

Pocos avances de la tecnología han tenido tan honda repercusión como el invento del cohete y el descubrimiento de los principios físicos que rigen su funcionamiento. Desde el humilde juego de pirotecnia hasta el descomunal dardo que hiede los espacios y que ha permitido al hombre iniciar la conquista del espacio, el desarrollo del cohete y de su principio técnico, la retropropulsión, han requerido, casi más que cualquier otro avance técnico, el concurso máximo de la inteligencia y del conocimiento.

**Breve Prehistoria**

Se ha considerado que las verdaderas antecesoras de las armas de fuego fueron aquellas que se lanzaban con fines incendiarios, utilizando diversos combustibles,

Descubierta la proporción correcta para una combustión lenta fue fácil lanzar la flecha con el arco y el impulso simultáneo de la pólvora. Para demorar la combustión de impulso y protegerse, nuestro arquero vio la necesidad de una mecha. Había nacido el cohete. ¿Pero dónde y cuándo vivió el arquero de esta historia? La falta de información adecuada, la ambigüedad y oscuridad de la terminología antigua y la deficiente interpretación de lo poco que se conoce han hecho hasta ahora imposible determinar con precisión la fecha y el lugar de la invención del cohete.

**Pólvora, Cañones y Cohetes**

No hay duda de que fueron los chinos los inventores o descubridores de la pólvora y de la

atribuye, en la vetustez de su celda conventual, rodeado de matraces, redomas y retortas, el mérito de haber sido el que ofreció la pólvora, primero a la curiosidad y luego a la agresividad y a la codicia del mundo occidental. Es interesante agregar algo acerca del carácter de este personaje, cuyo lugar exacto y fecha de nacimiento se desconocen. Fue Bacon el prototipo de muy contados visionarios de la época quienes alcanzaron a vislumbrar la luz de la verdad científica. No en vano el pomposo título de "Doctor Admirabilis" que se le otorgara, aunque el mismo le costó la prisión por largo tiempo acusado por sus propios cofrades franciscanos de incorporar a sus deberes religiosos la magia, la alquimia y la astrología. Afirman algunos biógrafos que la muerte del Papa Clemente IV en 1268 retardó por muchos años la aplicación de una de las propuestas de Bacon al Pontífice y que este había visto con agrado, la de incorporar las ciencias naturales a los estudios universitarios. Cierto o no que Bacon distrajera su actividad monacal en investigaciones en búsqueda de la verdad científica, en la mayor parte de sus escritos sobre filosofía, alquimia y astronomía dejó caer un velo de

**De la Bala al Cohete**

Los primeros cañones eran simplemente gruesos tubos de hierro tapados por un extremo en el cual se encerraba pólvora y un proyectil. Encendiada la pólvora, la expansión súbita de los gases y la consiguiente explosión, enviaba a considerable distancia y en trayectoria errátil al proyectil, consistente generalmente en una bola también de hierro y de diámetro ligeramente inferior al del interior del tubo.

Desde entonces la historia de la artillería sigue una vía amplia y muy conocida que se inicia con el primitivo cañón descrito y que originalmente recibió el nombre de "pot de fer" (Vaso de hierro) hasta los espectaculares cañones navales de la II Guerra Mundial con calibres de más de 45 centímetros y alcances de hasta 23 kilómetros. En 1944 los norteamericanos iniciaron la construcción de un cañón gigante, el "pequeño David", de diámetro interior de 91.4 centímetros y cuyo proyectil pesaba cerca de dos toneladas. El proyecto fue abandonado por poco práctico sin haber hecho un solo disparo contra el enemigo. No hay que olvidar, por otra parte el simultáneo desarrollo de las armas

chorro por el otro extremo. La mezcla combustible consiste en propulsores líquidos o sólidos que suministran no sólo el combustible propiamente dicho sino también el oxígeno para el proceso químico de la combustión. Ello es estrictamente necesario en el espacio exterior en donde el vacío es absoluto y no se cuenta, como en la superficie de nuestro planeta, con el oxígeno necesario para que arda cualquier elemento combustible.

«Pero... ¿por qué se desplaza el cohete? Fue necesario, tal como ocurre con muchos otros artefactos producto de la imaginación humana, que pasaran muchos años para que a alguien se le ocurriese buscar una respuesta a ese por qué. El funcionamiento del cohete se encuentra explicado por la Tercera Ley de Newton creador de la Dinámica Clásica. Según esta ley, llamada de Acción y Reacción, "A toda acción se opone siempre una reacción igual y contraria". O dicho de otro modo, las acciones mutuas entre dos cuerpos siempre son iguales y directamente opuestas. Por acción y reacción debe entenderse exclusivamente fuerzas.

Así, a diferencia de la hélice y de todo otro elemento de propulsión que necesita un medio, aire, agua, etc., para apoyarse, el fun-



especialmente resinas y petróleo crudo. Las primeras conocidas se atribuyen a los asirios que usaron simples antorchas lanzadas con la mano; luego los griegos impregnaron estopa con petróleo en la punta de las flechas lanzadas con arco o ballesta. También los árabes, chinos e indios las usaron, pero el petróleo fue sustituido por azufre, que se derrite con el calor, quema fácilmente y además expide un olor sofocante y nauseabundo, con la ventaja de ser en esa época relativamente más accesible que el petróleo. El salto hacia la pólvora se dio, es casi seguro, cuando se agregó carbón y nitrógeno al azufre. Sucesivas experiencias determinarían que la proporción de nitrógeno y azufre haría la mezcla explosiva o de combustión lenta. Así, un arquero usando la nueva sustancia descubrió posiblemente por accidente que se producía una explosión, o por el contrario, la flecha saldría volando mágicamente impulsada por sí misma.

aplicación de ella en cohetes primitivos destinados tanto a la diversión como a la agresión bélica, pero la verdadera historia de su uso se pierde en confusa madeja de leyendas. Baste citar a Wan-Hu, mandarín chino cuyo afán por lo exótico le hizo pretender volar en una enorme cometa con una silla en su centro e impulsada, nada menos, que por 47 cohetes. Tales artefactos debían ser encendidos simultáneamente por otros tantos servidores, pero al dar la orden, por razones que la anécdota no cita, la explosión que se produjo no dejó traza de Wan-Hu ni de su artillugio.

De ser cierta tal historia, la experiencia del imprudente mandarín podría considerarse como una piedra angular en la reseña histórica de la cohetaría, pero la mayoría de los investigadores ha resuelto iniciarla en Europa y en plena Edad Media, con un nombre que evoca la época dorada de la alquimia; Rogério Bacon, el monje inglés a quien se

# De la flecha al cohete espacial

misterio utilizando claves que sólo él y sus más allegados entendían. Quienes años después lograron descifrarlas hallaron las fórmulas en que Bacon expresó la composición de la pólvora con sus tres ingredientes clásicos: sal de nitrógeno, potasio, carbón y azufre, elevando la proporción de la sal de nitrógeno al 41 por ciento, mucho más de la atribuida a los chinos. Así logró Bacon la combustión rápida, o sea el uso de la pólvora como explosivo.

Otro personaje, no menos interesante de la época, Alberto Magno, llegaba en Alemania a conclusiones parecidas a las de Bacon, que fueron publicadas en *De Mirabilis Mundi*. Se incluía una fórmula para la pólvora con los mismos ingredientes del monje inglés pero con proporciones para obtener la combustión más lenta y por consiguiente aplicable a la cámara de combustión de los cohetes.

A pesar de que las dos fórmulas eran igualmente utilizables, los caballeros medioevales, más amigos del estruendo que de las tácticas militares, se pegaron a la solución de Bacon y a partir de 1325, considerado como el año en que fueron inventadas las armas de fuego, el cohete fue pasado a una posición secundaria mientras que el primer plano en el interés bélico lo ocupaban los cañones.

ligeras, una gama hoy casi infinita de escopetas, fusiles, pistolas, revólveres y ametralladoras. En cambio, el cohete aparece y desaparece sin una secuencia lógica en su desarrollo, y casi siempre como arma secundaria de apoyo, pero principalmente como elemento de diversión popular. Finalmente, en el presente siglo, el afán bélico de las naciones empujadas en la conflagración de 1939 a 1945 hizo que científicos alemanes aplicaran los viejos principios de la cohetaría a la primera arma impulsada por retropropulsión, la mortífera bomba voladora, la cual, terminado el conflicto, dio paso a la aviación a chorro y a cohetes con cargas explosivas y luego a los enormes cohetes espaciales.

**Principios Físicos**

Propulsado por un chorro de gas, el cohete es el único medio que el hombre hasta ahora conoce para lograr la llamada velocidad de escape, necesaria para vencer la fuerza de gravedad terrestre. El impulso para lograr una velocidad tan alta y constante se logra quemando una mezcla combustible en una cámara cerrada en un extremo, en forma tal que los gases, producto de la combustión lenta pueda salir en forma de

complemento del cohete es independiente de que exista o no atmósfera y el desplazamiento no se debe al efecto de empuje del gas apoyándose en el medio al escapar de la cámara, sino que está originado por la fuerza de reacción producida por el escape a gran velocidad de los gases en un sistema físico cerrado. El punto de apoyo de la fuerza de reacción está dentro del cohete y por esta razón, como se dijo anteriormente, el cohete es el único sistema propulsor hasta ahora conocido que puede funcionar en el vacío.

**El Ejemplo Casero**

Para hacer aún más evidente y comprensible el principio que hace que un cohete se impulse, basta observar un globo de goma inflado al cual súbitamente se le deja escapar aire por la boca. De inmediato el globo se proyecta en dirección contraria a la del escape de aire. No importa cuán sofisticado sea un cohete ni cuántos millones se hayan gastado en su preparación y en el equipo que lleve en su nariz, la moderna nave espacial opera con el mismo principio físico del modesto globo.

Sin duda un largo lapso ha transcurrido entre el invento de la flecha incendiaria y la expectativa presente de la conquista cósmica, pero el terror que producían las primeras, así como el soto-brecogedor trueno que anuncia la velocidad de escape de los cohetes espaciales, son símbolos iguales del afán sempiterno del hombre por su propia superación. (CIM-PEC).