

VIAJES ESPACIALES

Felix Herrera Cabello

Las matemáticas están presentes en todas las actividades humanas y mucho más en los vuelos espaciales, que sin ellas serían inviables.

Realizar un vuelo espacial implica además del diseño y construcción del vehículo (necesariamente complejo), situarlo en una órbita determinada para cumplir sus objetivos.

Newton en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687) da los principios de la satelización. El cálculo de las órbitas descritas por un vehículo espacial se basa en la mecánica celeste de Laplace, ligada a la mecánica clásica de Galileo y Newton que consideran un espacio de tres dimensiones con el tiempo como variable independiente. Esto es válido para campos gravitatorios débiles y velocidades mucho menores que la de la luz, pues en caso de mayor precisión hay que recurrir a modelos en los que se introducen las correcciones relativistas.

El objetivo del cálculo matemático durante la fase de lanzamiento es, en último término, fijar la posición y el tiempo de operación de un sistema de masa variable, como es el cohete, en un medio sometido a las leyes de la mecánica celeste y a diferentes perturbaciones como son la interacción gravitatoria, la atmósfera y el medio interplanetario (presión de radiación, etc.), lo que obligará a correcciones de trayectoria.

Para la puesta en órbita de un vehículo, el lanzador empleará todo su empuje (durante los minutos de la fase de lanzamiento) en contrarrestar la fuerza de gravedad y comunicarle al vehículo la aceleración adecuada para alcanzar la velocidad espacial, de la cual dependerá la órbita descrita. Si la velocidad es de 7,7 km/s la órbita será circular, si es de 11,2 km/s escapará de la atracción terrestre, entre 7,7 y 11,2 km/s la órbita será elíptica y a velocidades mayores de 11,2 será parabólica o hiperbólica. Hay varios tipos de órbitas: heliosíncronas, geosíncronas, interplanetarias, etc. y dentro de cada una de ellas infinitas, que difieren en sus parámetros orbitales (elementos keplerianos).

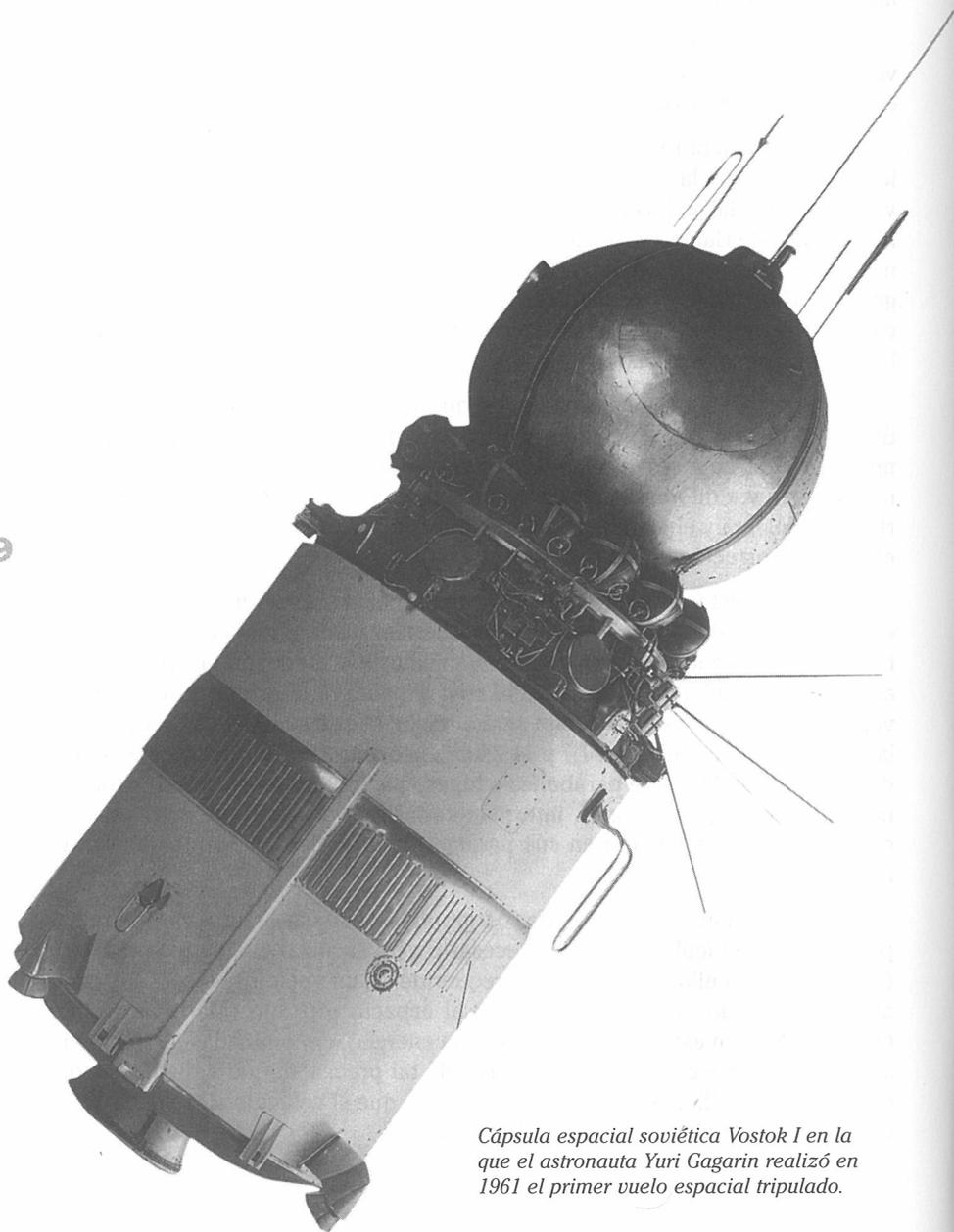
La interacción gravitatoria de los grandes planetas es una vía indirecta para darle al vehículo el *empujón* necesario para alcanzar el objetivo prefijado (ahorrando con ello el combustible requerido en un vuelo directo). Este es el método utilizado en los lanzamientos al espacio próximo (Marte) o lejano (Júpiter, etc.). En estas órbitas (de mínima energía), denominadas de Homann, se realizan correcciones de trayectoria, de tal precisión, que a distancias de centenares de millones de kilómetros se logra que el vehículo alcance su objetivo con una desviación de pocos kilómetros.

69

Con esta perspectiva, pasar del Sputnik a la llegada del hombre a la Luna ha sido un gran recorrido que se ha tenido que realizar por etapas, donde nunca se había conseguido tanto en tan poco tiempo.

El 4 de octubre de 1957 se abre una nueva *era* con el lanzamiento del satélite ruso Sputnik I. Esto causó una conmoción en el mundo por la importancia que suponía el vehículo que lo puso en órbita. Este lanzamiento es seguido en

69



Cápsula espacial soviética Vostok I en la que el astronauta Yuri Gagarin realizó en 1961 el primer vuelo espacial tripulado.

el programa americano por satélites como el Explorer I, Vanguard I, etc. vehículos no muy sofisticados pero que nos dan a conocer la realidad del medio exterior que rodea a nuestro planeta, pues el análisis de sus datos nos indicaron (aunque inicialmente pensamos que eran erróneos) que en el medio exterior había una realidad física que no coincidía con nuestras ideas. Así nuestro planeta está protegido por dos *paraguas* que nos permiten la vida en él: 1) la capa de ozono que, como sabemos, filtra buena parte de la radiación ultravioleta y 2) el campo magnético terrestre, en el que son atrapadas las partículas (impidiendo que sean letales) que con distintos rangos de energía alimentan los cinturones de radiación de Van Allen (primer gran descubrimiento).

Una vez conocido el medio exterior próximo a nuestro planeta, el siguiente paso era comprobar si el hombre podría vivir en ese medio y estudiar su comportamiento. Esto lo realizan los rusos el 12 de abril de 1961 con el vuelo de Yuri Gagarin que, en la Vostok I, circunvaló la Tierra durante una órbita. Este lanzamiento es seguido en el programa americano por los vuelos suborbitales de corta duración (de unos 15 minutos) de los astronautas Shepard y Grissom y el primer vuelo orbital de John Glenn, todos pertenecientes al proyecto Mercury.

Una vez en órbita se deben realizar una serie de maniobras muy críticas como la reentrada en la atmósfera, realizadas a velocidades de 28 a 40 mil km/h con un ángulo de reentrada de unos 6 grados, con una precisión de $\pm 0,5$ grados, pues si no se corre el riesgo del rebote o volatilización de la nave.

Comprobada la supervivencia del hombre en el espacio, su eterna inquietud hace que se plantee un sueño ancestral: el vuelo a la Luna. Siendo consciente que para ello debe resolver multitud de problemas, entre ellos evitar los peligros del medio exterior como micrometeoritos, radiaciones, problemas derivados de la ausencia de gravedad, altas y bajas temperaturas, etc. Por otro lado las alternativas de vuelo planteadas hizo que se tuvieran que resolver otro tipo de problemas como es el de acoplamiento de las naves en el espacio a velocidades de 28 a 40 mil km/h, salida al medio exterior, etc. Este fue el cometido del proyecto Gemini de NASA realizado por dos astronautas en diez vuelos. En paralelo hubo que desarrollar un lanzador capaz de poner en la Luna una carga útil de unas 40 toneladas, ello implicó desarrollar la máquina más compleja creada por el hombre, un cohete de tres etapas de unas 3000 toneladas, 111 m de altura y compuesto por 9 millones de piezas el cual pondría en la Luna a la cápsula con tres astronautas, el módulo de servicio con los sistemas de energía y propulsión adecuados y el módulo lunar. Cada uno de ellos fue una verdadera obra de ingeniería en cuyo desarrollo estuvieron involucradas todas las ramas de la ciencia y de la tecnología en las que se resolvieron todos los problemas inherentes a los sistemas de propulsión, guía y control, soporte vital, acoplamiento, comunicaciones, seguimiento, etc.

Durante la fase de desarrollo de este lanzador gigante, fue necesario obtener datos sobre el medio ambiente lunar, como atmósfera, orografía, y estructura de la superficie, con vistas al alunizaje etc., este fue el cometido de una serie de vehículos como Rangers, Surveyors y Lunar Orbiters.

Los datos obtenidos por estos vehículos plantearon comprobar y hacer el ensayo general de toda la tecnología puesta a punto en el proyecto Apolo, comenzando por vuelos alrededor de la Tierra y luego el lanzamiento a la Luna del Apolo VIII con tres astronautas en una órbita de retorno libre, los cuales se limitaron a la observación de nuestro satélite desde unos 120 km de altura. La culminación de tanto esfuerzo fue el vuelo del Apolo XI donde tres astronautas con todo el cúmulo de experiencias adquiridas se lanzan a poner el pie en otro mundo fuera de su hábitat.

Todos somos conscientes que el vuelo a la Luna fue un objetivo político y la prueba está que el proyecto Apolo terminó con el XVII abandonándose la exploración detallada del satélite a pesar del enorme esfuerzo realizado.

Poner en la Luna a tres astronautas en un vuelo tan complejo, con la tecnología de los años 60 fue, sin duda alguna, toda una proeza, que a los que participamos en el programa aún nos emociona. No olvidemos, por ejemplo, que el desarrollo de la Informática no había alcanzado los niveles actuales. Además, nadie duda sobre las enormes implicaciones que esto tuvo en toda la ciencia y la tecnología actual, pues la mayor parte de los avances conseguidos han derivado de ello.

Eliminada la guerra fría entre las dos grandes potencias, que fue sin duda el motor que dio un enorme impulso a toda la exploración espacial, los programas, tanto rusos como americanos, han tomado otro camino que es el de la cooperación internacional.

69 Los rusos que fueron los primeros en poner un satélite en órbita, realizar el primer vuelo tripulado, poner en órbita a la primera mujer, ser los primeros en tomar imágenes de la cara oculta de la Luna y los primeros en impactar en su superficie y traer muestras, al no disponer de los medios adecuados para llegar a la Luna, han centrado sus esfuerzos en el desarrollo de vuelos de larga duración, paso imprescindible para abordar el futuro viaje a Marte. Una prueba de ello ha sido la estación MIR, donde la experiencia adquirida ha hecho que sea una pieza clave en el desarrollo de la futura Estación Espacial Internacional (ISS), proyecto conjunto de varios países para el estudio de nuestro planeta.

El programa espacial americano actual se centra:

1) En el estudio de nuestro planeta, desarrollando una serie de satélites de nueva generación y la Estación Espacial Internacional.

2) En la exploración del espacio próximo y lejano mediante naves, actualmente más pequeñas y baratas. Esta política de lanzamiento, posiblemente sea revisada, dados los sonoros fracasos de las últimas misiones debidos a errores injustificables.

Prueba de que nuestra sed de conocimientos no tiene límites, es que en medio de tanta tecnología el hombre persiste en la búsqueda de otro milagro cósmico como es la vida inteligente, aunque posiblemente como especie seamos únicos en el Universo.