intensa actividad volcánica de Io que lo hacen dominar buena parte de los procesos que ocurren en la magnetósfera (espacio dominado por el campo magnético de un planeta) de Júpiter. Estos vehículos se encuentran ahora a más de 30 unidades astronómicas del Sol (una unidad astronómica es la distancia de la Tierra al Sol) y se tiene la esperanza de que nos proporcionen información sobre la frontera entre el medio dominado por el Sol (la heliósfera) y el medio interestelar.

Una nueva visita a Júpiter la realizaron las naves Viajero 1 y 2 en 1979 y 1981, las cuales pasaron posteriormente por Sa-

turno, revelando que el otro gigante del Sistema Planetario presenta una atmósfera química y dinámicamente similar a la de Júpiter. Pero quizá el hallazgo más importante de estos encuentros fue la observación de la microestructura de los anillos de Sturno, los cuales se pueden estimar hoy en día en varias centenas y no sólo seis como se pensaba anteriormente. La química atmosférica de Titán, uno de los satélites de Saturno, lo hacen candidato a la existencia de vida en él; sin embargo, los resultados arrojados por estas misiones no han sido concluyentes al respecto. La cantidad de información que se ha estado y continúa enviándose desde estos satélites es aún y será por muchos años objeto de estudio para los investigadores espaciales de diversas naciones, quienes tratan de extraer nuevos secretos a los planetas visitados y al medio interplanetario por el cual las naves viajan continuamente. Se estima que la nave Viajero 2 pasará cerca de Neptuno en 1989 y seguirá después su camino hacia afuera de la heliósfera.

A mediados de la década pasada fueron enviados los satélites Helios 1 y Helios 2, los cuales giran en órbitas elípticas acercándose hasta un tercio de unidad astronómica de la superficie solar. El objeto de estas misiones es, principalmente, la observación del Sol y de los diversos fenómenos que tienen lugar en su atmósfera desde una posición cercana. Los datos enviados a la Tierra desde los diversos detectores a bordo nos proporcionan mayor información sobre las emisiones de rayos X, rayos gamma, infrarrojos, ultravioleta, ondas de radio y partículas energéticas solares. Otra valiosa información que obtenemos de ellos concierne al desarrollo inicial de las estructuras magnetohidrodinámicas que perturban el medio interplanetario, las que después pasan por la Tierra provocando tormentas magnéticas (y/o otros fenómenos geofísicos) y se propagan aún más allá.

Próximamente (1985-1986), pasarán por las inmediaciones de la Tierra dos cometas, el Halley y el Giacobini-Zinner. Esta oportunidad de estudiar de cerca estos misteriosos cuerpos celestes será aprovechada enviando tres satélites hacia ellos: el Giotto (de la ESA: Agencia Europea del Es-

pacio), que pasará cerca del cometa Halley; el Vega (de la URSS), que además de visitar al Halley tuvo ya un encuentro con Venus; y el ISEE 3 (NASA-ESA) que visitará al cometa Giacobini-Zinner en el mes de septiembre de 1984.

Sin embargo, todos los vehículos espaciales enviados hasta el momento han viajado sobre un mismo plano, el plano de la eclíptica, que es donde está contenida la órbita de la Tierra. La ESA tiene planeado lanzar próximamente un satélite que por primera vez saldrá de este plano. Para ello será necesario utilizar el intenso campo gravitacional de Júpiter, cuya acción sobre el vehículo enviado desde la Tierra lo sacará del plano de la eclíptica y lo enviará de regreso al Sol por encima de éste. Esta misión nos permitirá observar por primera vez la tercera dimensión de la heliósfera que hasta ahora sólo hemos explorado en un plano y nos permitirá hacer una imagen tridimensional de la estructura y los procesos dominantes que ocurren en el medio controlado por el Sol. La Misión Polar Solar o Ulises, como se ha llamado a este proyecto, será de aproximadamente cuatro años y dos tercios, durante los cuales la nave espacial pasará dos veces por los polos solares. Se estima que este proyecto es hoy por hoy el más importante en la investigación espacial mundial.

José Francisco Valdés

Investigador del Grupo de Estudios Espaciales y Planetarios del Instituto de Geofísica, UNAM.

EL OBSERVATORIO MAGNETICO EN LA REPUBLICA MEXICANA

La red mundial de observatorios magnéticos consta de aproximadamente 200 observatorios; cada uno de ellos proporciona información sobre los cambios locales en el campo magnético de la Tierra. Los datos de estos observatorios encuentran aplicación en varias áreas de naturaleza técnica y científica, particularmente en aquellas relacionadas con la navegación, la prospección geofísica y las telecomunicaciones. Además, estos datos son solicitados por la comunidad geofísica internacional para estudios científicos sobre temas tales como los procesos en el interior de la Tierra o

o la preparación de modelos matemáticos del campo geomagnético global.

En México se cuenta con uno de estos observatorios magnéticos. Su origen se remonta a las primeras medidas de declinación magnética de que se tiene noticia en la República Mexicana, llevadas a cabo por el pirata Cavendish en las costas de Jalisco, Baja California Sur y Colima, en 1587.

Otras observaciones de declinación fueron realizadas durante los años siguientes por ingleses, franceses y españoles; los datos existentes se refieren en su mayor parte a observaciones realizadas en la Ciudad de México y dentro de éstas tenemos las llevadas a cabo por Antonio Alzate en 1769, por Velázquez de León en 1775, por Alejandro Humboldt en 1779, por Ponce de León en 1867 y por Díaz Covarrubias en 1868.

Aunque en 1857 la Sección Magnética del ilustre Colegio de Minería de la Ciudad de México realizaba observaciones de declinación e inclinación de manera formal, fue hasta 1879 cuando se fundó en México el primer Observatorio el cual dependía del Observatorio Meteorológico Central y se estableció en la azotea del Palacio Nacional. En este lugar se hacían únicamente observaciones absolutas de declinación, inclinación e intensidad horizontal, pero en 1887 tuvo que ser clausurado debido al aumento de construcciones en los alrededores. En 1889 el Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya fundó en sus jardines otro Observatorio Magnético donde se realizaban las mismas observaciones ya mencionadas, pero en 1902 tuvo que ser cambiado de lugar debido al paso de los tranvías eléctricos por sus cercanías. El nuevo asentamiento del Observatorio Magnético fue Cuajimalpa, a 15 km de Tacubaya, donde además de las observaciones absolutas se hacían también observaciones continuas con instrumentos de registro fotográfico.

Pero los tranvías eléctricos llegaron también a Cuajimalpa y hubo necesidad de cambiar otra vez el Observatorio Magnético; se escogió el pueblo de Teoloyucan, 36 km. al norte de la Ciudad de México, y se estableció ahí en 1914. Desde entonces hasta 1922 se hicieron únicamente mediciones absolutas, pero en 1923 se pusieron a funcionar variómetros para un registro fotográfico continuo de declinación, intensidad horizontal e intensidad vertical.

A partir de 1929, el Observatorio Astronómico de Tacubaya, y por consiguiente el Observatorio Magnético, pasaron a depender de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En 1931 se instalaron los variómetros de tipo Eschenhagen de la casa Askania con registrador fotográfico de intensidad horizontal, intensidad vertical y declinación. Estos aparatos, con algunas modificaciones, son los que se usan actualmente.

En 1978, nuevamente el avance de la Ciudad obligó a cambiar el sitio del Observatorio Magnético; la electrificación de la zona y el paso constante de autobuses cerca de sus límites fueron las causas que obligaron a este nuevo cambio de lugar.

El sitio finalmente seleccionado para establecer el Observatorio se encuentra en las afueras del pueblo de Teoloyucan, tiene una extensión de 20,000 metros cuadrados y por sus características se puede asegurar que en él no se presentarán anomalías magnéticas artificiales a corto o mediano plazo. El lugar elegido cumple además con los requisitos para que un observatorio magnético funcione adecuadamente; pues no posee anomalías magnéticas naturales, es de fácil acceso y está provisionado de agua y electricidad.

En el Instituto de Geofísica se reunieron todos los valores magnéticos del Observatorio desde 1879 hasta 1947 y se editaron en un solo volumen. En el año de 1951 se editó otro volumen con los datos de 1948 a 1950; la publicación de los datos de 1951 a 1955 se hizo en forma semestral y desde 1956 a la fecha, el Observatorio Magnético publica anualmente sus registros.

J. Carlos Cañón Martínez

Grupo de Geomagnetismo del
Instituto de Geofísica, UNAM

LA RADIOASTRONOMÍA AL SERVICIO DE LA GEOFÍSICA

El término *radioastronomía* siempre nos sugiere cosas muy lejanas: pulsares, cuasares, radio galaxias. ¿Qué tiene todo esto que ver con nosotros?. Seguramente más de lo que nos imaginamos.

La Tierra no es un mundo aislado, depende del Sol de muchas maneras, ya que las variaciones en las emisiones solares, tanto electromagnéticas como corpusculares, pueden alterar en forma considerable las condiciones en la Tierra y de hecho en toda la *heliósfera*. La importancia del estudio de las emisiones solares en la Geofísica fue reconocida desde los al-

bores de esta disciplina y es común encontrar en centros de investigación geofísica grupos como el nuestro dedicados al estudio de las relaciones Sol-Tierra. Y es en esto donde la radioastronomía resulta un instrumento valioso.

Primeramente, el Sol es un emisor de ondas de radio. Existen emisiones continuas de ondas de radio solares asociadas a las regiones activas cuyo monitoreo constante se utiliza para el patrullaje de ráfagas y puede dar información sobre la dinámica misma de este tipo de regiones. También puede haber estallidos violentos en el Sol que emiten ondas de radio y que pueden estar asociados con emisiones de rayos X y posiblemente también de plasma. Estas emisiones pueden eventualmente llegar a la Tierra y causar una serie de efectos desde simplemente espectaculares (como las auroras), hasta realmente perturbadores (como el bloqueo de las comunicaciones por radio o la pérdida de dirección de las brújulas).

Pero el mejor uso de la radioastronomía para propósitos geofísicos no consiste en observar al Sol, sino precisamente a esos distantes y misteriosos pulsares y cuasares. Cualquier perturbación que salga del Sol tiene que propagarse a través del medio interplanetario, alterando a su paso las condiciones de este medio. Las señales de radio que observamos en la Tierra provenientes de fuentes estelares tienen también que atravesar el medio interplanetario y cuando éste está perturbado estas señales sufren alteraciones. Las alteraciones sufridas, llamadas *centelleo*, pueden registrarse con bastante precisión con una antena sencilla y de ellas se puede obtener información sobre el estado de perturbación del medio que atravesaron las señales estelares cerca de la Tierra.

Si se dispone de un número suficiente de antenas como para detectar simultáneamente un gran número de fuentes, se puede hacer un mapeo diario del estado de perturbación de todo el cielo sobre el horizonte, pudiendo, por medio del centelleo, localizar las regiones de mayor perturbación. El mapeo en días subsecuentes dará cuenta de la evolución y desplazamiento de estas perturbaciones, que generalmente tardan en llegar a la Tierra alrededor de cuatro días a partir de su emisión, y nos permitirá estar preparados para una posible emergencia.

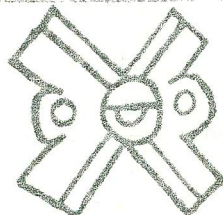
Este modo de ver las perturbaciones que viajan en el medio interplanetario -las cuales de otra manera resultan invisibles-

ha despertado el interés de varios grupos de investigación en diversas partes del mundo, los cuales tienen la intención de usar detecciones de centelleo para establecer sistemas de alarma de perturbaciones geomagnéticas e ionosféricas. ¡Quién dijera que algo tan lejano y exótico como un pulsar nos puede ayudar a saber cuándo

nuestras brújulas van a empezar a oscilar alocadamente o nuestro teletipo va a empezar a imprimir tonterías!

Silvia Bravo

Grupo de Estudios Espaciales y Planetarios del Instituto de Geofísica, UNAM.



UN POCO DE HUMOR

Los científicos no son gente tan seria ni retraída como suelen aparecer en las películas gringas o soviéticas. Son gente con mucho sentido del humor que disfrutan haciendo chistes y bromas acerca de su labor cotidiana. Recientemente apareció en EOS el siguiente glosario que hemos transcrito en inglés pues perdería su intención al traducirlo:

Magnetosphere: fear of magnetic fields, usually suffered by particle physicist.

Plasmasphere: fear of plasmas, usually suffered by field physicist.

Magnetopause: a troublesome phase in the middle years of a space scientist's career.

Magnetotail: type of article often submitted to the Journal of Geophysical Research - Space Physics.

Field Line: the edge of a football playing surface.

Interplanetary Medium: somewhere between interplanetary small and interplanetary large.

Data: going out for the evening.

Magnetic Moment: often found on a data.

Diurnal Effect: what happens when an urn is dropped.

Satellite: illumination for horseback riding.

Solar Wind: the major output of conferences dealing with the Sun.

Upstream Region: the place where Coors comes from.

* * * * *

GEOCAPSULA

OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO

En 1893 se instaló el primer observatorio vulcanológico en México. Estuvo localizado inicialmente en Zapotlán (hoy Ciudad Guzmán), Jalisco y posteriormente se trasladó a las afueras de la ciudad de Colima. Su objetivo consistía en recabar información de la actividad del volcán de esa localidad, el cual estuvo muy activo entre 1870 y 1913. El observatorio llegó a contar con equipo sismológico. En su fundación trabajaron José María Arreola y Severo Díaz, miembros de la Sociedad Científica Antonio Alzate. El observatorio dependía del Observatorio Meteorológico y dejó de funcionar en 1905.