

# EL HOMBRE EN LA LUNA



JORGE ARIAS DE GREIFF

La realización de la hazaña de un viaje a otro cuerpo celeste, hecho en los meses de julio, primero, y luego noviembre, del año pasado, y que se repetirá en el próximo de abril y continuará, dos o tres veces al año durante los venideros hasta 1972, ha conmovido a la humanidad, la que se ha dado cuenta de la magnitud histórica del acontecimiento. Pero tan portentoso hecho tecnológico y científico debe verse también como la culminación de 15 años de estudios, investigaciones y ensayos, desde los días previos al año Geofísico Internacional en 1957 cuando se preparaba la tarea de colocar los primeros satélites artificiales. El Observatorio Astronómico Nacional, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional, ha accedido a la amable invitación de la Dirección de la Revista de las Fuerzas Armadas de Colombia, a colaborar en esta sección de divulgación científica con una serie de artículos que ilustren y expliquen tanto los hechos del inmediato pasado, así como los que el futuro habrá de traer.

He querido iniciar esta serie con un breve repaso del desarrollo histórico de algunos aspectos fundamentales sobre los que descansa la ciencia de los viajes espaciales; la reseña naturalmente muy superficial e incompleta quiere más marcar los jalones principales del desenvolvimiento, bien de las ideas o de las tecnologías, que hacen largas enumeraciones cronológicas.

La propulsión por cohetes, o en general por un sistema a reacción que no requiere tomar del medio en que haya de moverse la nave ni los com-

bustibles o sustancias propulsoras, ni otra materia que, acelerada en los motores, contribuya al efecto del chorro, es esencial para el movimiento en los espacios vacíos en que habrá de realizarse el movimiento. Es lógico que debemos detenernos en este aspecto y recordar los hechos fundamentales que permitieron al hombre tener en teoría, al menos al comienzo, la posibilidad de lanzarse a la conquista de estos espacios.

Debemos remontarnos a los días de Galileo y Newton. Galileo indicó que el efecto de la fuerza cuando actúa sobre un cuerpo libre de la acción de otras fuerzas así como de ligamentos o restricciones es el de producir un cambio en su estado de movimiento, es decir, en la magnitud, velocidad o en la dirección de esta. La fuerza es entonces proporcional a la aceleración o cambio de velocidad en la unidad de tiempo. En esta forma se borró el tremendo error de Aristóteles de haber estipulado que la velocidad era proporcional a la fuerza, error que costó más de un milenio de atraso a la humanidad. Otro principio, este debido a Newton, indica que a toda acción corresponde una reacción igual y contraria. Con estos principios se puede entonces establecer que como resultado de un chorro de materia emitida a gran velocidad se presentará una fuerza de reacción que acelerará el vehículo desde donde se lanza el chorro. El producto de la rata de eyección de materia en el chorro por la velocidad de salida de dicha materia (kilogramos masa por segundo multiplicados por kilómetros por

segundo) será igual entonces al cambio de velocidad en el vehículo multiplicado por la masa de este.

Esta relación fundamental nos permite entender cómo es posible el movimiento de un cohete en el espacio vacío y cómo su velocidad puede ir aumentando mientras exista el chorro, es decir, mientras queden materias propulsoras en el vehículo.

Otro paso definitivo, fue el realizado por Kepler al anunciar sus famosas leyes de movimiento de los planetas alrededor del sol y por Newton al establecer su teoría de gravitación. Fue entonces posible entender el movimiento de los cuerpos celestes en sus órbitas y trayectorias, las cuales son las mismas que siglos más tarde habrían de recorrer las naves espaciales. Un resumen de estas leyes, de Kepler y de Newton, es el siguiente:

Primera Ley: La órbita de cada planeta es una elipse y el Sol ocupa uno de los focos de la elipse.

Segunda Ley: El radio vector (línea que une al planeta con el Sol) de cada planeta describe en tiempos iguales áreas iguales.

Tercera Ley: El cubo de la distancia media de cada planeta al Sol es pro-

---

#### JORGE ARIAS DE GREIFF

Bachiller del Gimnasio Moderno e Ingeniero Civil de la Universidad Nacional, Director del Observatorio Astronómico Nacional, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Es miembro de la Academia Colombiana de Ciencias, de la Sociedad Geográfica de Colombia, de la Sociedad Colombiana de Física y de la Unión Astronómica Internacional.



porcional al cuadrado del tiempo empleado en una revolución.

**Ley de Gravitación:** Dos cuerpos se atraen mutuamente con una fuerza que es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

La Mecánica Celeste se desarrolló entonces rápidamente y atrajo a las más altas cumbres del pensamiento científico y matemático, y la exactitud con la que permitió describir el movimiento de los cuerpos del Sistema Solar

mereció que fuera colocada a la cabeza de la ciencia. Con ligeras modificaciones los métodos de Mecánica Celeste han sido empleados con éxito en el estudio de las trayectorias espaciales.

Como no siempre es posible resolver en forma analítica los problemas de Mecánica Celeste o de Astrodinámica, el nombre que toma la aplicación a las trayectorias de aparatos artificiales, fue necesario desarrollar métodos numéricos para resolver estas ecuaciones, métodos que en un principio eran de uso

casi exclusivo de los astrónomos, salvo en los períodos bélicos, cuando las necesidades de la artillería requerían la preparación de tablas balísticas, también hechas mediante la "integración numérica" de unas ecuaciones que tampoco se pueden resolver analíticamente. En realidad, muchos científicos que en tiempo de paz computaban las órbitas del Sistema Solar, pasaron en tiempo de guerra a trabajar para el mejoramiento de las trayectorias balísticas, y no pocos avances en el campo del cálculo numérico se hicieron durante tales épocas.

Una primera exposición científica de las posibilidades de los viajes interplanetarios, fue hecha por Constantin Tsiolkovsky, quien presentó sus trabajos en publicaciones rusas y no fue en su patria muy tenido en cuenta sino cuando aparecieron en Alemania los trabajos similares de Hermann Oberth. Con el aporte de Tsiolkovsky y de Oberth quedó el planteamiento teórico hecho en forma precisa y seria.

Pero en el campo puramente tecnológico era también necesario desarrollar una tarea ya que los cohetes que hasta ese momento se habían empleado, más que todo, para juegos artificiales y señales en la navegación marítima, cohetes que empleaban pólvora, eran completamente insuficientes para las necesidades de la astronáutica por su limitada velocidad de escape de sus gases, vecina apenas a 1 kilómetro por segundo.

Los primeros ensayos prácticos conducentes a la fabricación de cohetes útiles para nuestros fines fueron

hechos por el profesor Goddard en los Estados Unidos de América.

Una interesante serie de experiencias tuvieron lugar años más tarde en Alemania en donde una sociedad astronáutica (muchas ya por esos días existían en diversas naciones) reunió un grupo de teóricos, fabricantes de cohetes (para la navegación) e industriales y visionarios. La experiencia de un fabricante del norte de Alemania (Sander) se unió a la habilidad de un diseñador (Valjier), bajo el patrocinio comercial de un fabricante de automóviles (Opel) quien vio en todo ello una extraordinaria oportunidad propagandística, dio lugar a la construcción y ensayo de un automóvil cohete. Otros miembros de la sociedad, von Braun, Willi Ley, realizaron más útiles experiencias cerca de Berlín en lo que más tarde, bajo la dirección del ejército alemán, se convirtió en el centro de investigación de Penemunde y en la realización del cohete A4, más conocido como V2, durante la 2ª guerra mundial. Contando con los recursos que las necesidades militares traen consigo se desarrolló la tecnología básica de los cohetes de combustibles líquidos, indispensable para las realizaciones espaciales.

Si bien casi todos los ejércitos durante la pasada conflagración emplearon cohetes, eran estos, con la salvedad del citado V2, cohetes de combustible sólido, el único utilizable por las tropas o desde instalaciones ligeras. El cohete de combustible líquido requiere tales cuidados en su preparación y alistamiento previo que difícilmente puede

pensarse en su utilización en forma diferente a la de arma de largo alcance desde bases seguras.

Finalmente, la pos-guerra trajo consigo el afianzamiento de las siguientes tecnologías indispensables para las realizaciones de la astronáutica.

Por una parte aparecieron los grandes computadores digitales capaces de realizar las laboriosas y lentas operaciones del cálculo numérico en tiempos increíblemente cortos para así poder calcular rápidamente infinidad de trayectorias y poder adoptar las más con-

venientes, lo mismo que poder determinar las correcciones necesarias durante los vuelos mismos, aún con computadores a bordo como en los vehículos Apolo.

Por otro lado la tecnología de comunicaciones llegó al grado de perfección que hoy vemos y que permite la comunicación a larguísimas distancias y el rastreo desde estaciones de tierra de las naves para poder guiar su curso. Pero muchos de estos temas serán más concretamente tratados en próximas oportunidades.



# CASA OLIMPICA

AL SERVICIO DEL DEPORTE COLOMBIANO  
Y SUS FUERZAS ARMADAS

ATENDEMOS SUS PEDIDOS DE CUALQUIER PARTE DEL PAIS

CALLE 17 No. 6-34 - TELEFONO: 41-44-51 - TELEGRAFO "OLIMPICA" BOGOTA, D. E.