

PROBLEMAS ASTRONAUTICOS

La conquista del espacio extraterrestre y hasta la colonización de otros mundos no es ya, como lo fue hace pocos años, materia exclusiva para los autores de fantasías más o menos utópicas: se multiplican hoy los congresos de astronáutica en todos los países y en esas reuniones se discuten los múltiples aspectos de la cuestión con un interés de que son buena prueba la extraordinaria frecuencia con que se convocan, siempre con notable éxito de público (en uno de ellos, celebrado en San Diego, California, hace cuatro años, estaban anunciados 60 participantes y se presentaron 600), como también el hecho significativo de que la revista inglesa «Journal of the British Interplanetary Society» se viene ocupando de tales problemas desde su fundación en 1941.

Los atrevidos planes de viajes extraterrestres de que constantemente leemos avances y opiniones en la misma Prensa diaria, están lejos de ser solamente problemas técnicos de ciencia aplicada: sus dimensiones se dilatan en sentido muy diverso, tales como la filosofía moral, el derecho internacional y la economía política; y hasta habría que inventar nombres nuevos para expresar derechos y deberes del hombre de la Tierra respecto de otros seres vivientes fuera de ella, con quienes aspira a ponerse en relación. Porque, como vamos a ver, todo esto hay o puede haber en la empresa que durante la generación actual o acaso en la siguiente, se pretende acometer.

Sobre ella es conveniente reflexionar, o como dice la Academia al definir el verbo *fi* o *ofar*, *discurrir* con razones filosóficas, ponderando bien las ventajas e inconvenientes, los medios con que se cuenta los obstáculos y peligros que se han de evitar, y sobre todo considerando a la luz de las verdades fundamentales de la sana razón, las perspectivas y consecuencias que puede tener.—Tratándose de un proyecto de viaje, parece natural someter a semejante escrutinio previo sus elementos esenciales: 1) el vehículo o medio de locomoción; 2.º el camino o medio ambiente en que se ha de mover; 3) la finalidad o motivo que impulsa al viajero a emprenderlo, y 4) tratándose de hombres sujetos de derechos y deberes, qué juicio merece el conjunto de estos actos a quien aplica a todos ellos los principios de la ley natural y positiva a que están subordinados.

Conviene distinguir desde el principio dos clases de viajes por el espacio, según el sentido que demos a esta palabra; porque es frecuente aplicarla indistintamente a los que están restringidos a la

alta atmósfera terrestre, cuyos límites son en cierto modo arbitrarios y desde luego muchísimo más lejanos de lo que se pensaba a mediados de este siglo, o por el contrario se trate del espacio interplanetario, intersidereal o si se quiere intergaláctico, situado claramente fuera de nuestros dominios en cualquier hipótesis. La necesidad de semejante distinción afecta por igual a todos los puntos de discusión arriba señalados: las posibilidades, ventajas y razones de orden moral son completamente diferentes en uno y otro caso, como veremos más adelante.

En el vehículo espacial el problema principal consiste en el motor; no es el único, pero sí el que más preocupa y más seriamente amenaza la misma posibilidad de la empresa. Acerca de las diferentes clases de comburente y de su eficacia respectiva se sabe mucho y se sabe poco: porque están llenas las revistas científicas de explicaciones a este respecto, de esquemas y hasta de análisis de la potencia química de cada uno de los propuestos a discusión; poco, porque precisamente sobre los resultados de múltiples ensayos se guarda el mayor de los secretos conocidos: el secreto de guerra. — No es difícil clasificarlos según caracteres y categorías: el comburente *sólido*, de gran eficacia y manejo seguro, es poco práctico por su excesivo peso; el *líquido*, acaso menos manejable y más peligroso, a más del inconveniente del peso tiene el del volumen; el *iónico* (motor de reacción que emite iones a grandes velocidades y suple así la escasez de masa con la energía mecánica desarrollada) es bueno en teoría, pero la técnica está aún muy lejos de haberlo hecho práctico, entre otras razones porque los elementos más apropiados para ello, el rubidio y el cesio, son caros y escasos en la Tierra; la mejor señal de que promete solucionar el problema está en los muchos miles de dólares que se están gastando en investigar sobre este método de propulsión; el nuclear, por escisión, al modo de la bomba atómica, plantea el doble problema de la excesiva masa requerida por el reactor y el de la indispensable defensa de los tripulantes contra su potentísima radiación, cual se hace hoy mediante pantallas de varios metros de cemento o de un espesor proporcional de plomo; y por último el nuclear por *fusión*, al modo de la bomba de hidrógeno, necesita una es-poleta, llamémosla así, capaz de producir temperaturas de bastantes millones de grados, obtenidos los cuales *teóricamente* se lograría la fusión de átomos ligeros, aunque a juicio de un miembro autorizado de la Comisión de Energía Atómica, semejante *domesticación* de la bomba de hidrógeno, futura solución del abastecimiento mundial de energía, se logrará probablemente dentro de unos diez o veinte años, con tal que se cumplan tres condiciones: un gran despliegue de ingenio en los investigadores, un trabajo duro y perseverante en sus trabajos, y sobre todo, un *chispazo* de buena suerte (a sprinkling of good luck).

La máxima exigencia de grandes energías, combinadas con un peso moderado, no está precisamente en el viaje mismo, sino en la

salida y la llegada, es decir, en vencer primero la atracción terrestre y luchar después con el rozamiento atmosférico, que pulveriza los meteoritos y ha reducido a cenizas impalpables todos los satélites que hasta ahora han terminado su misión exploradora: para poner en órbita aun los más livianos, se sabe que sus cohetes portadores eran desproporcionadamente masivos y en general la proporción es de muchas toneladas para pocos kilos de carga útil. Si solamente se trata de girar alrededor de la Tierra, basta un impulso inicial a suficiente distancia para que la gravitación haga lo demás; pero para dirigirse a algún sitio determinado dentro de nuestro sistema planetario, no existiendo apenas resistencia que vencer y contando con la inercia, el gasto es relativamente pequeño.

Sin embargo no hay que hacerse ilusiones acerca de tal libertad de movimientos: así como es imposible la quietud absoluta, también lo es la perfecta autonomía. Por muy lejos que se esté de la Tierra y muy amortiguada que se halle por consiguiente su atracción, en cualquier punto se hará sentir desigualmente la del Sol y la de los demás elementos del sistema. El único procedimiento es navegar, como dicen los marinos, *en conserva*, aprovechando hábilmente las fuerzas de esos campos gravitatorios para lograr la dirección y velocidad deseadas: problema de mecánica celeste extraordinariamente complejo y cuyas condiciones iniciales varían sin cesar, poniendo a prueba no ya la pericia y ciencia del más aventajado piloto y astrónomo, sino hasta la más perfecta calculadora electrónica inventada o por inventar. En el congreso de California antes citado se expuso, entre otros planes semejantes, un proyecto de viaje a Marte con un peso inicial al salir de la Tierra de 730 toneladas, una duración de 400 días para la ida y de 300 para la vuelta, por haberse ya gastado la mayor parte del peso, y un plazo de veinte años para madurar los planes; plazo, que según las actas le fue concedido al ponente por unanimidad.

Otras condiciones del proyectil-astronave están más bien relacionadas con los caracteres del camino, que desde hace varios años se está explorando por medio de satélites impersonales, gracias a los cuales sabemos ya mucho de los agentes y factores con los que habrá que contar, es decir de los innumerables y activos pobladores de ese espacio que inocentemente se solía llamar *vacío* interplanetario: bombardeo meteórico, lluvia de partículas ionizadas de altísima radiactividad o dotadas de considerable energía, radiaciones penetrantes procedentes del Sol, rayos cósmicos, etc... Estas son las tempestades del espacio contra las que tendrá que estar defendido el proyectil; pero como ocurre a veces en la navegación marítima, aunque esté la mar tranquila, hace falta conocer bien las costas al principio y fin de la travesía: escollos y arrecifes pueden comprometer la seguridad de un barco, sobre todo si es pequeño, y el mismo paso de la barra cuando se sale de un río a alta mar, tiene sus dificultades. Lo mismo sucede en nuestro caso: el campo magnético terrestre ha concentrado alrededor de la Tierra unos a manera de ani-

lios como los de Saturno de partículas activas, que son las zonas de van Allen, donde la virulencia de esos átomos o moléculas incompletas captadas del exterior alcanza un grado sumo que las hace unas diez veces más peligrosas radiactivamente que la dosis mortal calculada en las fábricas de energía nuclear; gracias al fallo lunar del Pioneer I, pudo este satélite comunicar datos sobre esta región, que atravesó por dos sitios diferentes, a la ida y a la vuelta, en un espesor de cien mil kilómetros; había dos máximos, uno a 3.200 km. y otro a 16.000, a partir del cual disminuía la radiactividad para irse anulando nuevamente hacia los 64.000: en esos máximos de registro, el número de impactos de las partículas era de 40.000 por cm^2 y por segundo.

No hay unanimidad acerca de hasta qué punto son peligrosos para la astronave los meteoritos, que en número global de un millar de millones diarios de todos los tamaños caen sobre nosotros, distribuidos muy desigualmente según el peso, ya que la mayoría son una especie de polvo menudísimo y los semejantes a un grano de arena (estrellas fugaces ordinarias) no abundan de un modo alarmante; pero consta que ese polvo, al que no sería oportuno llamar impalpable, es capaz de dañar seriamente placas metálicas de un par de cm. de espesor, a causa de la enorme velocidad con que se mueven sin obstáculo que retarde su carrera (unos once mil km. por hora) y en cuanto a los granos algo mayores ciertamente son capaces de perforar láminas gruesas; de aquí que se haya pensado y propuesto en proyectos astronáuticos el uso de paredes dobles en los proyectiles, ya que evidentemente un orificio por pequeño que sea, comprometería gravemente la vida de los viajeros al producir esa repentina *vía de aire*, difícil de reparar antes de sobrevenir la descompresión en el interior.

En cuanto a los rayos cósmicos, si bien recibimos su impacto continuamente sin daño apreciable, ello es debido a que llegan al suelo después de haber perdido casi toda su energía en desintegrar las moléculas de aire atmosférico en un proceso llamado cascada; lo que por fin cae sobre nosotros vienen a ser las cenizas o escombros de esas sucesivas ruinas de edificios moleculares; en cambio, los astronautas tendrán que luchar con ellos en estado salvaje, en toda su pujanza, que se calcula en cifras aterradoras, de suerte que comparados con ellos, los más potentes rayos de los modernos ciclotrones son unos cien millones de veces más débiles. Algo parecido ocurre con las radiaciones más enérgicas procedentes del Sol y que también nos llegan filtradas y suavizadas por la atmósfera, sobre todo por la acción benéfica del ozono ionosférico, que los absorbe; con la agravante de que su intensidad está sujeta a variaciones drásticas en cierto modo imprevisibles, pues se acrecienta durante los paroxismos solares, de ritmo muy imperfectamente conocido.

Antes de la era de los satélites artificiales se asignaban límites muy moderados a las atmósferas terrestre, solar y de los planetas;

el criterio para su determinación era acertado y correcto: allí donde había equilibrio estadístico entre el número de partículas que por su energía cinética escapaban al espacio extraterrestre, liberándose de nuestra atracción, y el número de las captadas del exterior interplanetario, estaba la frontera entre el dominio terrestre y el medio en que se movía. El error en la distancia así calculada, nacía de la ignorancia acerca de las densidades respectivas y acerca de las condiciones y fuerzas allí existentes; hoy, según el mismo criterio, hay que poner el borde de nuestro dominio a unos 480.000 km., es decir, cerca de la órbita lunar y la forma de esa atmósfera propia resulta algo irregular en diversos sentidos respecto del ecuador y los polos; a su vez la atmósfera solar se extiende del mismo modo probablemente hasta la órbita de Marte y proporcionalmente las de otros planetas que tengan atmósfera. Todo ello nos conduce nuevamente a no confiar demasiado en estar seguros de influjos dañinos por el mero hecho de habernos alejado suficientemente de nuestro planeta.

Acaso la dificultad más seria del camino que estamos explorando será el hecho de que es excesivamente *largo*; es decir, que aunque no se trate sino de visitar los planetas más cercanos, la duración se ha de medir forzosamente en años. Y eso complica mucho las cosas; porque se ha dicho con razón que de todas las piezas y accesorios de la astronave, ya de suyo difíciles de perfeccionar, hay una que constituye la pesadilla de los técnicos, porque no admite modificaciones ni perfeccionamientos, y hay que tomarla tal como es: y esa pieza es el viajero. Por lo visto su mala costumbre de respirar, alimentarse y exigir defensa contra multitud de agentes físicos exteriores, obliga a renunciar a no pocas simplificaciones posibles en los planes más ingeniosamente preparados. Teniendo en cuenta lo dicho sobre la desproporción entre carga útil y peso total de la astronave a su salida, se comprende fácilmente la inmensa mole de equipaje en un viaje largo, cuando hay que llevar aire, alimentos y reservas de potencia motriz para el vehículo y sus maniobras laboriosas de despegue y aterrizaje (ampliando el sentido de esta última palabra a la tierra o suelo superficial cualquier astro): operación siempre dificultosa, tanto si hay atmósfera cuyo roce pueda incendiar la nave, como si no la hay, en cuyo caso hace falta un freno potente contra la vertiginosa velocidad de la caída.

Se viene estudiando desde los comienzos de estas tentativas lo que se denomina medicina del espacio y se han publicado ya extensas memorias con los resultados de las experiencias, forzosamente imperfectas e incompletas, por la dificultad a veces completamente insuperable, de reproducir en nuestro medio las condiciones todas de ese otro ambiente; uno de los interrogantes más enigmáticos es la probable reacción humana ante la anulación de la gravedad o por lo menos su reducción o proporciones insignificantes. En sustancia el problema es éste: todo el funcionamiento orgánico está hecho para estar sometido a esa fuerza constante, e ignoramos lo que sucederá

cuando cese tal acción exterior y continúe la reacción habitual a ella; hay teorías para todos los gustos: desde las que afirman que resultará de ahí un crecimiento anormal en la célula semejante al del cáncer, hasta las que se contentan con augurar una ligera pérdida del sentido del equilibrio, o sea una especie de mareo del espacio, algo peor que el del mar o el del aire, pasando por los que anuncian perturbaciones en la respiración, circulación, etc..

Hasta ahora las pruebas hechas in anima vili no han sido concluyentes; la más famosa de todas fue el viaje de la perra Laika (en ruso, ladadora), de cuyas reacciones publicó la URSS la siguiente reseña, a base de los electrocardiogramas recibidos del proyectil: 1) al aumentar progresivamente la gravedad durante el ascenso, se registró taquicardia equivalente a un ritmo tres veces mayor del normal; 2) asimismo la respiración se hizo difícil en ese período y al terminar se aceleró a su vez en proporción de 3-4 veces más rápida; 3) al entrar en órbita, pudo el animal ponerse en pie y entonces (comenzó la fase de gravedad mínima; 4) durante ella las pulsaciones se normalizaron, pero tardaron tres veces más en ello que lo observado antes en el laboratorio, y la falta de peso solamente parece haber producido algunos cambios nerviosos y reflejos pasajeros. La conclusión final de los técnicos soviéticos fue que soportó bien la prueba, hasta que le faltó el oxígeno y murió plácidamente...; otros científicos creen que sucumbió abrasada por los rayos cósmicos.

Por lo que hace a los verdaderos tripulantes humanos de una astronave, a los factores fisiológicos hay que añadir los psicológicos, de los que se ha hecho una larga enumeración y se están practicando numerosas experiencias; acaso lo más difícil de superar sea el tedio por la inacción tan prolongada, interrumpido a veces violentamente por la urgente necesidad de tomar medidas indispensables contra accidentes, tales como excesos repentinos de radiación durante las fulguraciones solares, impactos meteóricos, etc., acabando con la extrema tensión de ánimo que implican las maniobras de llegada, donde un error o una pequeña demora pueden acarrear funestas consecuencias.

Y con esto llegamos a la última parte del viaje: el punto de destino de los viajeros. Como es natural se han puesto a contribución todos los medios disponibles para conocer anticipadamente las condiciones en que se hallarán cuando logren poner el pie en otros astros, aunque desde luego haya que restringir la investigación a planetas y satélites; las estrellas o soles están evidentemente excluidos. Pero dentro de esta limitación se impone una división importante, según que posean o no algo equivalente a atmósfera; si no la tienen, el ambiente en la superficie del astro es el mismo, con ligeras modificaciones, que el que reina en el espacio interplanetario, al menos mientras está expuesto al Sol, y durante su noche la privación de tales rayos implicará cambios fáciles de calcular; si la tienen, las condiciones de habitabilidad, aunque sea por poco tiempo, dependerán

de la semejanza más o menos perfecta de aquella atmósfera con la nuestra: bien entendido que el visitante humano exige la presencia por lo menos de los elementos más indispensables (composición del aire, presión, temperatura, etc...) y sobre todo la ausencia de todos los incompatibles con su condición vital (gases tóxicos, radiaciones, etc...).

El dato inicial para anticipar estas condiciones es la cuantía del flujo solar, bien conocido hoy, y la distancia a que nos encontremos del Sol: un sencillo cálculo dará la cantidad de radiación recibida; la observación da también el albedo o tanto por ciento reflejado de ese flujo, por donde se deduce lo absorbido por la superficie visible, que para la Luna, Mercurio y Marte se refiere al suelo, y para los demás a las capas atmosféricas exteriores; por último, las novísimas aplicaciones del radar a la astrofísica han dado ya cifras relativas a otras capas más profundas, por ejemplo en la densa atmósfera de Venus, y quizás también de la superficie sólida. Por otra parte, el análisis espectral y los caracteres astrofísicos bien determinados (masa, volumen, etc...) permiten conocer con suficiente probabilidad lo que será aquel ambiente y aquel suelo; por ejemplo, la densidad global de Saturno, combinada con la acción de la gravedad en la superficie, indican que un hombre se hundiría en ella al momento de llegar; los gases tóxicos de Júpiter harían su respiración imposible, a menos de llevar lo equivalente a una escafandra y lo mismo ocurre en Venus, donde hasta ahora el único gas identificado es el anhídrido carbónico, y con probabilidad y en pequeñas proporciones, el metano y los óxidos de carbono y de nitrógeno. Las temperaturas suelen oscilar mucho allí donde falta o escasea la defensa pasiva atmosférica, y los extremos se calculan para Mercurio en 600 grados C entre el día y la noche; para la Luna en 400 y para Venus (con bastante duda) en 350; en Marte parece ser moderada, de solos 60, pero varía mucho con la latitud. En cuanto a los satélites naturales de los diversos planetas, dado su pequeño tamaño, apenas pueden tener atmósfera alguna, puesto que para conservar los gases eventualmente producidos en cualquier astro, hace falta una intensidad suficiente de la gravedad, que impida su escape al espacio.

Como se ve por tan sumario recorrido de los miembros de nuestro sistema planetario, resultan bastante poco acogedores; y todavía pudieran haberse recargado más los tintes oscuros añadiendo circunstancias agravantes en algunos de ellos; por ejemplo, la del suelo de la Luna en el que se ha ido acumulando durante miles de millones de años el polvo meteórico (del que caen en la Tierra varios miles de toneladas diarias) y no habiendo erosión acuosa que lo arrastre y lleve, como aquí, con la lluvia a los ríos y al mar, tiene que haber formado en las llanuras espesas capas, que según unos son de varios metros y según otros de un par de kilómetros; cualquier objeto, vehículo o viajero, se hundirá fácilmente hasta anegarse en ese tremedal. Y no obstante, en honor de la verdad, se han publicado

diseños de coches apropiados para circular por tan problemático pavimento, dotados, entre otros accesorios, de un techo a prueba de meteoritos, que por no haber atmósfera donde se pulvericen, llegan forzosamente intactos y a enorme velocidad.

Y con esto llegamos a uno de los puntos álgidos de la cuestión: el porqué de tales viajes. Indudablemente la primera es simplemente el espíritu de aventura, que impulsa a los hombres a hacer lo que nadie ha hecho y llegar a donde nadie antes había llegado, llámese ello el monte Everest, el polo o el planeta Marte, conforme a la frase atribuida a Napoleón de que «lo difícil se hace y lo imposible se intenta»; por lo demás ya dijo Chesterton que «si una empresa es loca, el que la realiza tiene que ser muy cuerdo». — Precisamente acerca de este aspecto humano del problema, acaban de publicarse unas declaraciones del presidente de la Junta directiva del Instituto Tecnológico de Massachusetts, al Comité de Ciencia y Astronáutica del mismo, en que afirma que el intento de poner un hombre en órbita para hacer observaciones astronómicas o geofísicas no es más que un vuelo acrobático puramente sensacionalista, sin otra verdadera utilidad que el efecto moral en el público y la propaganda nacional; la razón última de ello es que cuanto ese hombre pueda hacer desde su cápsula espacial, lo puede y en muchos casos lo hará mejor y con rapidez y precisión incomparablemente mayores el robot impersonal dotado de los recursos electrónicos convenientes.

Es indudable que con tripulación o sin ella los satélites han prestado y prestarán valiosos servicios a la ciencia humana; un solo ejemplo bastará para evidenciarlo: los millares de fotos de nubes, obtenidos recientemente por este medio sobre toda la superficie del globo, han revelado no pocos misterios relativos a la evolución de los agentes meteorológicos, y una vez que se logre sistematizar y por decirlo así, vulgarizar esta exploración continua de la atmósfera, dejará de ser un problema la predicción del tiempo y se disminuirán hasta casi desaparecer los riesgos de la navegación marítima y aérea; igualmente la astronomía obtendrá informaciones de alto interés cuando sus instrumentos puedan situarse más allá de la densa capa de gases, por lo menos los de la baja atmósfera, que absorben radiaciones que interesa conocer y medir; pero no olvidemos que todos estos provechos y utilidades serían fruto de lo que antes se ha llamado viajes espaciales impropriamente dichos, puesto que prácticamente se reducen a elevarse un poco más dentro de nuestros dominios terrestres: la cuestión de la utilidad de ulteriores excursiones fuera de ellos permanece intacta y sin resolver.

Aun dentro de estos límites se ha planteado, como es bien sabido, como problema jurídico, semejante al de las aguas jurisdiccionales en la costa de un país, el del aire jurisdiccional, o sea hasta qué altura puede una nación llamar suya a la atmósfera. El caso reciente del U-2 desde el que se tomasen fotografías de las instalaciones estratégicas de la URSS, es ya un precedente para fijar distancias, más

abajo de las cuales se alegraría el derecho de defensa propia; en cambio no parece dañar a nadie la obtención a una distancia mayor (desde donde no se percibirían tales pormenores) de fotografías de utilidad común, cuales son las puramente geofísicas arriba citadas. Los antiguos autores de filosofía moral solían poner ejemplo de cosa incapaz de ser objeto de dominio privado, el aire que nos rodea; hoy se ha impuesto la distribución entre aire oriental y occidental y la discusión avanza hacia el campo extraterrestre.

Siempre partiendo de la conculcación de un derecho, se ha protestado, por ejemplo, del lanzamiento del proyectil soviético sobre extraños a él, cuales son los procedentes de la Tierra, cuyos gérmenes podrían perturbar el curso de la evolución vital selenita; y en grado mucho mayor, de los peligros mutuos de este género si se llegase a hacer una visita a otros planetas. En nuestro propio ambiente estamos de tal modo familiarizados con los microbios terrestres, que contra muchos de ellos nos hemos inmunizado a través de los siglos; ¿qué sucedería si los astronautas nos trajeran otros nuevos a los que no estamos acostumbrados? Y como es justo, cabe hacer la misma pregunta a favor de los posibles habitantes de otros mundos, cuyo ambiente y vida iríamos a perturbar con nuestra inoportuna visita. Afortunadamente para ellos y para nosotros, semejante contingencia parece estar todavía muy lejana; poniéndonos en el terreno de la realidad, lo más que cabe esperar es el envío de observadores impersonales automáticos que se posen en la Luna y acaso en algún planeta próximo, desde donde recibamos por radio o televisión los resultados de sus observaciones.

Por último está el aspecto económico y moral de la cuestión: se están gastando millones y millones en programas astronáuticos atrevidos y se anuncia para un plazo breve el lanzamiento de proyectiles tripulados (y al escribirse estas líneas se rumorea que lo está el satélite ruso de seis toneladas disparado a principios de 1961), para lo cual se están entrenando hace años varios pilotos norteamericanos. De aquí una doble cuestión: ¿es lícito emplear en tales usos el dinero del contribuyente y exponer innecesariamente las vidas humanas? Descartada la utilidad admitida de los vuelos ultraionosféricos, no se ven razones suficientes para ello; quizás las haya, pero por lo menos no han llegado al dominio del público medio, al que pertenecemos la mayoría de los habitantes de la Tierra.

Antonio DUE ROJO, S. I.
Director del Observatorio
de Cartuja (Granada).