

## POSIBILIDADES ASTRONAUTICAS(\*)

De tanto en tanto la atención del público se ve solicitada por noticias periodísticas relacionadas con supuestos viajes interplanetarios, y es en tales circunstancias que el hombre de la calle, que no es versado en ciencia y técnica pero que, siendo culto, no se desentiende de ellas, suele preguntarse: siendo la Madre Tierra la morada natural del hombre; siendo que por raras coincidencias sólo en ella se dan reunidas las diversas condiciones que posibilitan la existencia de seres vivientes superiores ¿a qué vienen esos renovados intentos por abandonar-la, para ir a holgar, siquiera temporariamente, por esos distantes y extraños mundos planetarios? ¿qué es lo que el hombre tiene que ir a hacer allí? ¿qué es lo que espera encontrar? ¿qué ímpetu espiritual o qué conveniencia material lo impulsa a tentar tan atrevida prueba, la más temeraria pero a la vez la más romántica y heroica de cuantas jamás haya imaginado? ¿con qué probabilidad cuenta de salir airoso de tan fabulosa y tremenda aventura?

No es posible dar repuestas categóricas y definitivas a estas preguntas. Las mismas cubren todo un vasto dominio fenomenológico de complicados hechos y multitud de procesos, de algunos de los cuales la Ciencia sólo puede aventurar, por el momento, inciertas y vagas conjeturas. No obstante, el estado actual de los conocimientos y de la técnica permite ofrecer un esquema suficientemente preciso de la estructura de nuestro

---

(\*) Trabajo presentado por el autor del 3er. Coloquio de Estadística reunido en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Litoral, el 16 - XI - 954.

mundo solar y de las leyes físicas que imperan en todo ámbito del Universo, como para poder prever, con razonable seguridad, el curso general de los futuros acontecimientos astronáuticos.

La juventud siente y siempre ha sentido, una irresistible atracción por los sucesos extraordinarios, por las lides desparejas y por el coraje y el arrojo al servicio de acciones nobles y desinteresadas. De ahí su admiración por los héroes, legendarios o reales, y por las aventuras, imaginadas o vividas, de las que han sido actores. De ahí también el manifiesto favor que han merecido en todo tiempo y lugar las justas deportivas, las exhibiciones de sucesos espectaculares o desusados y la lectura de extravagantes fantasías científicas.

Estos sentimientos sobreviven a la juventud, prolongándose en forma más o menos moderada y encubierta al resto de la vida. A ellos se deben, en parte al menos, que nos resulte siempre grato saber de las acometidas plenas de insensato coraje de un Caballero de la Triste Figura o de las estocadas certeras de los Mosqueteros del Rey.

Es que estos sueños de romances y heroísmos no son sino una expresión del espíritu mismo del hombre, a la vez que una condición para su progreso material.

Se agrega a ello su insaciable avidez de sensaciones nuevas y sus incontenibles ansias por escrutar las cosas del misterioso Cosmos en que transcurre su existencia.

Y allí lo veis, en la medianía de este siglo XX, consciente de haber vencido en su intento de conquistar el espacio, siendo ya dueño y señor de cien secretos de sus tierras, mares y aire y de los abismos submarinos, que comienza a presentir una suerte de ahogo y de subconsciente impaciencia al advertir que su dominio, cada vez mejor logrado de las velocidades supersónicas, empequeñece las dimensiones sensibles de su mundo terrenal, que comienza a parecerle ya una cárcel, y encadena sus ancestrales y cautivantes ansias de desconocidos y lejanos horizontes.

Presiente que en adelante, poco de extraordinario o de inesperado podrá descubrir desde su planeta que le permita

desentrañar la oculta configuración del Universo, y con instintiva y firme confianza en su elevada jerarquía intelectual, alzándose altivamente por sobre la medianía de su mundo vulgar de vanidades y pasiones, se apresta a volar más alto aún, dirigiendo su rumbo hacia las estrellas, para enarbolar en la alta cumbre de algún desolado y yerto hermano de su Tierra una bandera, símbolo permanente de su irrenunciable voluntad de predominio y emblema altivo de su prodigioso y penetrante ingenio creador.

Pero, ¿son tales proyectos meros extravíos de la fecunda y exaltada imaginación de algunos hombres que sobreestiman el poder de la ciencia, o traducen por el contrario posibilidades concretas y más o menos inmediatas?

Desde hace siglos, novelistas y poetas soñaron con imaginarios viajes siderales, las más de las veces con destino a nuestro satélite, porque dada su relativa proximidad, siempre se ha estimado que la Luna ha de ser el primer astro que, fuera de la Tierra, ha de hollar la planta del *homo sapiens*, si es que ha de acabar con éxito la magna empresa astronáutica.

Estos quiméricos viajes, organizados y realizados en el papel, se llevan a cabo con procedimientos que son a veces admisibles en principio y otras veces absurdos, pues los hay de toda clase en la imaginación sin límites del hombre.

Así, el protagonista de *El Hombre en la Luna*, del Obispo Francisco Godwin, realiza el viaje en un asiento llevado por pájaros previamente adiestrados. Esta solución es tan simple como ingenua, pero de todos modos la misma imposibilidad alcanza, por iguales razones fundamentales al otro pájaro o avión a hélice, porque aunque éste no experimenta las mismas fatigas del ave viviente y la ventaja sin comparación por su potencia de vuelo, tampoco es capaz de alejarse más de unos escasos kilómetros del suelo, por faltarle más lejos de allí la resistencia sustentatriz del aire y el oxígeno indispensable para la combustión.

Herbert G. Wells en su novela *Los Primeros Hombres en la Luna* recurre a un ingenioso recurso, en apariencia menos

pueril y absurdo que el anterior, pero a la verdad tan imposible como éste. Todo se reduce a utilizar la supuesta invención de la *cavorita*, sustancia que posee la rara propiedad de ser *opaca* para la gravitación, por lo que cualquier cuerpo situado sobre una placa de tan extraordinario material queda, por así decirlo, en el interior de una zona de *sombra* gravitacional, careciendo por consiguiente de peso. En estas condiciones no se requeriría energía alguna para elevar el sistema a cualquier altura.

Es lástima que la *cavorita* sea sólo una ficción, pensarán algunos. Respondemos, sin embargo, que su empleo sólo puede dar resultado en el argumento de una novela. No es imposible que alguien objete esta conclusión; se dirá que el hecho de que hasta el presente no haya sido encontrada tal sustancia no implica que la idea sea en sí misma absurda, pues bien puede la ciencia del futuro dar con ella. No obstante el éxito de un tal proceso implicaría la posibilidad del movimiento perpetuo de primera especie, con la consiguiente invalidación de unos de los principios fundamentales de la energética. Puede que tampoco este argumento satisfaga plenamente a ciertos espíritus impregnados de escepticismo científico, sobre todo en estos tiempos en que nos ha sido dado asistir a la imprevista y espectacular caída de más de un "incommovible" axioma científico, que resistiera por siglos el embate de la incesante evolución de las ideas. Pero el caso es que aún disponiendo de tan singular sustancia, la misma no nos serviría de mucho para nuestros propósitos, pues al anular una lámina de *cavorita* el campo de fuerzas, determinaría en todo punto de la región protegida un potencial de gravitación nulo, esto es, de igual valor que el de un punto infinitamente alejado de la Tierra. De esta suerte entre ambas caras de la lámina existiría una diferencia de potencial gravífico igual al potencial en la superficie de la Tierra, cuyo valor, calculado en base de la ley de gravitación y de la teoría del potencial es de unos 6.370.000 kgm/kg. Resulta de todo esto que si un pasajero de 70 kg(m) intentara instalarse en el interior de un astronave al estilo de

la sugerida por Wells, sólo podría conseguirlo mediante el desarrollo de una energía equivalente a unos 446.000.000 de kilográmetros, esto es, igual a la necesaria para transportarlo desde la Tierra hasta una distancia infinita. Como se ve, no cabe alentar esperanza alguna con respecto a tan inverosímil invención.

Es posible que entre los relatos del género que comentamos, la novela *De la Tierra a la Luna*, de Julio Verne, sea una de las más celebradas y de las que mayor interés haya suscitado en los últimos tiempos. Fué publicada en el año 1865, apareciendo dos años más tarde su continuación titulada: *Alrededor de la Luna*. Esta vez el lector asiste al espectacular lanzamiento de una luciente astronave al espacio, mediante el disparo de un gigantesco cañón de unos 300 metros de largo, construido en una excavación apropiada por los desocupados miembros del Gun Club. En este caso, el procedimiento imaginado por el autor es, en principio, admisible. Queda por ver si en la realidad es más practicable que los anteriores.

Todo proyectil, disparado en dirección vertical hacia lo alto asciende por virtud del ímpetu recibido hasta una cierta altura máxima, a partir de la cual comienza a descender. Dicha altura depende de la velocidad inicial conferida, de la ley de variación de la intensidad del campo gravitatorio, y por lo tanto de la masa y el radio de la Tierra, como así también de la acción resistente del aire. De ahí que, dando al proyectil un impulso inicial suficiente, viajaría sin cesar "cayendo" libremente hacia lo alto, con velocidad decreciente, escapando al influjo de la Tierra, para llegar al término del viaje a una distancia infinita, donde su velocidad sería nula.

El valor de la velocidad inicial que es preciso conferirle para que esto suceda se denomina *velocidad de escape* o de *evasión* o también *velocidad de liberación*, y es la misma con la cual el móvil llegaría a la superficie del planeta cayendo libremente desde una altura infinita. Es posible calcular la velocidad de liberación para cada miembro del sistema solar, desde que se conocen sus respectivos radios y masas. Algunos

valores son los siguientes, expresados en kilómetros por segundo: Tierra 11,18; Luna: 2,37; Venus: 10,47; Marte: 5; Júpiter: 59,5; Sol: 617. Los valores efectivos son, sin embargo, más elevados para los astros que, como la Tierra, poseen atmósfera.

Como se comprende, las dificultades para evadirse de un astro aumentan con el valor de estos números; la salida en las condiciones más favorables tendría lugar desde la Luna y en las más desfavorables desde el Sol.

Entre las órbitas de Marte y Júpiter se encuentra Ceres, el pequeño asteroide rocoso de unos 770 kilómetros de diámetro, considerado como uno de los trozos integrantes de un planeta que en época remota se deshizo en fragmentos al aproximarse demasiado al gigantesco Júpiter. Admitiendo que su densidad de masa media sea igual a la de la Tierra, se deduce que un proyectil, disparado desde su superficie por un fusil moderno se alejaría indefinidamente sin regresar, por ser la velocidad inicial mayor que la de evasión.

En todo lo que precede sólo hemos tenido en cuenta la atracción del astro considerado, lo que puede admitirse como suficientemente exacto cuando se trata de movimientos ascensionales de pequeña altura, comparada con el radio del mismo. En los otros casos será necesario tener en cuenta la acción perturbadora de los demás astros. Así por ejemplo, un proyectil lanzado desde la Tierra con una velocidad inicial conveniente, en una dirección determinada, acabaría por ser capturado por el Sol, alrededor del cual giraría indefinidamente.

Asimismo se puede demostrar matemáticamente que la energía que es necesario comunicar a un proyectil para escapar a la atracción del planeta, o lo que viene a ser lo mismo, la que hay que conferirle para recorrer la pendiente gravitacional desde su superficie hasta el infinito, es igual a la requerida para elevarlo hasta una altura equivalente al radio del mismo, si la gravedad conservase hasta allí igual valor que en su superficie. Para la Tierra es la ya mencionada cantidad de 6.370.000 kgm. por cada kilogramo masa transportado. Después

de aplicada esta energía, no hay para qué preocuparse por ningún consumo ulterior, no existiendo luego límite para la distancia que puede recorrer, en el vacío. Es en esta conclusión que se encierra la posibilidad de que el hombre pueda alguna vez transponer los inmensos espacios interplanetarios.

En teoría es, pues, posible hacer llegar un proyectil a cualquier lugar del universo. Pero la realidad es ya otra cosa, sobre todo si el mismo debe conducir una tripulación. Se presenta ante todo la pregunta de si se cuenta con el explosivo que pueda conferir al astronave la velocidad de evasión, que aún para el caso ideal de prescindir de la resistencia del aire es de unos 40.400 kilómetros por hora. Para alcanzar cualquier astro se requiere aproximadamente este mismo valor.

Tan enorme velocidad, unas treinta y cuatro veces mayor que la del sonido en el aire, se consigue en el cañón lunar de que nos habla Julio Verne gracias a la explosión de una carga de 160 toneladas de nitrocelulosa. Sin embargo el caso es que ninguno de los explosivos actualmente utilizados puede conferir a los gases de su combustión una velocidad teórica de eyección muy superior a los 14.400 kilómetros por hora, con el agravante de que la del proyectil resulta inferior a esta cantidad, debido a su inercia. Es verdad que una promesa se encierra en el hidrógeno atómico, que al reaccionar consigo mismo para formar hidrógeno molecular libera una energía de unas 34.000 Calorías por kilogramo, con una velocidad teórica de exhaustión de aproximadamente 21 kilómetros por segundo y una real de 12 kilómetros por segundo; pero por el momento no se poseen conocimientos suficientes acerca de su preparación en cantidades importantes, sobre su permanencia al estado atómico líquido como tampoco acerca de su estabilidad ante los choques, vibraciones y otras acciones.

Para todos los combustibles las velocidades reales de exhaustión resultan siempre inferiores a las teóricas debido, entre otras causas, a los frotamientos, propagación calórica, turbulencias y por tratarse de reacciones reversibles cuyo es-

tado de equilibrio queda determinado por las condiciones físicas de temperatura y presión.

Por otra parte, puede afirmarse que, aún en el caso de disponerse de algún hipotético superexplosivo capaz de conferir al proyectil una energía cinética suficiente para superar el potencial terrestre y la oposición de la atmósfera, del disparo sólo resultaría un tremendo descalabro, porque la gran velocidad de pronto adquirida por el proyectil impediría la salida del aire del cañón con la necesaria rapidez, quedando aquél aprisionado entre la formidable presión de los gases del explosivo y la no menos formidable contrapresión originada por la repentina compresión y dilatación térmica del aire. Lo que menos se puede esperar de un tan furioso conflicto de fuerzas es provocar la incandescencia y aún la fusión del proyectil, el cual, en todo caso, tampoco podría soportar la elevadísima temperatura originada por el frenado aerodinámico del aire exterior.

Y no es eso todo, porque si aún por verdadero milagro los viajeros no hubiesen perecido carbonizados, no se librarían de un desastre mayor. Es sabido, en efecto, que la velocidad, por grande que sea, no ocasiona por sí misma perjuicio alguno en los seres vivientes, a condición de que la misma permanezca invariable; prueba de ello es que nos hallamos permanentemente sometidos al movimiento de traslación de la Tierra, que se cumple a razón de unos 108.000 kilómetros por hora sin siquiera apercibirnos, como tampoco nos apercibimos de los otros 72.000 kilómetros por hora con que el Sol nos arrastra hacia la estrella Vega, en la constelación de la Lira. Las consecuencias se hacen sentir en cuanto se origina un cambio sea en la dirección sea en el valor de dicha velocidad, esto es, siempre que hay aceleración (o deceleración). Esta aceleración, que desarrolla fuerzas de inercia, tiene el carácter de un fenómeno espacial, y por lo tanto se origina en cualquier lugar del universo. independientemente de la existencia de los campos gravitatorios.

La importancia de los efectos de tales cambios dependen, para un móvil dado, de la rapidez con que se efectúan. En el



caso de nuestro cañón, el cálculo muestra que si su longitud útil fuese de 300 metros, y si aceptamos que la presencia de la atmósfera exige elevar la velocidad de liberación hasta los 15 kilómetros por segundo, la aceleración del movimiento, su- puesta constante hasta que la bala sale de la boca del arma, resulta ser de unos 375.000 m/s<sup>2</sup>, o aproximadamente 37.500 veces mayor que la de la gravedad en el mismo lugar. Esto significa que durante el recorrido del proyectil dentro del cañón, cada cuerpo libre de su interior ejerce contra el fondo una fuerza 37.500 veces mayor que su propio peso; y una de dos: o el fondo de la cabina cede, siendo violentamente trans- pasado por los viajeros y objetos o bien estos quedan algo más que desmenzados contra dicho fondo. Demás está decir que los amortiguadores hidráulicos imaginados por el autor para atenuar estos efectos darían resultados prácticamente nulos.

Si se admite, en base a experiencias realizadas, que el ser humano puede resistir, durante un corto tiempo al menos, y cuando está dispuesto en una posición conveniente y con un previo entrenamiento, una aceleración máxima de 5 g, nuestros astronautas saldrían ilesos sólo a condición de que el cañón tuviese 2250 kilómetros de largo. Si el disparo se efectuara en el vacío, esta longitud quedaría reducida a unos 1250 kiló- metros, pero aún en este caso nadie puede soñar con que ja- más se intente su construcción, ni siquiera en el caso más favo- rable de instalarlo a seis mil metros o más de altura y practi- cando el vacío en su interior, como ha sido sugerido por algunos.

Las posibilidades serían ciertamente diferentes en la Luna, por carecer nuestro satélite de atmósfera y corresponderle una velocidad de liberación de solo 8530 kilómetros por hora.

Es de suponer que Julio Verne conoció estas y otras ra- zones que se oponen a toda posibilidad de llevar a buen térmi- no la aventura del cañón espacial y que, no obstante, hizo caso omiso de ellas para permitir al Presidente Barbicane y sus dos intrépidos acompañantes deleitarnos con sus prodigiosas y atra- yentes aventuras. Quienes alguna vez nos hemos regocijado con

ellas comprendemos su propósito y le rendimos nuestro homenaje de respetuosa admiración.

Otros sistemas más o menos ingeniosos han sido propuestos para resolver el problema fundamental de la astronáutica. Analizados sin embargo a la luz de las posibilidades reales, han resultado tan impracticables e ilusorios como los anteriores.

Se puede afirmar que en el estado actual de la ciencia sólo hay un medio que permite confiar razonablemente en una progresiva solución del vuelo astral; es el que reposa en el principio de la Mecánica de la acción y reacción. Aplicado a los vehículos a reacción, que llevan consigo su propio sistema de propulsión continua, son idealmente aptos para el vuelo en el vacío, desde que no requieren acción sustentatriz de ningún medio material y permiten alcanzar grandes velocidades mediante aceleraciones convenientemente reducidas. Son, por lo demás, vehículos autónomos, pues también transportan consigo el oxígeno necesario para la combustión.

Los proyectiles cohetes, o motores a reacción, se componen esencialmente de un sistema que proyecta hacia el exterior pequeñas partículas de alta velocidad, procedentes de la explosión o combustión de sustancias apropiadas; a esta acción se superpone una fuerza igual de reacción, que empuja al resto del proyectil en el opuesto sentido.

La teoría matemática demuestra que la razón entre la masa inicial total del proyectil, incluyendo el vehículo, viajeros, combustible, instrumentos, mecanismos, etc. y esa misma masa total, aligerada de la de los gases desprendidos hasta el instante en que se ha alcanzado una cierta velocidad, depende, entre otras cosas, del valor de esta velocidad y de la de eyección de los gases, según una ley exponencial.

De este modo, cuando un cohete, partiendo del reposo, ha adquirido una velocidad igual a la de eyección de sus gases, su masa actual es  $e$  ( $e = 2,7182\dots$ ) veces menor que la inicial. Si a partir de este momento se proyectan nuevas partículas hasta que la masa total es de nuevo  $e$  veces menor que la del estado precedente, la velocidad relativa del cohete, res-

pecto a la de sus gases es, en ese instante, otra vez igual a  $v$ . Es decir, que éstos, observados desde el punto inicial de referencia, vuelan en el mismo sentido de la nave a la velocidad  $v$ , en tanto que ésta se mueve con respecto al mismo punto con velocidad igual a  $2v$  y la razón de la masa total inicial a la final resulta igual a  $e^2$ . Del mismo modo, para alcanzar la velocidad  $3v$  la relación de masas debe ser igual a  $e^3$ , y así sucesivamente.

De ahí que, una vez adoptada una aceleración de valor tolerable para el organismo humano, para alcanzar la velocidad deseada es preciso que, a la partida, la masa total del astronauta sea un cierto número de veces mayor que cuando adquiere la sobredicha velocidad y se ha consumido ya, por consiguiente, una parte del combustible.

Lamentablemente, para la aceleración máxima que se estima el hombre puede soportar, que, como se ha dicho es, a lo sumo, de 5 g, para cortos intervalos de tiempo —unos pocos minutos— y para la velocidad de evasión correspondiente a la Tierra, dicha relación es demasiado elevada cuando se la calcula en base a la velocidad real de exhaustión de los gases de los combustibles actualmente disponibles. Así por ejemplo, aún en el caso de la reacción oxígeno-hidrógeno, cuya velocidad teórica de eyección de 4.000 metros por segundo, es una de las más elevadas entre las reacciones químicas conocidas, para alcanzar los 11,17 kilómetros por segundo con un consumo total de combustible, esto es, sin pensar en el regreso a la Tierra, la relación de masas sería igual a 16, o sea, que por cada tonelada de carga útil que se sustrae a la gravedad terrestre, se debe iniciar el viaje con un peso total de 16 toneladas, de las cuales 15 deben destinarse al combustible; por consiguiente más del 93 por ciento del peso total debe reservarse para éste. Y aún el mencionado es un caso por demás favorable, porque para los combustibles que actualmente es posible utilizar, por cada tonelada de carga útil transportada se precisa consumir unas 15.000 toneladas, prescindiendo siempre de la resistencia del aire y sin considerar el regreso. Tan grande diferencia entre

estos dos resultados es consecuencia del carácter exponencial de la ley que gobierna el proceso y justifica plenamente el empeño con que los investigadores ensayan nuevas reacciones que puedan proporcionar más elevadas velocidades de exhaustión.

La situación mejora formando un cohete con varios cohetes individuales, que actúan sucesivamente y se separan una vez consumidos y han transportado al sistema remanente hasta una cierta altura. De esta forma disminuye la energía necesaria para impulsar el resto del proyectil, pudiéndose eventualmente recobrar los depósitos de combustibles proveyéndoseles de sendos paracaídas. Tales dispositivos son denominados "cohetes a etapas".

Como ya lo hemos señalado, la velocidad del móvil a reacción puede sobrepasar a la de exhaustión de sus gases, desde que cada nueva partícula desprendida determina un incremento de velocidad, que se suma a la ya alcanzada por aquél. Para una masa dada del móvil y un determinado combustible, dicha velocidad sólo depende de la masa de los gases que se puede proyectar. Así por ej. la famosa bomba alemana conocida con el nombre de V2, que emplea oxígeno líquido y mezcla de agua y alcohol, alcanza una velocidad máxima de 6.000 kilómetros por hora; su relación de masas es de sólo 3,2, lo que en parte se debe a que, no llevando hombres a bordo, puede imponerse un valor más elevado para la aceleración. No obstante, la V2 está todavía lejos de poder abandonar la Tierra, desde que sólo cuenta con 6.000 de los 40.400 kilómetros por hora que serían necesario para ello, en el vacío; su velocidad debiera ser más de siete veces mayor. En cambio, lanzada desde la Luna, llegaría hasta la Tierra, porque si bien la velocidad de evasión es allí de unos 8.500 kilómetros por hora, en cambio con el mismo combustible alcanzaría mayor velocidad que en la Tierra, por ser menor la gravedad y no existir atmósfera.

La versión norteamericana de la V2, denominada *Viking*, alcanzó los 223 kilómetros de altura y una velocidad máxima de aproximadamente 9000 kilómetros por hora. Según informaciones publicadas, el 24 de febrero de 1949, fué disparado

en los EE. UU. un proyectil cohete de la clase de dos etapas; el primer cohete elevó al segundo, del tipo W. A. Corporal, hasta una altura de 32 km. alcanzando una velocidad de 5760 km/h; en ese momento un dispositivo a comando automático desprendió el primer cohete, poniendo simultáneamente en acción al Corporal, que continuó solitario la ascensión, batiendo todos los records de altitud homologados hasta entoces, con la marca de 402 km. de altura y con una velocidad de 8000 km/h. Llegó por lo tanto casi hasta los mismos confines de nuestra atmósfera.

Con una velocidad unas tres y media veces mayor —28.500 km/h— y con un ángulo de tiro dirigido en dirección horizontal, el proyectil se movería indefinidamente a ras del suelo con trayectoria circular, si despreciamos la resistencia del aire y suponemos que el tiro ha sido orientado según el meridiano del lugar.

Si por el contrario se lo dispara desde un punto del ecuador y en dirección al plano ecuatorial el valor anterior, que representa la velocidad absoluta del proyectil con referencia al sistema de estrellas fijas será algo menor o mayor, según que el tiro se dirija en el sentido de la rotación de la Tierra o en el opuesto. Si la velocidad inicial es igual a la de liberación, el proyectil, en el vacío, prescindiendo de la acción de los demás astros y cualquiera sea el ángulo de tiro, describirá una órbita parabólica alejándose hasta el infinito.

La mencionada relación de masas constituye actualmente la principal valla que estorba el progreso de la astronáutica. Las esperanzas se cifran en la posibilidad de utilizar en el futuro la energía atómica.

Debemos señalar, sin embargo, que si bien los repulsores nucleares que para este fin han sido propuestos resuelven muy satisfactoriamente el problema de la concentración de enormes cantidades de energía en masas reducidas, su empleo introduce a su vez serias complicaciones y dificultades, que será necesario superar. Así por ejemplo, habrá que encontrar solución adecuada para la protección de los tripulantes, aire, alimentos,

etc. de las contaminaciones y mortíferas emanaciones originadas en los reactores nucleares, mediante blindajes de materiales apropiados, así como para neutralizar la intensa carga electrostática que ha de adquirir el astronave como consecuencia de la eyección de partículas electrizadas, etc.

Por otra parte, siendo la fuerza propulsora de un sistema a reacción proporcional a la masa de las partículas proyectadas por unidad de tiempo y a la velocidad relativa de eyección, se deduce que esta última debe adquirir el valor más elevado posible; descartando el recurso de las temperaturas elevadas, que no parece viable, ha sido recientemente sugerida la posibilidad de acelerar los núcleos de plutonio provenientes de una reacción en cadena no explosiva mediante aceleradores de acción electrostática o electromagnética.

Pero mientras tanto, sabios especialistas responsables han sugerido recientemente una fascinante solución. Se trata, ni más ni menos, que de instalar satélites artificiales o estaciones en el espacio. En la actualidad se reconoce unánimemente que, sea química o nuclear la fuente de energía que se utilice, estas estaciones han de desempeñar un rol decisivo en el provenir de los vuelos interplanetarios.

Las dificultades han de ser superadas progresivamente, a medida que se vayan cumpliendo las diferentes etapas de las investigaciones preliminares. Es harto probable que una vez completadas las informaciones acerca de las condiciones físicas que imperan en las altas regiones de la atmósfera y una vez perfeccionados los móviles a reacción, se proceda a situar un vehículo orbital o satélite artificial, armado en el espacio por hombres flotantes convertidos transitoriamente en satélites de la Tierra, y con elementos lanzados desde ésta. Tales estaciones del espacio serán instaladas en órbitas convenientes alrededor de la Tierra, mediante una velocidad orbital que puede ser determinada con exactitud, y cuyo valor depende de la altura. Para girar indefinidamente en una órbita estable no se requiere proveer al satélite de energía alguna, pero sí para conducirlo hasta ella y para acelerarlo hasta conferirle la ve-

locidad orbital necesaria. A los fines de reducir esta energía, se elegirán órbitas próximas a la Tierra, pero siempre más allá de su atmósfera, para evitar la fricción con el aire y eliminar la absorción y refracción de la luz que dificultan las observaciones astronómicas, pues se prevé que dichas estaciones han de estar en el futuro atendidas por hombres.

No son éstas meras fantasías, sino el resultado de serias investigaciones y de meditados cálculos que desde hace algunos años realizan eminentes hombres de ciencia y técnicos de los países más adelantados. Entre ellos figuran especialistas y autoridades mundiales en ingeniería de cohetes, físicos, astrofísicos, matemáticos, balísticos, astrónomos, médicos, etc. En setiembre del año 1951 se reunieron en Londres representantes de las Asociaciones que los agrupan para dejar constituida la Asociación Astronáutica Internacional. (En Buenos Aires existe la Asociación Astronáutica Argentina).

Aún sin dejarnos influenciar por el entusiasta optimismo de los americanos del norte, que han llevado su espíritu de empresa hasta el punto de tener ya organizada desde el año 1947 una Sociedad para la explotación de nuestro satélite, con sus Estatutos legalmente depositados, podemos razonablemente esperar que el hombre irá a la Luna, como primera etapa de futuros viajes a los planetas. Si esto nos parece ahora una quimera es sólo porque, aunque vivimos en este prodigioso siglo de las grandes realizaciones, no nos damos cuenta fácilmente del ritmo vertiginoso de los adelantos científicos y técnicos. Así por ej. el 17 de diciembre de 1903 los hermanos Wright asombaron al mundo con su increíble proeza de elevarse, con una máquina más pesada que el aire, durante 59 segundos, recorriendo en ese tiempo una distancia de 284 metros, a una velocidad media de unos 18 km/h. La noticia pareció en aquél entonces tan inverosímil que los periódicos americanos de la época acusaron a los hermanos Wright de misticadores, en tanto que los europeos, quizás por cortesía, se limitaron a comentar prudentemente que era mejor ver antes de creer. A sólo cincuenta años de distancia, el 18 de diciembre de 1953, el pi-

loto americano Charles Yeager, tripulando un Bell X 1A Douglas a reacción, alcanzó una altura de 23.000 metros, batiendo un record de velocidad superando los 2575 km/h. En sólo 50 años la velocidad de las aeronaves pasó de 10 a 2575 km/h. y en las no tripuladas por hombres a los 9000 km/h.

El estado actual de la ciencia permite afirmar que los vuelos interplanetarios, y en particular modo a la Luna son, en principio, posibles. Quedan desde luego por superar, en parte o totalmente, multitud de dificultades y complicados problemas tales como el de la disminución de la relación de masas, respiración y alimentación de los tripulantes, incluyendo el problema del agua, comportamiento fisiológico del organismo humano frente a condiciones físicas anormales, protección contra radiaciones penetrantes, efectos de la tensión eléctrica del astronave con respecto a la del astro en el que debe aplanetizar, controles electrónicos automáticos de las maniobras, financiación, etc.

Es probable que la solución de gran parte de estos problemas no se ha de obtener como resultado de investigaciones específicamente orientadas hacia fines astronáuticos, sino como consecuencia de los progresos realizados en otras actividades científicas y técnicas, como las que se relacionan con la balística e invención o perfeccionamiento de determinados armamentos bélicos, estudios y exploraciones en la alta atmósfera, aviación estratosférica, mejoras en los cohetes y vehículos a reacción en general, a la utilización de la energía nuclear controlada, etc. Llegará después un momento en que la navegación interplanetaria será la consecuencia lógica y obligada de los adelantos que se han de alcanzar en éstas y en otras actividades. Un apreciable número de descubrimientos e invenciones reconocen un origen semejante, como por ejemplo el de las radiocomunicaciones; echando una mirada al estado de los conocimientos científicos y técnicos de fines del siglo pasado, forzoso será reconocer que esta invención era inevitable. De no haber sido Marconi, cualquier otro genio la hubiese realizado más tarde o más temprano, puesto que todo estaba preparado para que el acontecimiento se produjese.



Este siglo nuestro se glorifica con los adelantos de su ciencia y de su técnica. Ahí están, a manera de ejemplos vivos, los asombrosos progresos de la Aviación y de la Electrónica, así como el descubrimiento y la creación de los nuevos elementos integrantes del universo material. Como si esto fuera poco, la humanidad, iluminada por la ciencia, termina de transponer el umbral que la conduce hacia la nueva y promisoría edad nuclear.

Podemos ciertamente esperar que en este mismo siglo los hombre de ciencia, como en un poético alarde de su impetuoso poderío, han de engalanar a su Madre Tierra con una joya de raro e inigualado valor, después de lo cual un nuevo satélite, hermano artificial de la Luna, lucirá por siempre en las altas regiones de los cielos.

Y podemos esperar también que las generaciones de la próxima centuria, recogiendo el legado y el mandato de la nuestra han de llevar a término la epopeya heroica de conquistar algún lejano y errante astro, hermano de la Tierra en el mundo solar.

No podríamos concluir sin acompañar con la imaginación a los primeros sabios que, sacrificándolo todo a la ciencia, se han de aventurar en la arriesgada empresa de llegar hasta la Luna. La ciencia nos permite hacer algunos vaticinios sin temer equivocarnos mucho.

Allí está el bajel, ya instalado sobre su órbita de partida y abastecido desde una gigantesca estación del espacio, a unos 1200 kilómetros de altura. Todo está acondicionado: los giróscopos regulados y el astropiloto automático dispuesto a entrar en acción. De pronto, la negri-blanca astronave se eleva silenciosamente con velocidad en paulatino aumento, dejando tras de sí una larga y humeante estela luminosa. La partida se ha efectuado en mejores condiciones desde este astropuerto que desde la superficie de la Tierra, a causa de la inexistencia del aire y de la menor intensidad de la gravedad. Los astronautas experimentan durante unos pocos minutos los efectos de la intensa aceleración, que han atenuado en parte, adoptan-

do posiciones convenientes sobre amortiguadores neumáticos que disminuyen la presión. No obstante estos recursos, se sienten desvanecer, pero de inmediato comienzan a actuar los tratamientos automáticos de reanimación.

Bien pronto el navío del espacio alcanza la velocidad de escape y los motores dejan de funcionar, comenzando el vuelo inerte, con velocidad en lenta y continua disminución. Los viajeros se sienten ahora invadidos por una nueva y extraña sensación, como si hubiesen pasado a un estado incorpóreo. No sienten ya pesar sus cabezas sobre sus hombros ni sus cuerpos apoyarse sobre el piso. No hay más criterio para diferenciar lo alto de lo bajo y sus cuerpos, al igual que todos los objetos libres, flotan curiosamente en el interior del bajel. No tienen para qué acostarse ni sentarse y deben adquirir entrenamiento y destreza para efectuar las tareas más comunes.

Cualquier objeto abandonado al exterior acompaña a la nave en su movimiento, y los mismos tripulantes, provistos de escafandros neumáticos, blindados y climatizados, pueden abandonarla, recibiendo la impresión de permanecer inmóviles y flotando cerca de la nave, que también les parece inmóvil, a pesar de que todos vuelan a una fantástica velocidad varias veces superior a la del sonido. Adoptan no obstante la precaución de sujetarse a una cuerda y de proveerse de pequeños proyectores a reacción para dirigir sus movimientos, porque bastaría arrojar imprudentemente un objeto o recibir el impacto de una partícula de materia cósmica, para verse alejados y perderse en el espacio.

El astronave puede experimentar un lento cabeceo, orientando su proa indiferentemente hacia cualquier dirección, pero ello no preocupa a los viajeros, porque después de lanzada al espacio, su centro de gravedad conservará la dirección impuesta, salvo la acción perturbadora de algún astro o el choque con algún meteorito. El astropiloto automático asegura el rumbo exacto gobernando el comando de motores a reacción estratégicamente ubicados.

En los espacios interplanetarios e interestelares la noción de calor o de frío carece de sentido, pero en el interior del astronave la temperatura puede ser regulada a voluntad, porque su exterior es en parte blanca y en parte negra. Rotando un pesado volante toda la nave gira en el sentido contrario, exponiendo al Sol una fracción más o menos amplia de superficies blanca o negra, de suerte de compensar la intensa absorción de calor con la irradiación térmica hacia el vacío por la parte negra.

Los espacionautas contemplan conmovidos y extasiados el espectáculo del universo extraterrestre. Sienten la sensación de estar absolutamente inmóviles en el centro de un espacio sumergido en profundas tinieblas, pero tachonado en todas direcciones por miriada de estrellas de luz fija; lo mismo o cualquier hora, porque no hay salida ni puesta de Sol, y los días en nada se diferencian de la noche sin término.

Advierten los cambios de posiciones de la Tierra y de la Luna, cuyas distancias pueden conocer con exactitud midiendo sus respectivos diámetros aparentes y por medio de radio-sondas o altímetros a radar. Ven a la Tierra alejarse con rapidez mientras le parece que la Luna se precipita sobre ellos con ímpetu cada vez mayor. En pocas horas han salvado una inmensa distancia, llegando a unos 340.000 kilómetros de la Tierra. Ahora avanzan despaciosamente cruzando la región en que se compensan las fuerzas gravitatorias de la Tierra y su satélite; pero nada advierten, porque continúan en vuelo inerte, flotando en el interior de su bajel celeste. Están ahora muy próximos al término de su viaje; a esa distancia la Luna se les aparece como una enorme e inquietante esfera grisácea con altorelieves oscuros, que abarca la casi totalidad del campo de la visión y parece arrojarle airada al encuentro de los invasores viajeros. La escena es impresionante y el momento está dominado por angustiosa expectativa. Desde sus linternas los astrónomos la escrutan con indecible excitación. Reconocen sus principales accidentes y descubren otros nuevos: ahí se eleva el cráter de Copérnico, allá las montañas de Leibnitz, más allá

los mares de la Serenidad y de las Lluvias... pero ya han entrado a funcionar los frenos a reacción y la Santa María del espacio se posa suavemente sobre el suelo lunar.

Poco más tarde un ser humano, desde el interior de su escafandro integral, contempla atónito el fantasmagórico espectáculo desde lo alto de una cima: es de día, día lunar tan prolongado como catorce de los terrestres, pero el cielo es absolutamente negro. Se divisan las estrellas que brillan con inusitado fulgor al través de ese espacio desprovisto de atmósfera. El Sol luce como boca de horno que lanza saetas de fuego rojizo. Es pleno día, pero en ese reinado de las tinieblas sólo es visible lo que recibe directamente o por difusión la luz solar. La temperatura puede alcanzar en esos lugares los 120° C en tanto que durante la larga noche lunar excede los 100° bajo cero.

Esta ultraterrena visión, con predominio de contrastes brillantes grises y negros es deprimente y sepulcral. A la distancia se divisan las altas y escarpadas cordilleras, casi tan elevadas como las más altas de la Tierra, y a sus pies las regiones sombrías de los mares lunares... que no contienen una sola gota de agua. Las planicies desoladas muestran gran profusión de cráteres circulares y extensas, anchas y profundas grietas; pero en ninguna parte de este yerto astro, desprovisto de agua y aire y sometido a incesantes variaciones de temperaturas extremas se advierte manifestación alguna de vida. El emigrante de la Tierra mueve con escaso esfuerzo una voluminosa roca, que cae con desacostumbrada lentitud por un barranco, sin escucharse ruido alguno.

Nada hay que turbe la desesperante y aterradora calma del ambiente, y la escena está impregnada de una melancólica tristeza. Todo es soledad, desolación, silencio.

Inconscientemente el hombre levanta la mirada y allá, sobre el horizonte de azabache, al través del tenue velo de su atmósfera, divisa el gran disco de la Tierra. Resplandece con suave luz azulino-verdosa, apenas oculta su faz por mantos de

blancas y cambiantes nubes. Los continentes, que resaltan de la brillante superficie de los océanos, desfilan en lenta y magistral sucesión, y dos níveos reflejos descubren las regiones de los perpetuos hielos.

El humano visitante no puede sustraerse a la meditación.

Piensa que quizás hace millones de años, el astro que hoy es la Luna fué violentamente arrancado del seno de la Tierra fluida y lanzado al espacio por quién sabe qué remoto cataclismo. Desde entonces, y por imperio de las leyes de la Mecánica Celeste, dá vueltas con resignada monotonía en torno a su astro central.

Su pequeño radio y su reducida masa, unas 81 veces menor que la de la Tierra, determinaron su destino de astro yerto y desamparado, porque su escasa gravedad no le permitió retener una atmósfera protectora que fugó, disipándose en el espacio.

Evoca el espacionauta a su lejana Tierra; le parece admirar la belleza de sus cielos azules, el ensueño de sus rientes praderas y el esfumado concierto de formas y colores de un agreste atardecer; cree escuchar la armonía de un arroyo que corre caprichoso y juguetón y aspirar el aroma fragante de una brisa primaveral.

Advierte el contraste entre esos dos mundos, tan diferentes como la luz y las sombras, como la vida y la muerte, y comprende, con más evidencia que nunca, que sólo por una providencial incidencia de circunstancias fortuitas en la evolución de la naturaleza, pudieron crearse las múltiples y críticas condiciones que, en el universo material inerte, han convertido a la Tierra en un privilegiado oasis de multiforme y lujuriente vida.

Piensa también que durante millones de años, los únicos vínculos entre esa Tierra y su hija raptada por las fuerzas cósmicas, fueron los pálidos reflejos de sus mensajes de luz y la atracción mútua, que es algo así como un invisible lazo de amor con que la materia seduce a la materia y la llama hacia sí.

Pero he ahí que ahora Geo, embargada de melancólica nostalgia, se proyecta hacia ella en lo más excelso y noble de su esencia misma y sus seres espirituales e inteligentes van allá, como con ansias de menguar su destino de alejamiento y soledad.

¿O acaso es que el hombre ha querido ofrendar con su presencia a la enigmática Selene, sus sentimientos de gratitud por el sereno encanto y el suave esplendor de sus claras noches terrenas, fuentes de inspiración eterna del poeta y aliadas del romance y del amor?

MARIO S. SCHIVAZAPPA