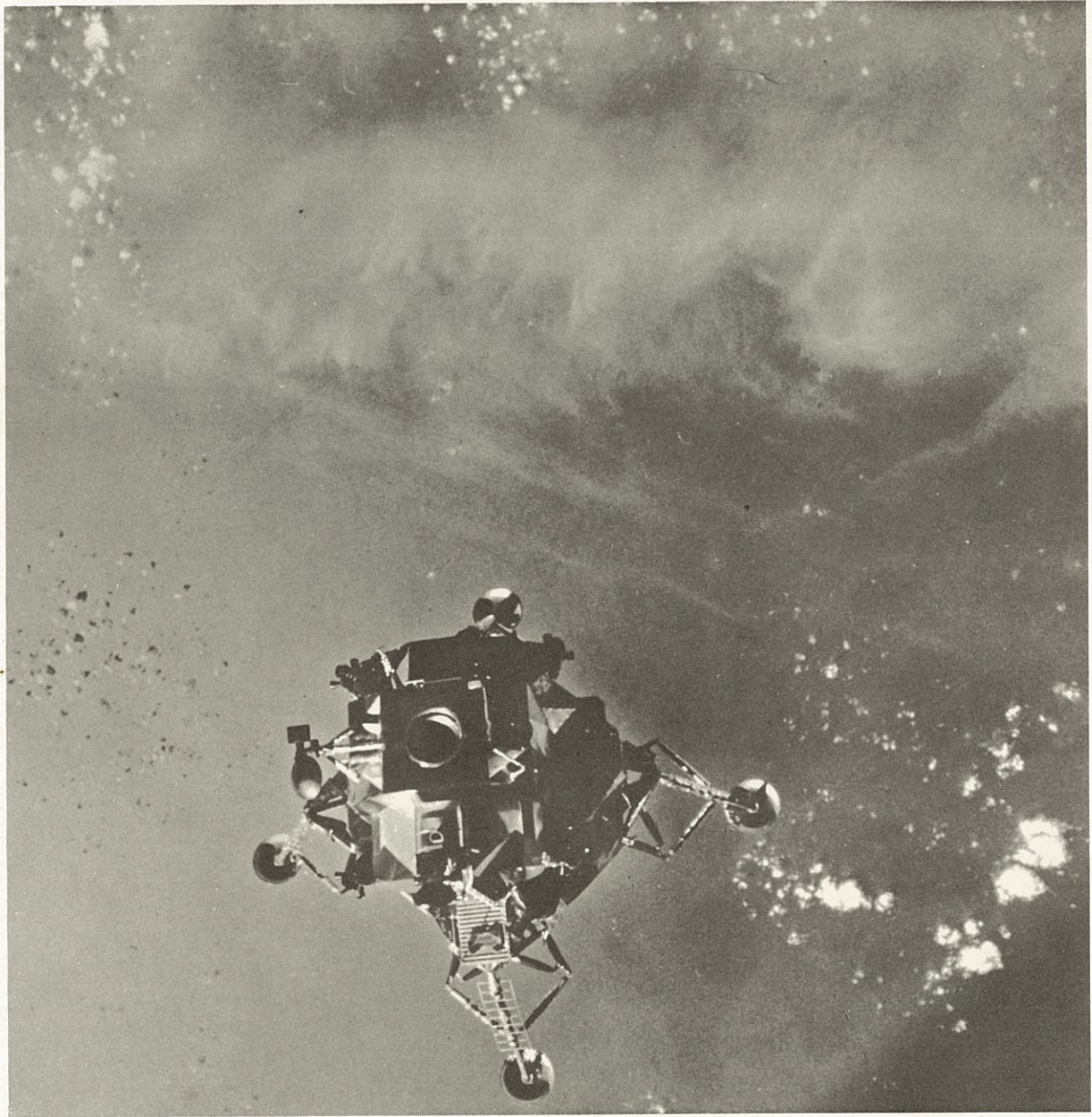


EL LIBRO DEL UNIVERSO






*Agradecemos a PEPSI COLA la oportunidad de dirigirnos
a vosotros por medio de este libro que contiene un
compendio de los más modernos conocimientos del UNIVERSO
del cual somos apenas una parte insignificante.*

LOS EDITORES

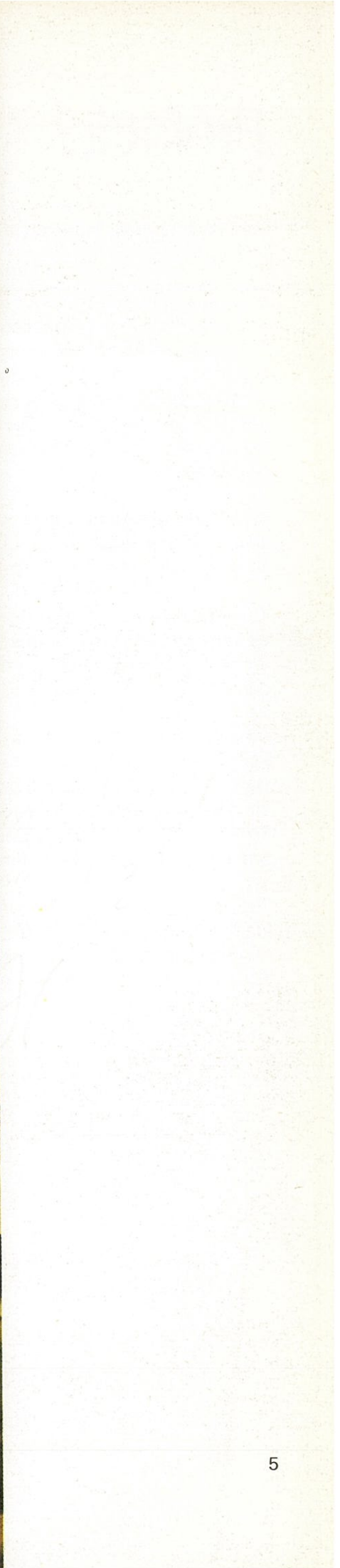
El libro del Universo, basado en la obra original de Theodor Dolezol publicada en alemán bajo el título AUFBRUCH ZU DEN STERNEN, según versión libre de Aldemaro Romero.

1969 by Verlag Carl Vebeneuter
Wien - Heilderberg
1976 JAIMES LIBROS, S.A.
Avenida José Antonio, 754 - Barcelona-13

ISBN. 84 - 7091 - 040 - X
Depósito Legal: B - 22064 - 1976
Impreso en los talleres

 SIRVENZAS Av. J. Antonio, 754 - BARCELONA

Printed in Spain



Prefacio

Este libro ha sido escrito con unos fines muy concretos y para un público concreto, y como tal, debe ser leído.

Cuando el autor de las líneas que siguen se le pidió que escribiese un libro breve y sencillo sobre el Universo que nos rodea para un público preferentemente entre los 10 y los 14 años, la petición resultaba más fácil hacerla que realizarla. Para quien está acostumbrado divulgar la ciencia a un público adulto, corre el peligro o bien de pasarse de nivel, o por el contrario de infravalorar las mentes juveniles. Por ello hemos recurrido al lenguaje fluído, exotérico si se quiere, pero teniendo en cuenta siempre, que el tema no debería perder seriedad, que los conceptos expuestos en el libro, aunque fueran simplificados, no deberían ser menos ciertos de lo que realmente son. Bajo esas premisas lo hemos redactado, y esperamos hacer cumplido con el cometido propuesto.

Por la misma seriedad de la que hablábamos antes, hemos querido que los pocos conocimientos que expusiéramos, estuvieran al día. El lector que tome el libro, verá que se exponen algunas teorías de 1975 y 1976, cosa que no hemos hecho por snobismo, sino simplemente por mantener la seriedad de la publicación.

También estamos seguros que a muchos se le ocurrirá que pudieron haber sido tratados muchos más temas de los que lo son aquí; probablemente sí, pero es que este libro no pretende ser una enciclopedia, sino un estímulo para adquirir más conocimientos, por ello, al final, hemos incluido una lista de obras que pueden ser consultadas por aquellos que deseen ampliar sus conocimientos en las diversas materias aquí esbozadas.

En todo el libro sólo aparecen dos fórmulas: una estudiada por los chicos de 12 y 13 años y es muy fácil de entender para aquellos que no la hubiesen visto antes, se trata de la fórmula que expresa la fuerza de la gravedad. De todas maneras, por si acaso, la explicamos sobradamente. La otra es la archifamosa $E = m \cdot c^2$ de Einsten, fácil de comprender en su fundamento y que también explicamos cumplidamente. Si se ha hecho la inclusión de ambas ha sido por estricta necesidad, aparte de que estamos seguros que no dejarán de ser entendidas con las explicaciones oportunas.

Quiero finalizar este prefacio agradeciéndolo la colaboración de una persona que hizo posible que tuviera al día los datos de los planetas y sus satélites (uno de ellos descubierto hace unas pocas semanas atrás), y quien me ha dado oportunos consejos acerca del nivel que debería tener la obra de cara al público al que iba dirigido: Ana Mayayo. A ella, mi más profundo reconocimiento.

A.R.
Barcelona, 1 de Abril de 1976

CAPITULO I

Los primeros hombres que miraron el firmamento

No exageraríamos si dijéramos que la Astronomía, el estudio del Universo, es tan vieja como la misma Humanidad. Ya desde sus primeros tiempos el hombre ha dejado señales de su interés por el conocimiento en la interpretación de lo que había en el cielo, especialmente lo que podía observar en aquellas interminables horas de mirar hacia las estrellas en una época en la que carecía de cualquier diversión de las que conocemos hoy en día. Entonces el ser humano vivía en estrecho contacto con la Naturaleza, y por ello no era extraño el que pudiese invertir muchas horas de su tiempo en la observación de la cúpula celeste.

Pero hemos de dejar bien claro, que si el hombre hacía tal observación constante, no era exclusivamente para llenar sus horas de ocio. Tenía, además, sus razones prácticas. En unos tiempos en que la Humanidad tanto dependía de la Naturaleza para poder sobrevivir, era lógico que conociera todo lo que pudiera influir sobre ella, para poder así sobrevivir mejor a las dificultades.

Así, por ejemplo, aquellos pueblos cuya vida era un constante ir y venir por muchas regiones de la Tierra, necesitaban algo seguro que les guiase en sus largos

viajes, y por ello recurrieron a las estrellas, empezando, naturalmente, por nuestra estrella más cercana: el Sol. Más tarde serían también los navegantes quienes perfeccionarían la observación del Universo con el fin de poderse guiar en sus largos viajes por mar.

Pero también los hombres que decidían quedarse por el resto de sus vidas en un mismo lugar, necesitaban de la observación del cielo. De todos es conocido que las cosechas tienen un tiempo para la siembra y otro tiempo para la recogida. Pronto observó que cuando llegaba el invierno, nuestro Sol se veía más bajo en el firmamento y las noches eran más largas, mientras que al entrar en la primavera, el Sol tenía tendencias a elevarse más en la bóveda celeste. Y esta fué una de las primeras consecuencias que sacó el hombre en su observación del Universo: el calendario. Por razones que él aún desconocía, todos los fenómenos se repetían más o menos igual cada año.

Tuvieron pues conciencia de lo que era un año. Observaron la Luna, y vieron que su ciclo se repetía indefectiblemente cada treinta días, aproximadamente, y así tuvieron idea de lo que se llamó mes.

Las primeras civilizaciones

No es una simple casualidad el hecho de que precisamente las primeras grandes civilizaciones, fueran también las que desarrollaron un mayor conocimiento del Universo. Tanto en China, como en Babilonia y Egipto, hubo un gran interés por conocer mejor todo el "funcionamiento" de los astros, aunque ello, por desgracia, permitió que fueran muchas las ideas falsas que se divulgaran desde entonces y que aún tenían vigencia muchos siglos después de haber sido propagadas.

Un ejemplo de ello lo tenemos en la astrología, dentro de la cual fueron muchos los charlatanes que quisieron influir sobre razones de estados diciendo que las estrellas "señalaban" esto o aquello.

Desgraciadamente aún no habían científicos que buscaran la verdad por encima de todo....y la hallaran.

Por entonces se decía que la Tierra era plana, que era el centro del Universo, y que estaba protegida por una cúpula de la cual estaban colgadas las estrellas. Incluso se decía que el mundo estaba mantenido en el espacio por un superhombre, un semidios, al que llamaban Atlas. Otras decían que el Sol era un carro resplandeciente que atravesaba todos los días el firmamento y que era tirado por cuatro corceles de fuego. Incluso los sabios griegos, al menos algunos de ellos, cometieron el error de pensar que la Tierra era plana. El más famoso sustentador de esta teoría

era un griego que vivía en Egipto en el siglo II de nuestra era, llamado Ptolomeo.

Con la creencia de Ptolomeo se vivió durante muchos siglos. Durante toda la edad Media, que comprende entre los siglos V y XV de nuestra era cristiana, nadie se había atrevido a rebatir las ideas del sabio griego, entre otras cosas, porque aquella

El sabio que detuvo el sol, y movió la tierra

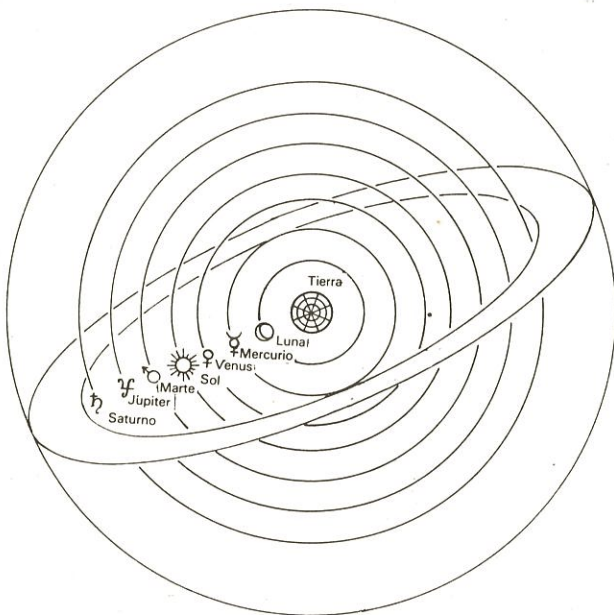
Sin embargo, en 1473 nacería en Polonia un hombre que haría cambiar el concepto de que la Tierra estaba fija y era el sol quien se movía alrededor de ella: su nombre era Nicolás Copérnico.

Aunque parezca extraño este hombre no había estudiado para astrónomo, sino para médico y derecho eclesiástico, en lo que se graduó, pero tuvo siempre una gran pasión por las matemáticas y astronomía, y quiso siempre dar una explicación lógica del movimiento de los astros -incluyendo la misma Tierra- dentro del Universo.

En una época en la que aún no se había inventado el

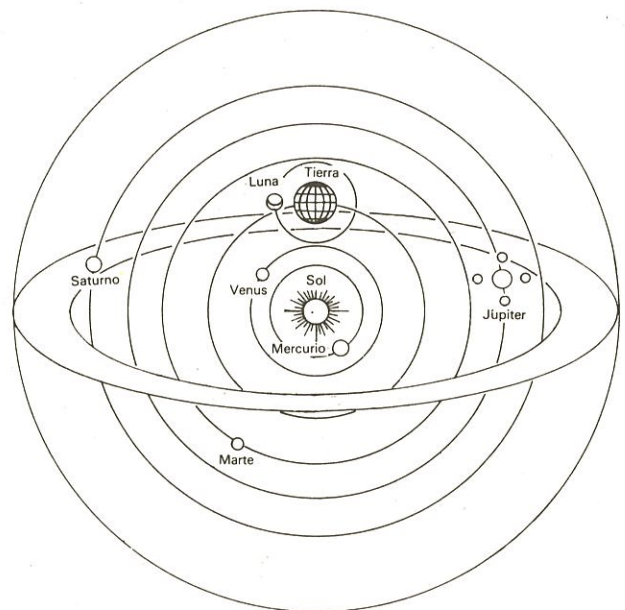
fue una época en que los hombres vivieron en una gran oscuridad intelectual y, además, tal teoría de que todo el Universo giraba en torno a la Tierra era sostenida ardorosamente tanto por los gobernantes como por las religiones de la época; grave era el peligro que corría cualquier persona que no aceptara públicamente tales conceptos.

telescopio, Copérnico explicó que la Tierra junto a otros planetas, giraba alrededor del Sol lo que explicaba que cada determinado tiempo, se cumplieran las predicciones de unas iguales condiciones para cada período que, como vimos anteriormente, se llama año. También explicó que la Tierra al girar sobre sí misma, produce el período que llamamos día. Así mismo dijo que la Luna giraba alrededor de la Tierra, dando vueltas cada treinta días, aproximadamente, lo que explicaba el "mes lunar". Todo ello lo dijo Copérnico en un libro que tuvo tanto miedo de publicar, que no vio la luz hasta que el mismo autor estaba en su lecho de muerte.



El Sistema Solar de Ptolomeo

Como se puede ver aquí, según Ptolomeo la Tierra era el centro del Universo, y el Sol y los demás planetas giraban alrededor de ella



El Sistema Solar de Copérnico

Más tarde el sabio polaco Nicolás Copérnico explicaría que la Tierra era un planeta más de los que giraban alrededor del Sol, quien era de verdad el centro del Sistema Solar, de allí su nombre.

Otros sabios

Como era de esperar, la obra de Copérnico fue duramente atacada por los sabios conservadores de la época y no fue hasta después de su muerte, en 1543, cuando surgieron nuevos defensores de su teoría. Así, por ejemplo en 1564 nació en Italia quien sería el introductor en la Astronomía del telescopio: Galileo Galilei, conocido universalmente como Galileo. Aunque realmente no fué quien tuvo la primera idea acerca del telescopio, sí fué quien primero supo perfeccionarlo y emplearlo con toda propiedad.

Gracias a la observación de las manchas solares (de las que hablaremos más adelante), pudo demostrar que hasta el mismísimo sol se mueve alrededor de su eje, como la Tierra, en los cambios del día a la noche.

También descubrió que muchos planetas como Júpiter, tenían satélites como nuestra Luna que no

hacían más que confirmar las teorías de Copérnico de quien se convirtió en defensor.

Galileo era una persona que sabía defender sus razones (ya que en la escuela le llamaban "el peleón") y sólo cuando estuvo en una edad avanzada, y tras recibir numerosas presiones y advertencias de que sería quemado vivo en una hoguera pública, ante el Papa fue obligado a decir que las ideas de Copérnico eran falsas y todo lo que él había descubierto también. Se cuenta la anécdota que tras haberse obligado a jurar que la Tierra era inmóvil dijo, murmurando: "Eppur si muove" ("Y sin embargo se mueve", refiriéndose a nuestro planeta). Galileo moriría en 1642, anclado y amargado por los sufrimientos que le hicieron pasar unos hombres que no eran científicos, pero que sostenían teorías científicas a ciegas.

No estaba solo

Sin embargo, Galileo no estaba solo en su lucha por la verdad. Contemporáneo y conocido de él era el sabio alemán Juan Kepler, nacido en 1571, y quien tuvo el honor de mejorar con una gran sutileza las mismas ideas de Copérnico. Si Galileo contaba con el telescopio, Kepler se basó en su profundo

conocimiento de las matemáticas para explicar el movimiento de las planetas. Así, por ejemplo, dijo que las orbitas de los planetas alrededor del sol no son circulares, sino elípticas, es decir, como el del contorno de un huevo.

Newton y la manzana

Estoy seguro de que todo el mundo ha oído hablar de la anécdota de la manzana, según la cual Newton, el gran sabio inglés, mientras se hallaba bajo un manzano en Inglaterra, vió caer uno de estos frutos y a partir de allí desarrolló la teoría de la gravedad, según la cual todos los cuerpos son mantenidos en sus trayectorias espaciales gracias a esa potente y misteriosa fuerza llamada gravedad. Hoy sabemos gracias a Newton que esa fuerza es aquella que existe entre dos cuerpos y es mayor mientras mayor es la masa de dichos objetos, al mismo tiempo que disminuye al alejarse ambos cuerpos. Por ello un globo cargado con agua caerá hacia el suelo antes que uno que ha sido llenado sólo con aire y que se encuentren a la misma altura.

A partir de entonces ya nadié dudó acerca de si la Tierra era redonda o no. Cualquier persona culta del siglo XVII (en el que vivió, principalmente, Newton) sabía que ello era así. El Sol era el centro de nuestro Sistema Solar, alrededor del cual giran todos los planetas e incluso otros astros llamados cometas. También a veces los planetas son como pequeños sistemas solares ya que poseen muchas lunas alrededor de ellos. Por ejemplo Júpiter, el mayor de los planetas del Sistema Solar, se le conocen hoy en día 14 satélites. Todo ello hace pensar que, efectivamente, nuestro Universo ha de ser maravilloso y que por ello vale la pena estudiarlo con más detenimiento, y eso es lo que vamos a hacer en las páginas siguientes.



CAPITULO II

El astro rey

El hecho de que las antiguas religiones tuvieran al Sol como su dios principal, no era por razones del todo ilógicas. Hay que tener en cuenta que para los pueblos primitivos el Sol era un astro que proporcionaba luz y calor, y aunque hoy sabemos que no es ningún dios, podemos estarle agradecido ya que es el motor que mueve a toda la vida de nuestro planeta.

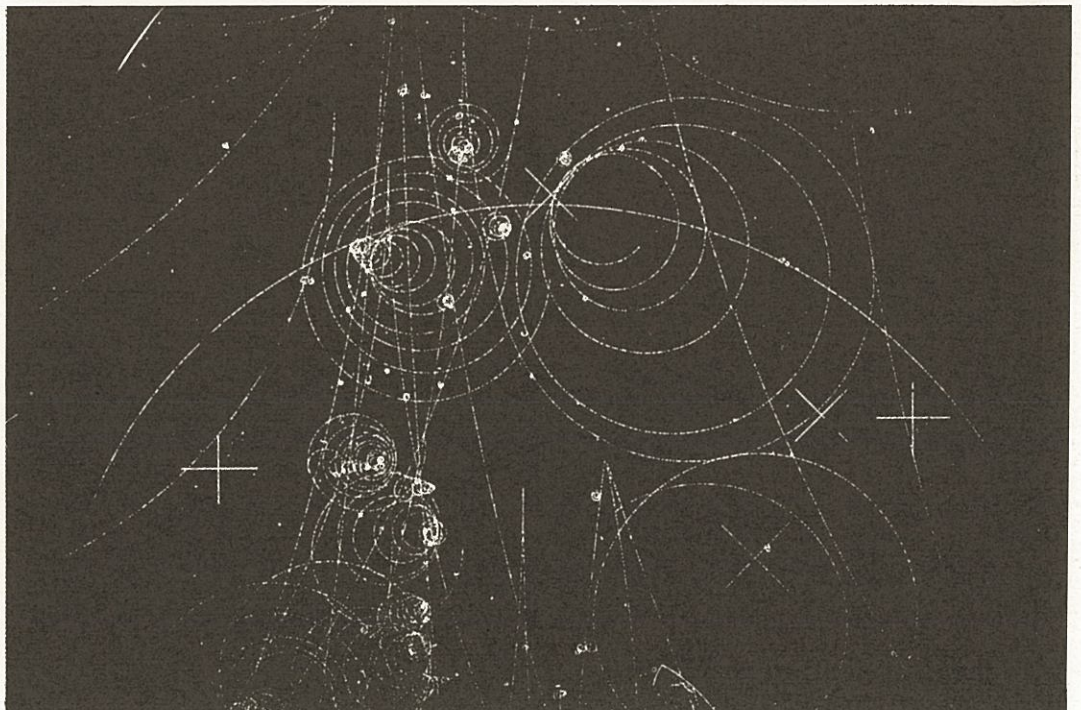
Pero conozcamos un poco más las particularidades de este astro. Antes que todo, hemos de decir que el sol es una estrella más de las que vemos en el firmamento, con la diferencia de que su proximidad es muy superior y que por ello su aspecto se nos presenta diferente. Se encuentra a unos 149 millones de kilómetros de nosotros. Su tamaño también es gigantesco: nada menos que 1.300.000 veces más grande que nuestro planeta. Para que se tenga una mejor idea de lo grande que es el Sol a nuestro lado, diremos que si a nuestro astro rey se le quitase cada

día un trozo del mismo volúmen que la Tierra, se tardaría nada menos que 3.600 años para acabar con él. Nada menos. Y sin embargo no es de las estrellas más grandes que se conocen ni mucho menos.

Como es lógico su peso también es considerable: 330.000 veces más pesado que la Tierra, un planeta que no es precisamente ligero, ya que pesa aproximadamente la inimaginable cifra de 5.975.000.000.000.000.000.000 toneladas.

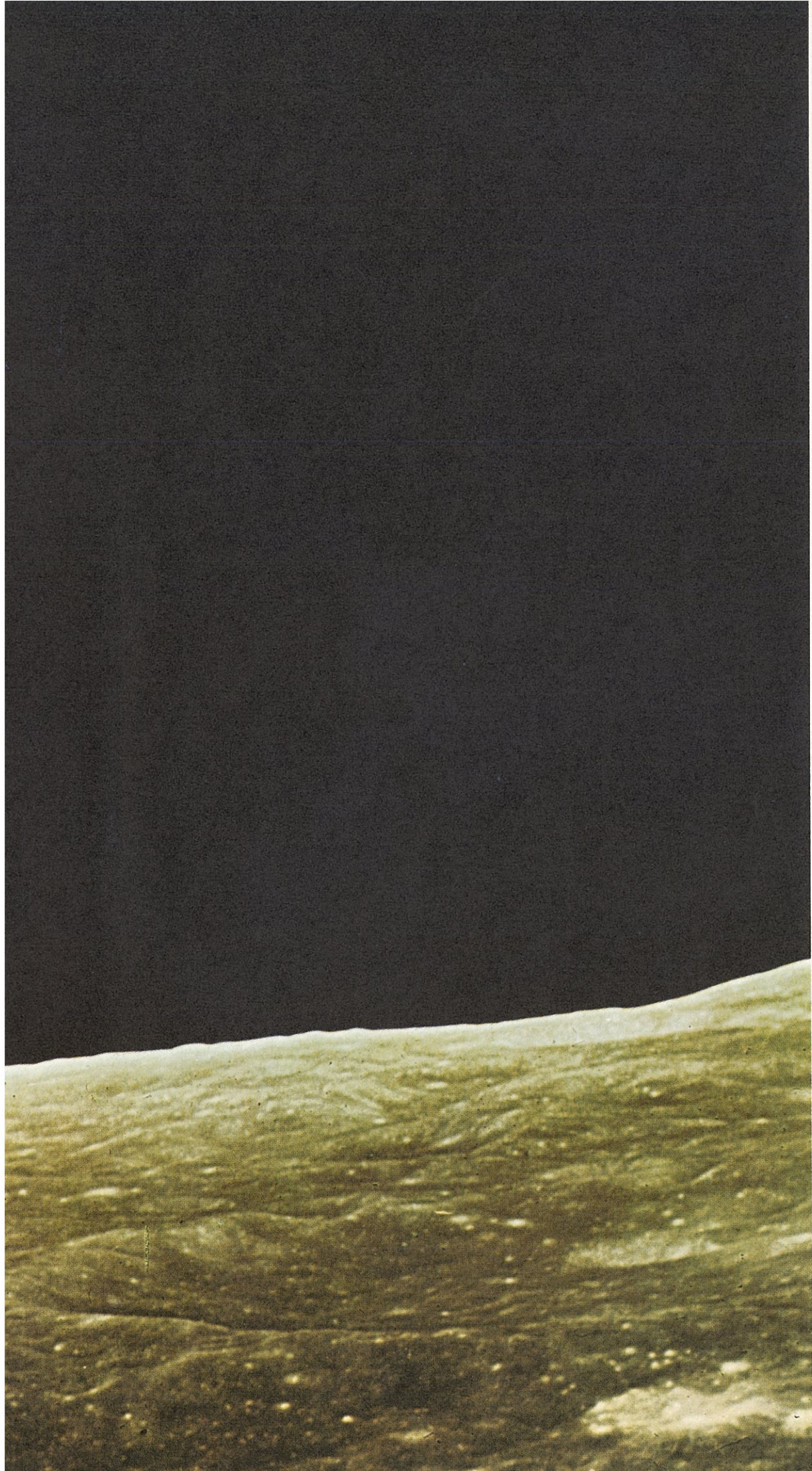
Supongo que en estos momentos muchos de los lectores recordarán lo que dijimos acerca de la gravedad descubierta por Newton. Pues bien, como ya mencionamos, los cuerpos se atraen con mayor intensidad si sus masas son mayores. Ello explica que sean los planetas los que giren alrededor del Sol y no al revés, ya que nuestra estrella es lo suficientemente pesada como para hacernos girar a todos en torno a ella.

Forma de desintegración de partículas solares



◀ *El Sol con sus manchas solares*





*Imágen de la Tierra
sobre la Luna*

¿De qué está hecho el sol?

Una de las cosas que más llama siempre la atención, es cuando se dice que nuestro sol tiene una antigüedad de 10 mil millones de años ardiendo más o menos igual como lo viene haciendo hasta ahora. Los astrónomos calculan que le quedan aún muchos millones más de años de vida. Entonces surge la pregunta: ¿Cómo es posible que no se consuma por muy grande que sea?. La respuesta es fácil, aunque no ha sido hasta hace relativamente poco que se ha sabido.

El Sol tiene en su superficie una temperatura de unos seis mil grados, y en su interior, dicha temperatura alcanza varios millones de grados, hasta treinta incluso, lo cual es increíblemente alto si tomamos en cuenta que la llama de una estufa de butano no llega a proporcionar dos mil grados centígrados...aunque sí peligrosas quemaduras.

Estoy seguro que todo el mundo tiene una idea aunque sea vaga de cómo se produce una explosión nuclear. Hay dos maneras de obtener energía de un átomo. La primera es rompiendo el núcleo del átomo en un proceso que se llama fisión y el segundo es un proceso inverso, es decir, uniendo dos núcleos atómicos y que por ello se llama fusión. Pues bien, el

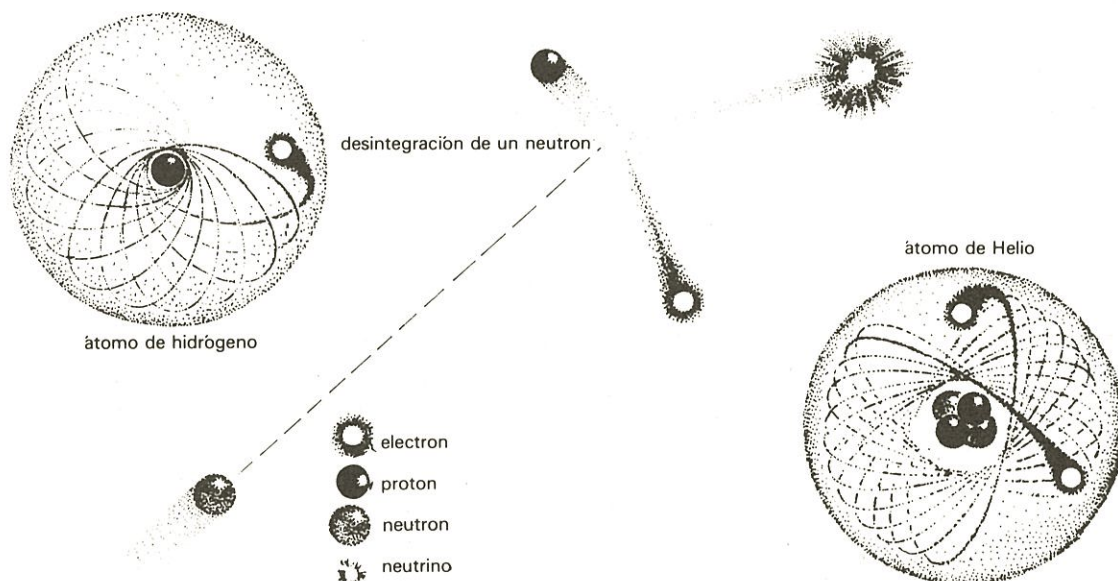
hombre sólo logra producir de manera controlada la fisión, es decir, el rompimiento del núcleo del átomo, como es el caso de las centrales nucleares.

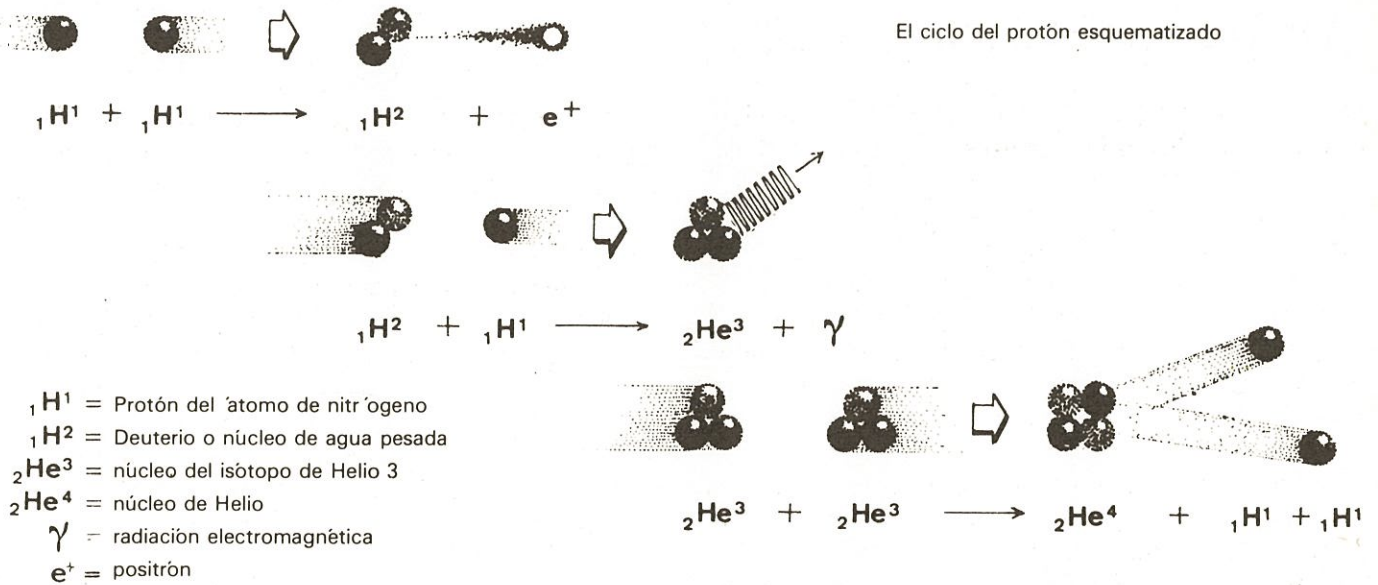
Pues bien, el tipo de reacción que sucede en el Sol es el llamado de fusión y que permite a nuestra estrella producir una cantidad increíble de energía que a nosotros nos llega principalmente en forma de luz y calor. Ello explica el que el Sol no se consuma, ya que para que se produzcan estas reacciones, sólo hace falta una pequeñísima cantidad de materia, según descubrió Einstein, el sabio alemán, en su famosa fórmula

$$E = m \cdot c^2$$

donde E es la energía, m es la masa y c es la velocidad de la luz. Si tenemos en cuenta que la velocidad de la luz es aproximadamente de 300.000 km/seg., si elevamos esta gigantesca cantidad al cuadrado, veremos que, según la fórmula hará falta muy poca cantidad de materia para obtener mucha energía. Aquí está la razón por la cual la masa del Sol se conserva y se seguirá conservando durante muchos millones de años.

En esta ilustración se puede apreciar perfectamente a algunos de los elementos que constituyen los átomos más sencillos. Arriba, a la izquierda se puede ver a un átomo de hidrógeno que es el más elemental de todos y que está constituido por un núcleo en su centro (en este caso formado por un protón o partícula eléctrica positiva) al rededor del cual gira un electrón con carga negativa. Abajo a la derecha se puede ver a un átomo algo más complejo, como es el átomo de Helio, con dos protones y dos neutrones (carga eléctrica neutra) en su núcleo y dos electrones girando en torno a él. En el centro de la figura se observa la desintegración de un neutrón. Abajo al centro, los diversos elementos atómicos están dibujados así.





En este esquema se puede apreciar perfectamente cómo se produce energía gracias al proceso de fusión nuclear. Como puede observarse dos protones de hidrógeno se fusionan y durante ese proceso hay una pequeña transformación de masa en energía (e^+). Como resultado se obtiene un núcleo pesado de hidrógeno llamado deuterio. Luego, si unimos el deuterio a un núcleo o protón de hidrógeno, obtenemos un isótopo de helio 3, desprendiéndose durante la reacción una radiación electromagnética. Si por último unimos dos núcleos de Helio 3 (con dos protones y un neutrón), obtenemos un núcleo normal de helio de dos protones y dos neutrones, más el desprendimiento de dos protones de átomo de hidrógeno. De esta manera se puede ver cuál es el ciclo de los protones tras una reacción de fusión nuclear.

Las manchas solares

Sin lugar a dudas cualquier persona que haya visto fotografías de la superficie solar, habrá advertido la existencia en ella de unas muchas negruzcas. Pues bien, debemos empezar diciendo que en realidad no se tratan de zonas "oscuras". Todo lo contrario. Son zonas que también emiten una gran cantidad de luz y energía calorífica, pero que debido a que su emisión es algo menor a la de las zonas circundantes a ellas, parecen oscuras ante nuestros ojos.

Parece ser que se tratan de zonas de remolinos o tormentas magnéticas de varios miles de kilómetros de longitud y forma variable. No es fácil observar la superficie de Sol totalmente limpia de manchas. Lo normal es la presencia de las mismas, a veces, muy grandes. El Sol parece presentar un ciclo de máximas y mínimas respecto a sus erupciones. Dicho ciclo tiene un total de 22 años entre la repetición de, por ejemplo máxima y máxima. Lógicamente entre máxima y mínima transcurren 11 años.

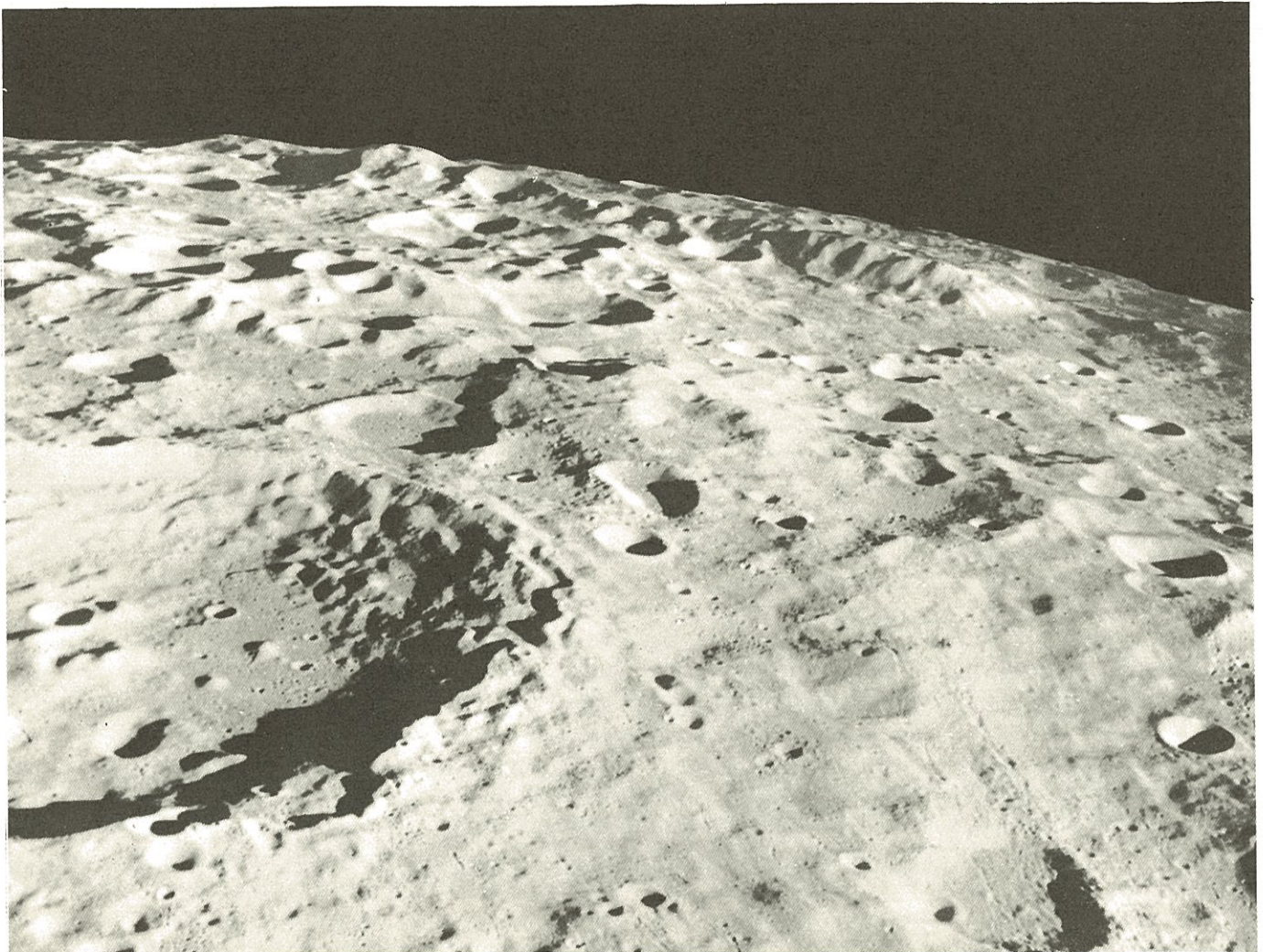
Muchas veces las más grandes manchas pueden ser el lugar de origen de gigantescas llamaradas conocidas con el nombre de protuberancias, y que pueden llegar a alcanzar la respetable altura de 500.000 kilómetros. Cómo ya habrán podido deducir los lectores las protuberancias se producen con mayor intensidad y número en los períodos de máximo número de manchas solares.

Pero aunque nos encontremos aparentemente demasiado lejos como para ser alcanzados por una protuberancia de manera directa, sí que llegamos a sentir sus consecuencias de forma indirecta y diversa. Por ejemplo, durante la erupción de protuberancias se producen una serie de emisiones electromagnéticas que pueden interferir en las transmisiones de radio y televisión, así como en otros instrumentos eléctricos. Una hermosa consecuencia sólo visible para los habitantes de zonas polares, es la de observar con mayor intensidad el bello espectáculo de las auroras boreales.

Radiografía del sol

Durante ese raro pero también bello espectáculo llamado eclipse de sol (y cuya mecánica explicaremos en el próximo capítulo) se puede ver perfectamente una corona de protuberancias alrededor del disco solar llamada **cromosfera**, mientras que el interior del disco es la **fotosfera**. Es este un espectáculo tan maravilloso que todos los pueblos antiguos sentía un verdadero pánico al presenciarlo debido a su ignorancia.

Cráteres lunares



CAPITULO III

La luna

Si el Sol ha sido objeto de respeto y hasta miedo, el astro más cercano a nosotros, la Luna, ha sido generador de sentimientos más diversos y menos serios que los producidos por el Sol.

Es difícil encontrar a algún autor romántico (bien sea del Romanticismo o bien más moderno) que no se refiera a la Luna de alguna u otra manera. Desde los antiguos se consideraba a la Luna como una tímida diosa cazadora que nunca se enamoraba y que junto con un grupo de doncellas recorría los bosques por las noches. Era tan benevolente que se le atribuían propiedades tales como protección a los mortales de enfermedades como la peste, y cuando no salía la Luna, ¡Ah, entonces era ello un mal presagio!, y sucedía siempre lo que no debía suceder.

También se decía que durante el cuarto menguante la influencia de la Luna podía ser nefasta en los hombres y el que escribe estas líneas aún ha oído decir entre las personas de zonas rurales que es

La cambiante faz

Como dijo Shakespeare: "¡Oh, no juréis por la Luna, la inconstante Luna!", y es que la cambiante faz de la Luna ha sido motivo de muchas teorías en el pasado, aunque hoy se sabe cómo se produce dicho fenómeno.

Para ver exactamente cómo se producen las fases de la Luna y porqué, existe un experimento fácil de realizar en casa: Se coloca una persona en una habitación oscura, pero con una lámpara encendida y que ilumine directamente al observador, para que así la única fuente de luz sea la lámpara. Ahora el observador toma una pelota de tenis y hace girar ésta alrededor de su cabeza con un movimiento lento.

Los eclipses

Ahora, durante el movimiento de la pelota, haga que ésta se coloque a la misma altura de sus ojos, y verá

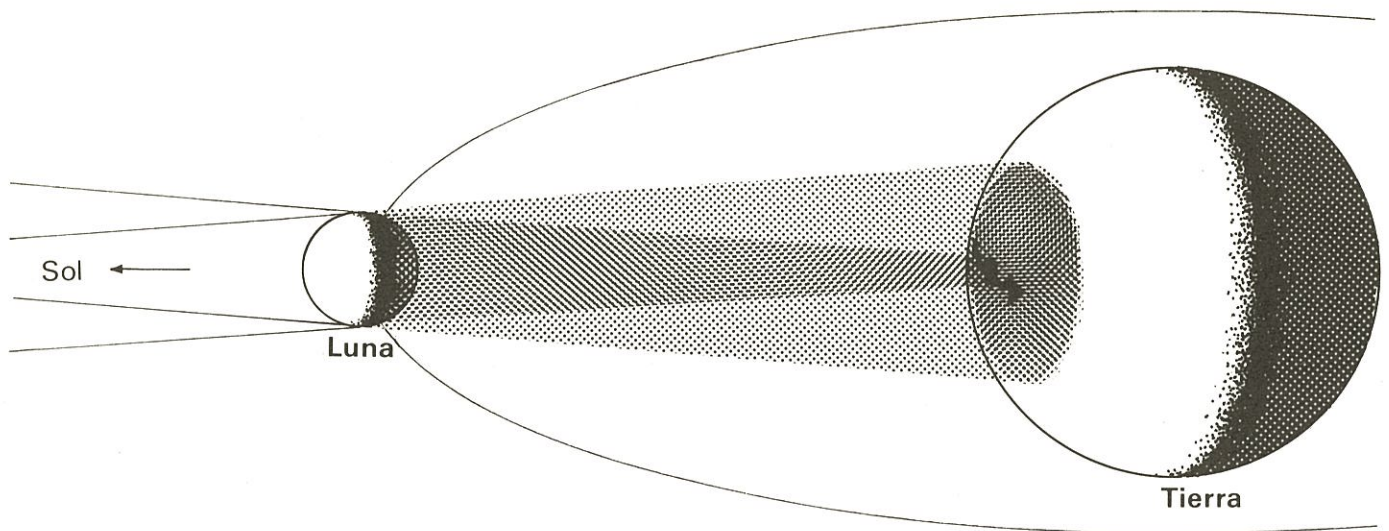
peligroso dormir dando la cara a la Luna. En fin, terminemos esta colección de absurdas supersticiones diciendo que el origen de que a los mal llamados "locos" también se les denomine "lunáticos" es debido a que se creía que la influencia que la Luna podía ejercer sobre los débiles mentales era pésima.

Hoy sabemos que la Luna es el único satélite natural de la Tierra y que se encuentra a unos 390.000 km de nosotros. Sabemos también que, a diferencia de lo que creían los antiguos, la Luna carece de luz propia; toda la luz que de ella proviene es la reflejada del Sol. Tiene un diámetro de 3.480 km, es decir, un cuarto del diámetro de la Tierra. Si se pudiera extender una de las caras de la Luna sobre, por ejemplo, Europa, se vería que el área que cubre es algo similar a la del Viejo Continente.

Como ya habíamos dicho, la Luna necesita de casi treinta días (veintinueve y medio), para dar una vuelta completa alrededor de la Tierra.

Entonces verá cómo sobre la superficie de la pelota ocurrirán los mismos fenómenos que sobre la superficie de la Luna y porqué. Si, por ejemplo, en el momento que sobre la Luna el observador cree ver cuarto menguante detiene el movimiento, puede hacer que con el brazo la pelota permanezca en el lugar en donde había observado dicha fase y entonces mirar por detrás de la pelota y darse cuenta que en realidad la Luna se ve iluminada completamente por una de sus caras, lo que ocurre es que desde nuestra posición en la Tierra, sólo vemos una zona muy pequeña que es la iluminada. Pero no olvide la pelota, ya que ella nos servirá para demostrar la mecánica de los eclipses celestes.

como oculta a la fuente de luz, en este caso la lámpara. Es entonces cuando se produce el llamado



En la presente ilustración se puede ver perfectamente cómo se produce un eclipse de sol al interponerse la Luna entre aquel astro y la Tierra. El cono más pequeño que proyecta la Luna sobre la Tierra es el que produce el eclipse total, mientras que en las zonas barridas por el cono de mayor tamaño, el eclipse es tan sólo parcial.

eclipse de Sol. Este eclipse puede ser parcial, si desde nuestra posición en la Tierra vemos que sólo se oculta una parte del astro rey. El eclipse también puede ser anular, que es lo que ocurre cuando la sombra de la Luna no alcanza plenamente la superficie de la Tierra, y finalmente el caso del eclipse solar total que es ese bello y raro espectáculo del que hablamos en el capítulo anterior y que presenta la particularidad de poder permitir que se vea perfectamente la corona solar.

Una advertencia para aquellos que alguna vez tengan la oportunidad de ver un eclipse de estas características. Eviten a toda costa ver directamente al Sol, ya que ello puede llegar a producir incluso la ceguera

total. Lo mejor que se puede hacer es obtener unos cristales ahumados que permitirán ver el fenómeno sin mayor riesgo para la vista humana.

En cuanto a los eclipses de Luna, ellos se producen por la posición contraria a la relatada antes, es decir, que es la Tierra la que se encuentra entre la Luna y el Sol, o dicho con el ejemplo que antes poníamos, que la cabeza del observador se encuentra entre la lámpara y la pelota de tenis. Durante un eclipse de Luna, ésta, pues, no recibe luz directa del Sol, y al contrario de lo que ocurre en el eclipse del astro rey, se va ocultando lentamente, hasta no verse nada, o vérsela de un color rojo amarillento.

Geografía de la luna

Desde que el hombre ha empezado a explorar con más detenimiento a nuestro satélite, especialmente a partir de los viajes a la Luna que han permitido recoger muestras de rocas de dicho satélite, ha tenido un gran desarrollo esa ciencia llamada **selenología** o estudio de la Luna.

Hoy en día podemos decir sin exagerar un ápice que la Luna presenta algunas zonas que son mejor conocidas por el hombre que, por ejemplo, el fondo del mar. Por una parte contamos con la relativa proximidad de nuestro satélite, que permite poder ser observado con los potentes telescopios con que hoy contamos desde la Tierra. Otra condición favorable que presenta nuestro satélite es el de que, como se sabe, carece por completo de atmósfera, entre otras cosas por la sencilla razón de que aunque

la hubiese poseído cuando tuvo su origen, debido a la baja gravedad que allí reina (una xta parte de la gravedad terrestre), dicha atmósfera se hubiera escapado hacia el espacio exterior. Esa falta de atmósfera es, pues, otro factor positivo para su observación.

Por último tenemos el gran número de ingenios -tripulados o no- que el hombre ha enviado para el estudio de este satélite y que han tomado millones y millones de fotos, tanto de la cara oculta como de la no oculta y que ha permitido tener unos excelentes planos de selenografía o geografía lunar. Hoy sabemos, por ejemplo, que existen grandes cráteres de hasta 150 km. de diámetro y 80 km. de grueso en las paredes que los rodean por largas y afiladas montañas. También están zonas poco erizadas de

cráteres llamadas "mares", que de mares tienen poco, y ha sido una más de las acepciones erróneas que el hombre arrastra desde la antigüedad.

Seguro que muchos de ustedes se estarán preguntando si ya se sabe si definitivamente tales cráteres son de origen volcánico o bien han sido producto del

impacto de meteoritos en la superficie de la Luna. La mayoría de los estudios coinciden en creer que es la segunda de las teorías la más acertada. Es posible que hace muchos millones de años la Luna presentara algún tipo de actividad volcánica, pero si ello es así aún no ha sido demostrado plenamente.

La poderosa fuerza de la luna

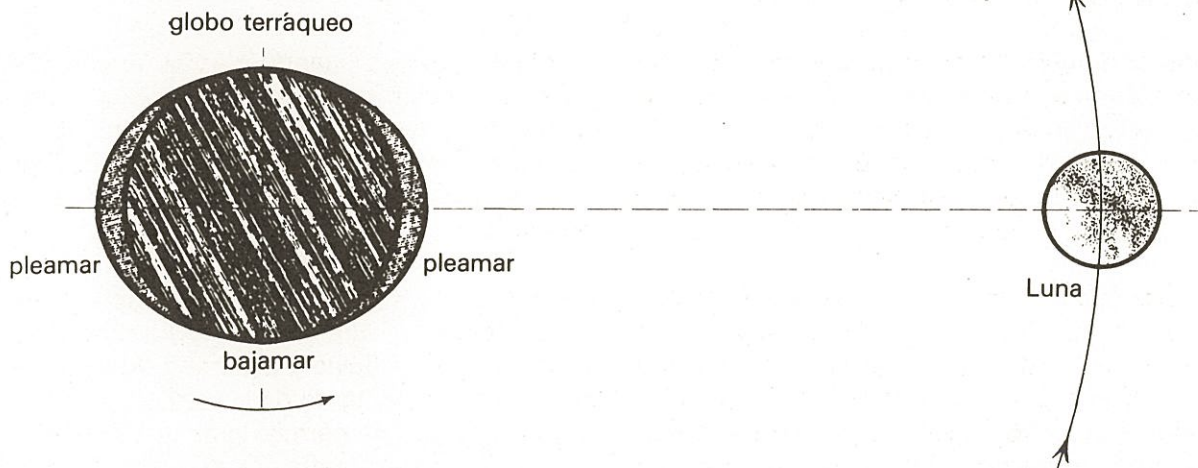
Si bien la Luna carece de todas aquellas nefastas o románticas influencias que decían los antiguos y que mencionábamos al principio del presente capítulo, la Luna sí que ejerce unas poderosas influencias sobre la Tierra -en colaboración con el sol- y que se llaman mareas.

De nuevo tenemos que recurrir a la fuerza de gravedad de la cual tanto hemos hablado ya. Como recordarán, dijimos que la fuerza de la gravedad aumenta al aumentar el tamaño de los cuerpos o, mejor dicho, sus masas. Dado el gran tamaño de la Luna, no resulta extraño el que este satélite ejercite su fuerza de atracción sobre los fluidos de la Tierra, como lo son las aguas de mares, lagos y ríos, y así pueda observarse el fenómeno de las mareas, que no es más que la atracción de dichas aguas por parte de la Luna. El Sol también ejerce cierta atracción de manera que cuando se suma a la de la Luna se ejercen grandes fuerzas de mareas sobre las aguas.

Sin duda los lectores se preguntarán cómo es que siendo la Luna un astro de masa muy inferior a la del Sol, puede ésta ejercer unas fuerzas de atracción mayor que éste. La razón la encontramos de nuevo en la fórmula de la gravedad de Newton.

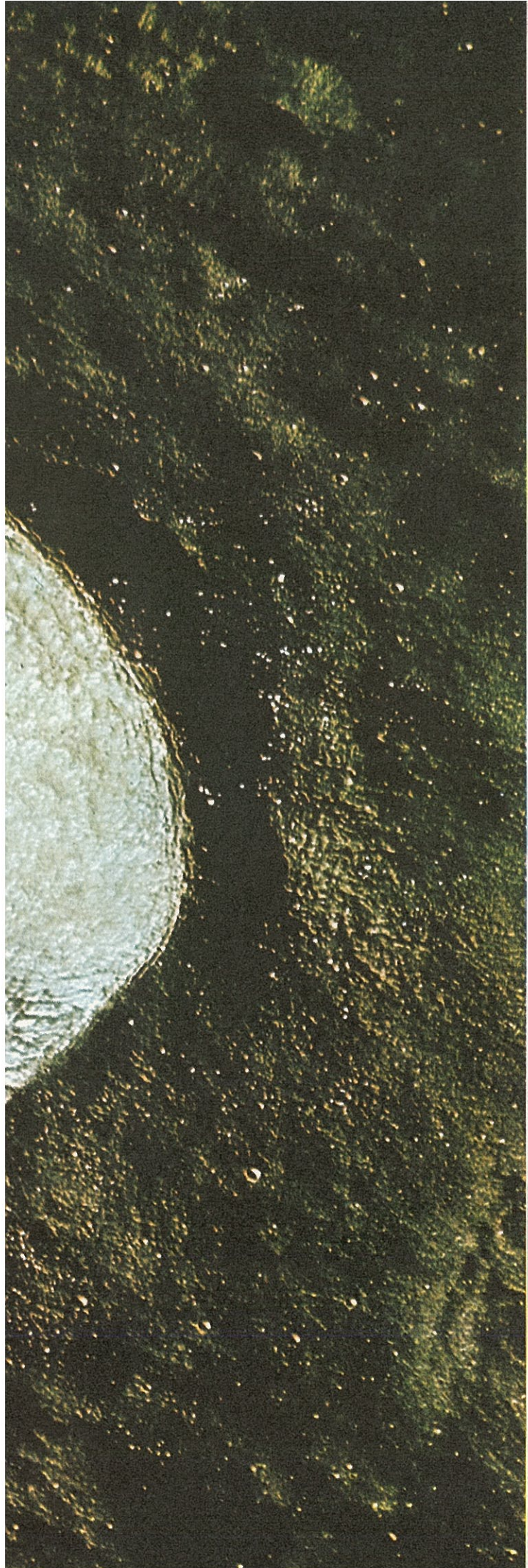
$$G = K \frac{M \cdot M'}{d^2}$$

en donde G es la fuerza de la gravedad, K un número constante cuya importancia es matemática y no viene al caso explicar aquí, M y M' las masas respectivas de los objetos que se atraen y d² es la distancia al cuadrado que separa a dichos objetos. Pues bien, como pueden ver es lógico que la fuerza de la gravedad aumente con el tamaño de las masas, es decir, que son **directamente proporcionales**, mientras que disminuyen mientras más lejos se encuentran, es decir, que en este caso son **inversamente proporcionales**. Ello explica el porqué aunque el Sol tiene mayor masa que la Luna, su



Aquí puede apreciarse cómo se produce la influencia de la Luna sobre las mareas. Se produce la pleamar justo en las masas que se encuentran directamente frente a la Luna. Esto es la llamada "marea directa". Como podrá ver el lector, en el lado contrario también se produce una pleamar o "marea opuesta". La razón es la siguiente: la acción lunar que determina la marea, desplaza hacia la Luna el centro de gravedad de la Tierra, de modo que la parte de la superficie del globo opuesta al satélite que al ser menos atraída por la gravedad terrestre crea una marea alta totalmente opuesta a la lunar.





influencia en las mareas es menor, debido sencillamente a la enorme distancia a que se encuentra de la Tierra en comparación con la que se encuentra la Luna.

Es curioso que las mareas eran algo sobradamente conocido en la antigüedad -Julio César se basó en ellas para planear la invasión de Inglaterra-, aunque como de costumbre o se daban explicaciones erróneas o sencillamente no se daba explicación alguna al fenómeno.

Para terminar hablando de las mareas diremos que hoy en día en ciertos lugares del mundo constituye una fuerza tan poderosa, que es utilizada como fuente de energía. Se aprovecha la entrada de grandes cantidades de aguas en las horas de mayor movimiento de masas de agua, para mover hélices -al igual que en las centrales hidroeléctricas- lo que permite una obtención de energía bastante útil.

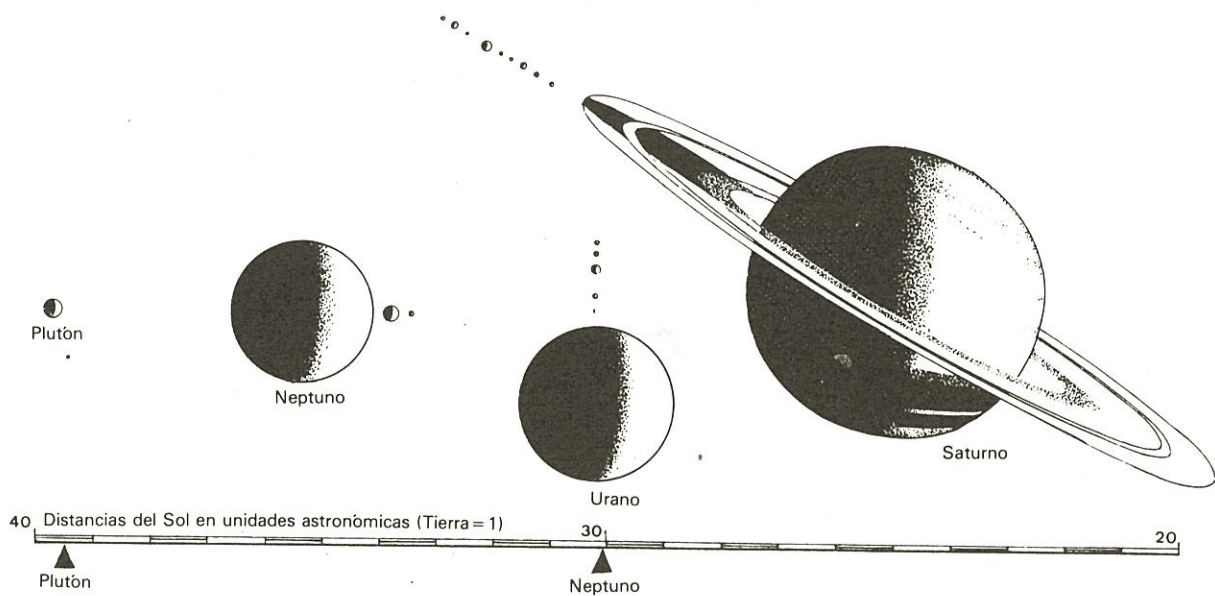
Lamentablemente para el aprovechamiento de estas mareas se necesitan unas condiciones tan especiales que pocos serán los lugares del mundo que podrán aprovecharlas a pleno rendimiento, tal y como sucede hoy en día en la desembocadura del río Rance, frente a Mont Saint-Michel, en Francia. Estas plantas reciben el nombre de centrales mareomotrices.

CAPITULO IV

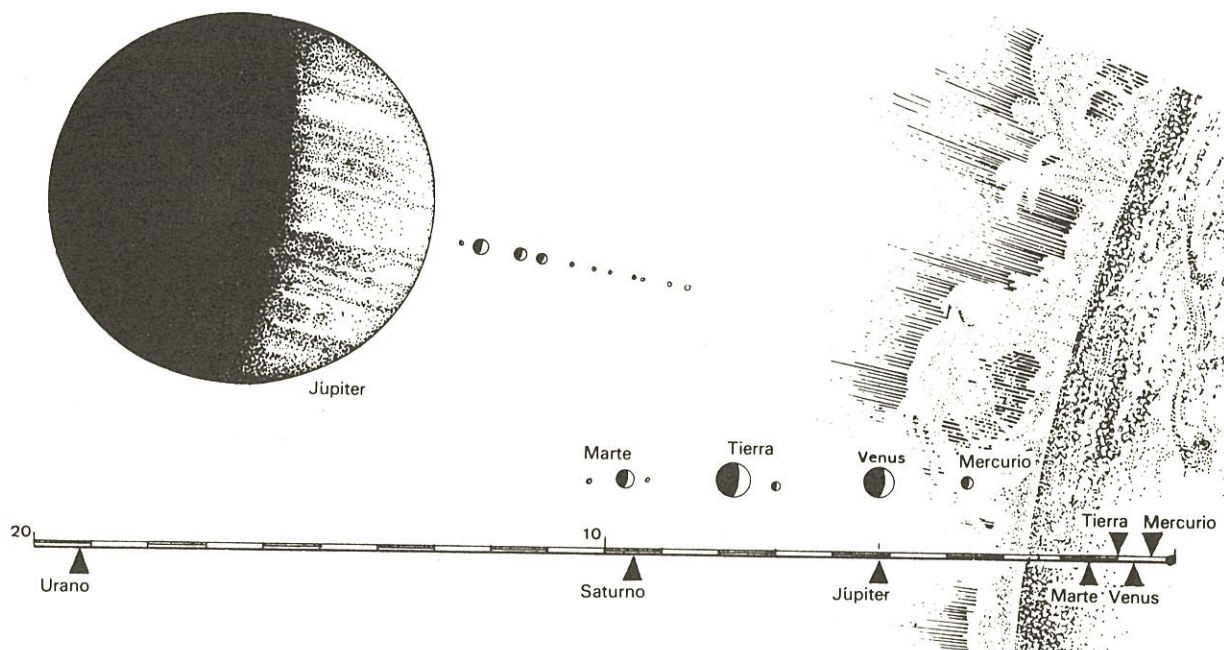
Los planetas

Cuando hablamos de las concepciones que habían en la antigüedad sobre cómo debía ser nuestro Sistema Solar, los lectores pudieron apreciar seguramente, la disposición de unos cuantos planetas en las gráficas que acompañamos a aquel texto.

Hoy en día se conocen nueve planetas que, a partir de Sol, van en este orden: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón. Entre Marte y Júpiter, existe una gran zona de asteroides que se supone que fue uno o dos planetas



Aquí puede verse la disposición de los planetas de derecha a izquierda con sus tamaños relativos y número de lunas, aunque hay que hacer la advertencia que cuando se realizó la gráfica no se conocían tantas lunas como se conocen hoy y el número exacto será comentado en cada caso. Abajo se pueden ver las distancias en que se separan los diferentes planetas y se puede observar que, así como los cuatro primeros planetas están bastante próximos entre sí, la distancia entre los restantes es bastante considerable.



que estallaron (y de lo cual hablaremos más adelante), aunque ello está sin confirmar; la verdad es que existe una gran distancia entre Marte y Júpiter. Ello ha dado como consecuencia la división del Sistema planetario en dos partes, los planetas "interiores" (respecto al cinturón de asteroides) y los planetas "exteriores" (al mismo).

Veamos a continuación y con cierto detalle, las características más resaltantes de cada uno de los planetas conocidos de nuestro Sistema.

CUADRO COMPARATIVO DE LOS DISTINTOS PLANETAS

PLANETA	SIMBOLO	DISTANCIA MEDIA DEL SOL		PERIODO ORBITAL	PERIODO DE ROTACION	DIAMETRO MEDIO (Km.)	MASA (TIERRA = 1)	DENSIDAD (AGUA = 1)	ALBEDO
		MILLONES DE Km.	UNIDADES ASTRONOMICAS						
MERCURIO	☿	58	0,39	88d.	58,6d.	4.850	0,05	6,1	0,06
VENUS	♀	108	0,72	225d.	?	12.200	0,81	5,06	0,66
TIERRA	♁	150	1,00	365d. 1/4	23h. 56min.	12.756	1,00	5,52	0,39
MARTE	♂	228	1,52	687d.	24h. 37min.	6.785	0,11	4,12	0,16
CERES	♁	415	2,77	4,6a.	?	780	0,0001	?	
JUPITER	♃	778	5,20	11,9a.	9h. 50 min.	142.750	318,4	1,35	0,42
SATURNO	♄	1.428	9,54	29,5a.	10h. 14min.	121.000	95,3	0,71	0,45
URANO	♅	2.872	19,18	84a.	10h. 45min.	47.000	14,5	1,56	0,55
NEPTUNO	♆	4.500	30,06	164,8a.	15,7h.	44.600	17,2	2,29	0,66
PLUTON	♇	5.915	39,52	248.4a.	6,4d.	5.800	0,1 ?	60 ?	

En el presente cuadro se presentan los datos más característicos que permiten obtener una idea de los diferentes planetas conocidos que constituyen el Sistema Solar. En la lista ha sido incluido el asteroide Ceres, el más grande del grupo del cinturón de asteroides. Dadas sus intrínsecas características, es del que se desconocen algunos datos. También es desconocido el periodo de rotación de Venus debido a las densas nubes que cubren este planeta. Dentro de las diversas características, ha sido

incluida la del albedo que, como se sabe, representa la relación entre la cantidad de luz recibida por el Sol, y la reflejada. Mientras dicha cifra más se aproxime a 1, mayor será la proporción de luz reflejada por el cuerpo en cuestión. Como se puede ver, los planetas con mayor albedo de nuestro Sistema son Venus y Neptuno, y el de menor, Mercurio. Este dato es desconocido para Plutón dada la dificultad que entraña su cálculo por la tremenda distancia a que se encuentra.

Mercurio

Gracias a los datos obtenidos a finales de 1974 por el Mariner X se han obtenido datos concretos sobre el más pequeño de los planetas conocidos del Sistema Solar. Este planeta gira en órbita elíptica alrededor del Sol -como los restantes planetas- con un periodo de revolución de 88 días (es decir, que el "año" de Mercurio tiene 88 días), órbita que recorre a 50 km/seg. (dos veces más rápidamente que la Tierra). Su órbita es especialmente elíptica lo que hace muy variable la distancia a la que se encuentra del Sol. La distancia media alcanza los 58 millones de Km. aproximadamente.

Pero si al año mercuriano es corto, no lo es el día, ya que este pequeño planeta tarda en girar sobre sí mismo 56,8 días, es decir, casi dos meses.

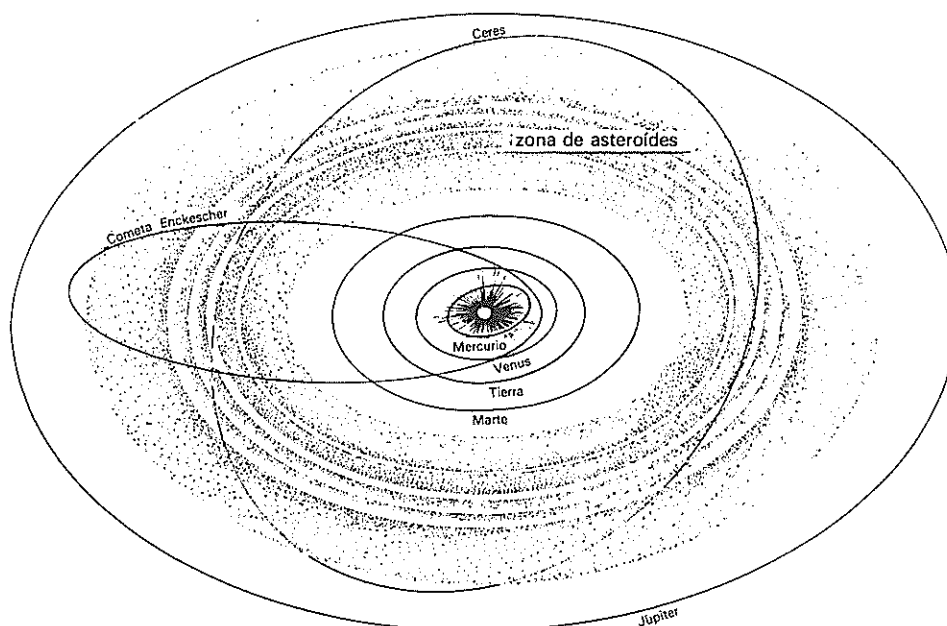
Es un planeta de temperaturas extremas muy variables, así por ejemplo, se han detectado como mínima los -187°C y como máxima los 190°C . Otro dato curioso es que dicha temperatura puede variar mucho de un punto a otro, por cercanos que estos estén.

Gracias a las fotos obtenidas recientemente se puede ver que la superficie del planeta Mercurio es enormemente semejante a la de la Luna, con cráteres muy similares. El terreno lunar parece ser rico en Hierro, lo que quizás explique el que los cráteres no son demasiado profundos ya que, como se ha comprobado, al ser éstos casi en su totalidad origi-

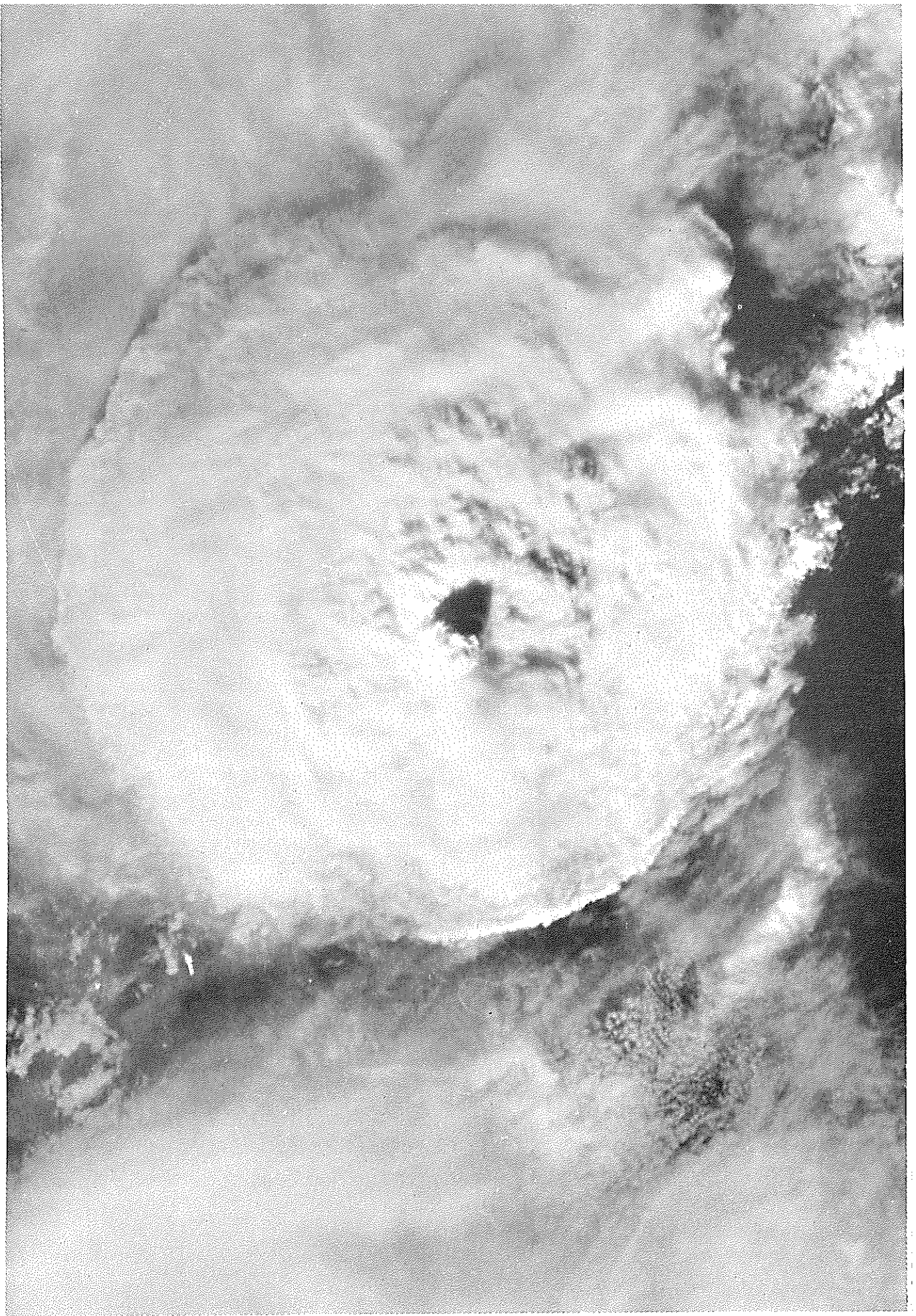
nados por impactos de meteoritos, la excavación producida por el choque es relativamente poco profunda. He aquí una diferencia fundamental entre Mercurio y nuestro satélite natural. De los estudios recientes parece desprenderse que, por causas aún desconocidas, hubo un bombardeo de meteoritos especialmente fuerte sobre la superficie del pequeño planeta. Como veremos más adelante, Marte presenta parecidas características por lo que cabe preguntarse si realmente existe alguna relación entre estos tres astros tan "craterizados". Por otra parte, aunque al parecer hoy en día la actividad del planeta en cuanto a volcanes se refiere no parece ser excesivamente clara, pudo serlo hace muchos millones de años.

Otra característica de este planeta que es apenas una vez y media más grande que la Luna, es la de que posee un pequeño campo magnético (tan solo el 1% del de la Tierra), debido seguramente a su escasa rotación, ya que ambos fenómenos están relacionados.

También es curioso que un planeta tan caliente en algunos momentos y con una masa que representa tan sólo una vigésima parte de la de nuestro planeta, presente una atmósfera, aunque tenue, eso sí. Dicha atmósfera está constituida por hidrógeno y gases nobles tales como el neón, helio y argón. Por otra parte parece definitivamente comprobado el que carezca de algún satélite natural.



En este esquema se ven los llamados "planetas interiores (Mercurio, Venus, Tierra y Marte), junto al cinturón de asteroides, la órbita del cometa Enckescher, la órbita del planetoides Ceres y por último la del planeta Júpiter. Gracias al gráfico se puede ver la relación que hay entre las proporciones e inclinaciones en las órbitas de los astros mencionados.



Gran ciclón tropical en el Caribe, tomado desde el Apolo 9.

Venus

Venus es el planeta que por su órbita es el más cercano a la Tierra y por esas cosas de la vida...uno de los más desconocidos.

Se encuentra a 108 millones de kilómetros del Sol, es decir, a casi el doble de distancia que Mercurio a dos terceras partes de la Tierra. El año de Venus es de 225 días y tiene la órbita menos elíptica de todos los planetas conocidos de nuestro Sistema. Es casi tan grande como la Tierra y tiene un 81% de masa respecto a nuestro planeta.

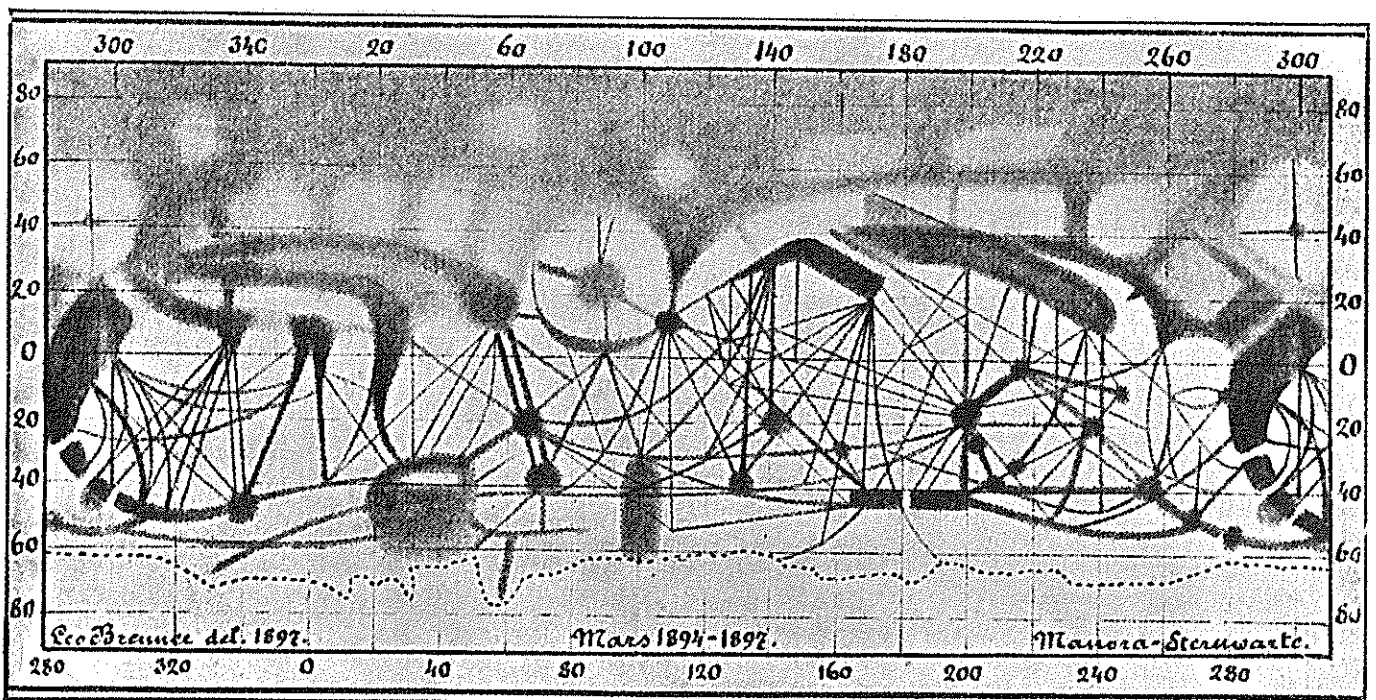
Sin embargo se desconoce, por ejemplo, muchos datos fundamentales acerca de este planeta como, por ejemplo, su periodo de rotación, debido, entre otras cosas a la espesa capa de nubes que cubre al planeta y que no permite la observación de cualquier punto de referencia que nos sirva para calcular dicho

periodo de rotación. Según algunos cálculos la atmósfera venusiana podría ser 90 veces más densa que la terrestre. Nada menos.

Parece ser, sin embargo, que presenta una distribución de temperaturas bastante uniforme, alrededor, probablemente, de los 75°C. Se cree que la superficie del planeta lejos de contener grandes cantidades de agua como se creía hace algún tiempo, es bastante árida y seca. Terminemos diciendo que todos estos datos no son necesariamente exactos y que dadas las dificultades que presenta el planeta para su estudio, salvo que las grandes potencias inicien un verdadero asalto al planeta pasa su reconocimiento, difícil será que conozcamos algo más consistente en los próximos años.

Mapa de Marte de Proyección Mercator, hoy muy mejorado.

Vista aérea del Polo Norte.



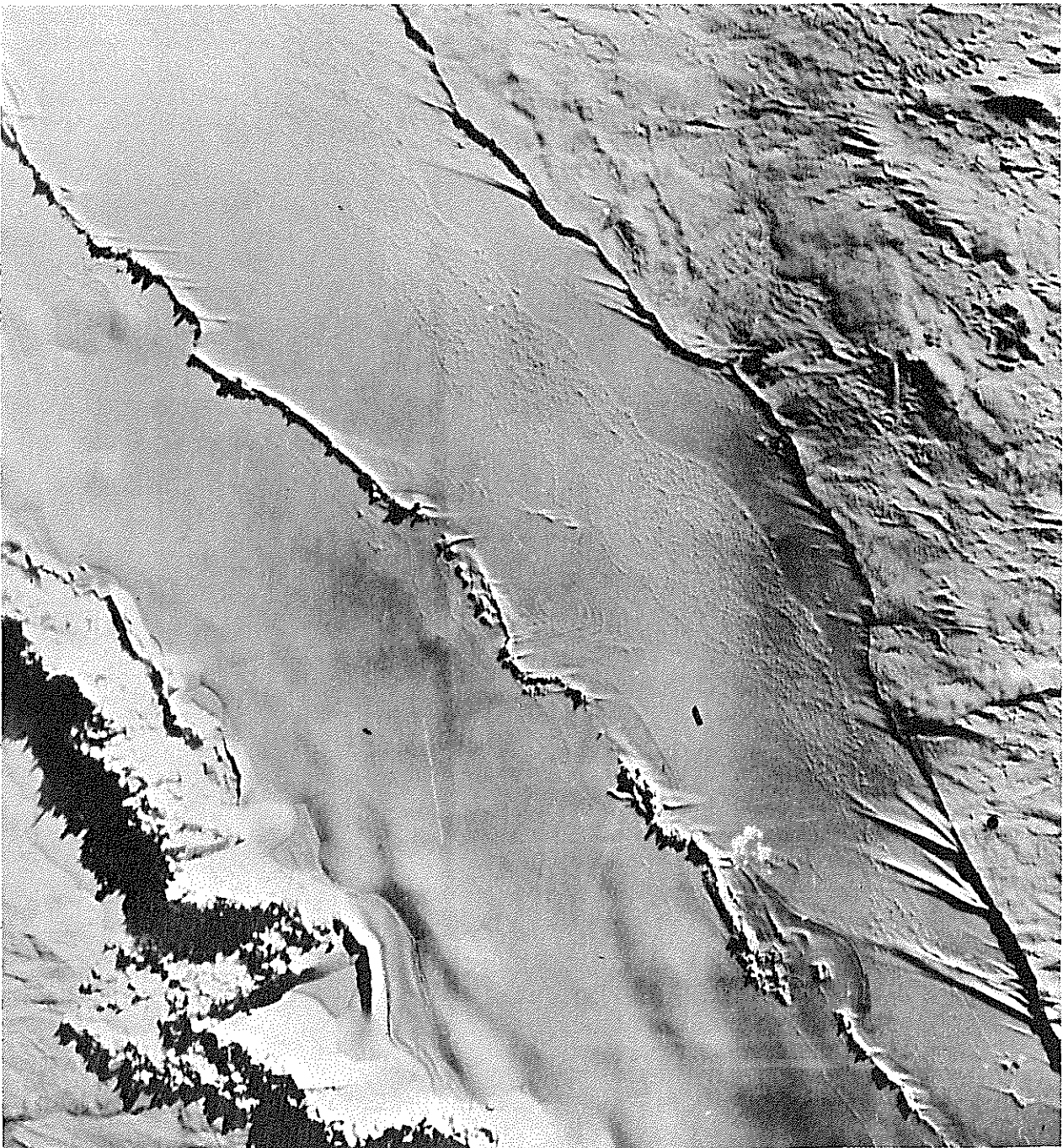
Marte

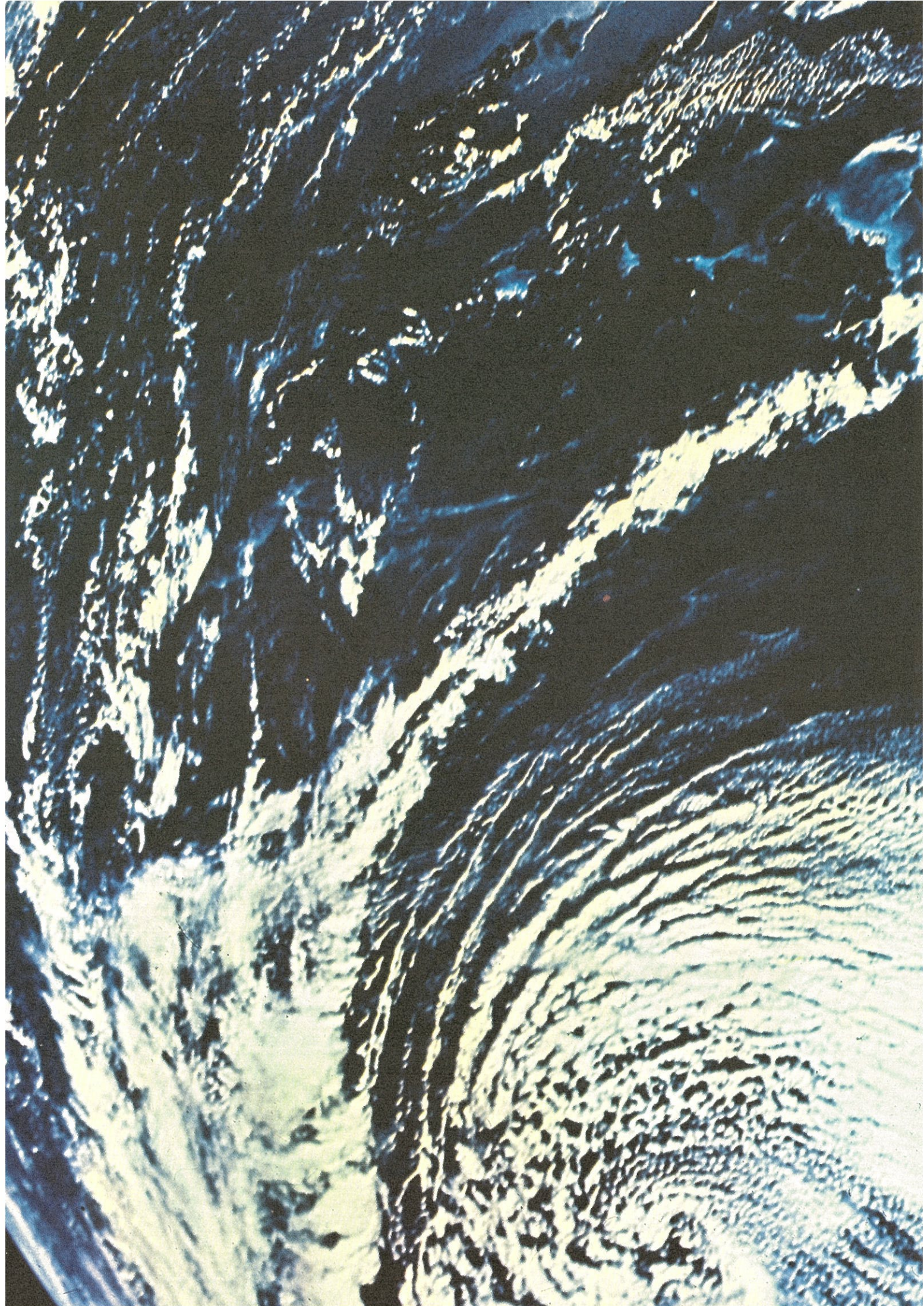
Después de Mercurio, Venus y la Tierra, conforma la familia de planetas interiores. Al contrario de Venus, es el planeta mejor conocido de nuestro Sistema y es el más próximo a la Tierra después de aquel.

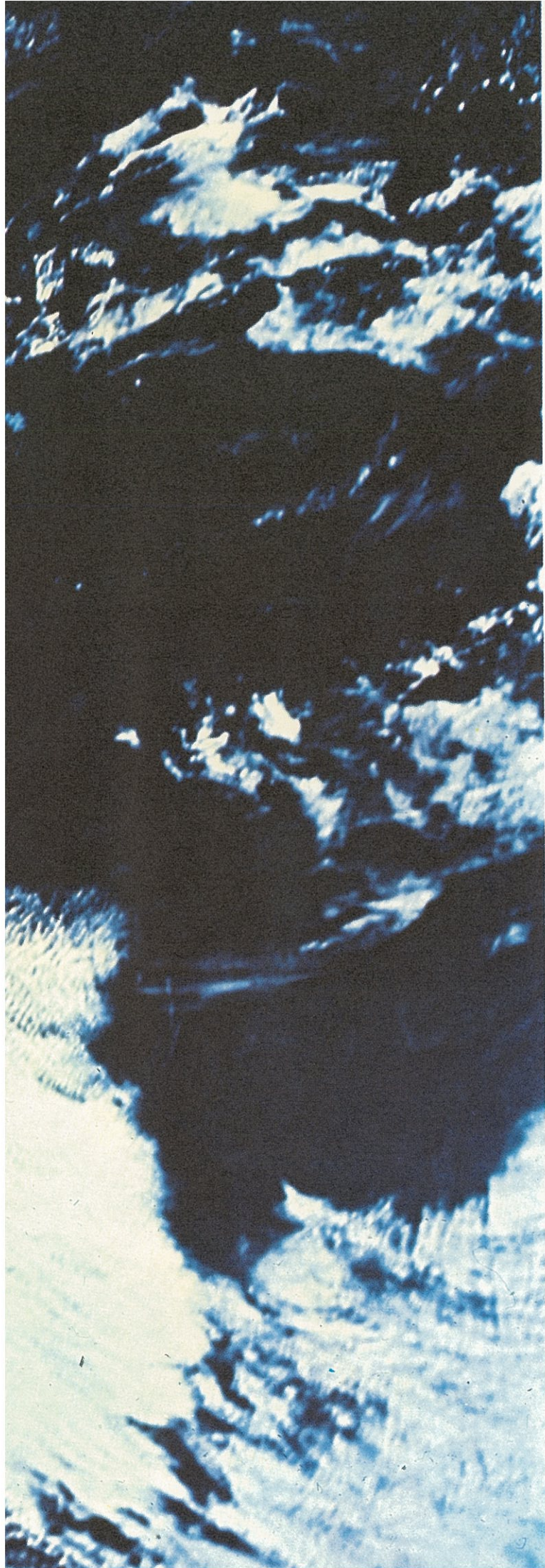
Se encuentra a 228 millones de kilómetros del Sol (la Tierra está a 150 millones) y tarda 687 días en girar alrededor de nuestra estrella, en otras palabras, su año es casi el doble que el nuestro, sin embargo su día apenas si es algo más largo que el terrestre: 24 horas y 37 minutos, es decir, sólo 41 minutos más largo. Es apenas la mitad en tamaño de la Tierra.

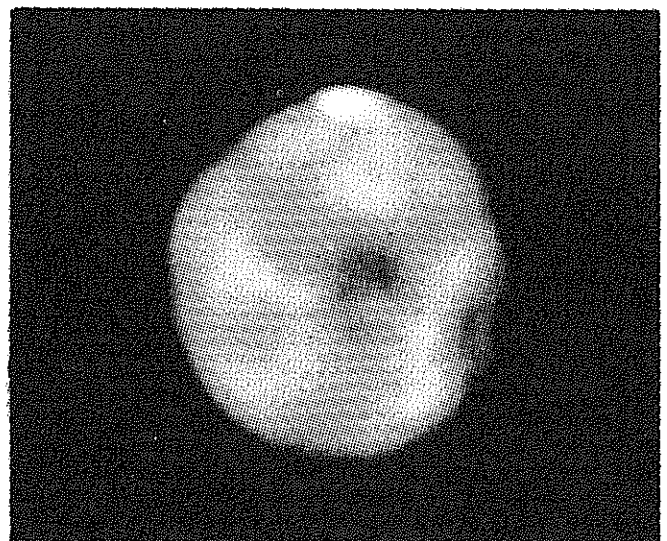
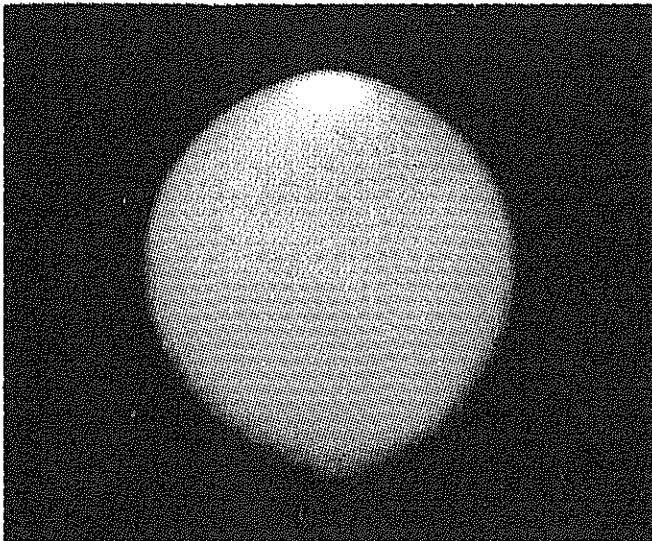
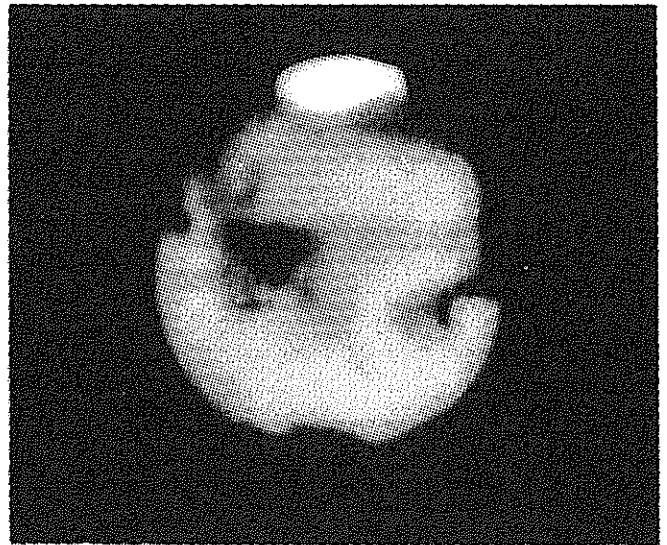
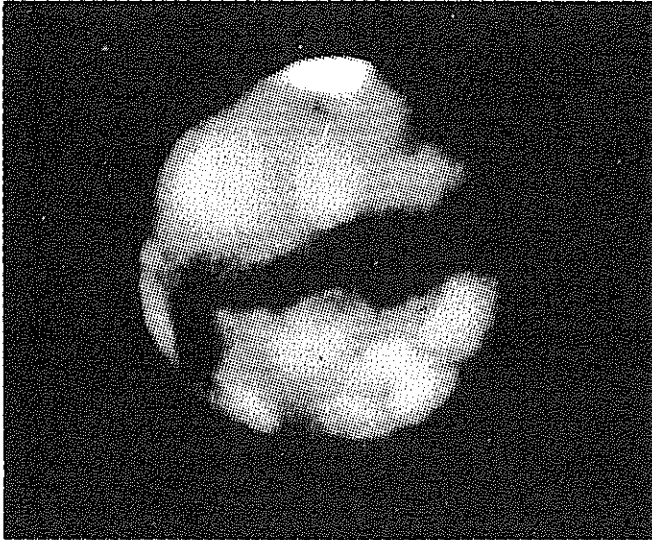
Su atmósfera es pequeña y tenue, tan sólo una décima parte que la de la Tierra. Una de las características más resaltantes de la geografía marciana es la de sus famosos casquetes polares que tienen variaciones de tamaño según la estación reinante en Marte, aunque no se cree que sea realmente agua lo que contengan.

También es característico el cambio de color que presenta la superficie del planeta, lo que ha hecho dar teorías acerca de marcianitos que cultivaban en la época del año propicia gracias al agua bajada de los





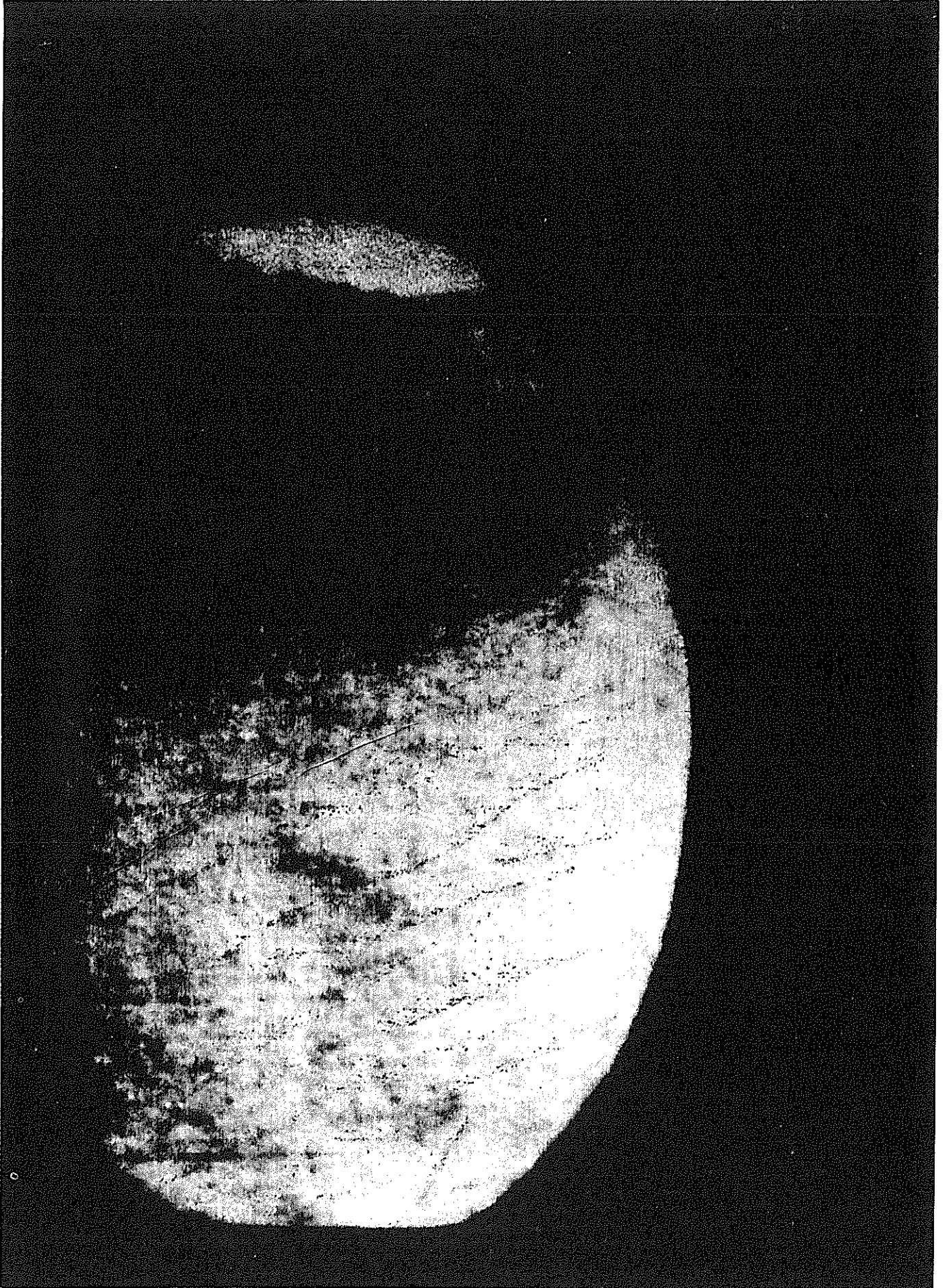




Cuatro fotos de Marte en las que se ve como varía el tamaño del casquete polar.

casquetes y que era conducida por los famosos canales. Hoy sabemos que los canales son, sobre todo, ilusiones ópticas, y que la superficie marciana es muy similar a la de la Luna, llena de cráteres. La temperatura de este planeta es variable: va desde unos 22°C durante el día a -70°C . durante la noche.

Sin duda alguna Marte sería más fácil de estudiar en los próximos años y no estará lejos el día en que sepamos con mucho más detalles cuáles son las características geográficas del llamado "planeta rojo".



El cinturón de los asteroides

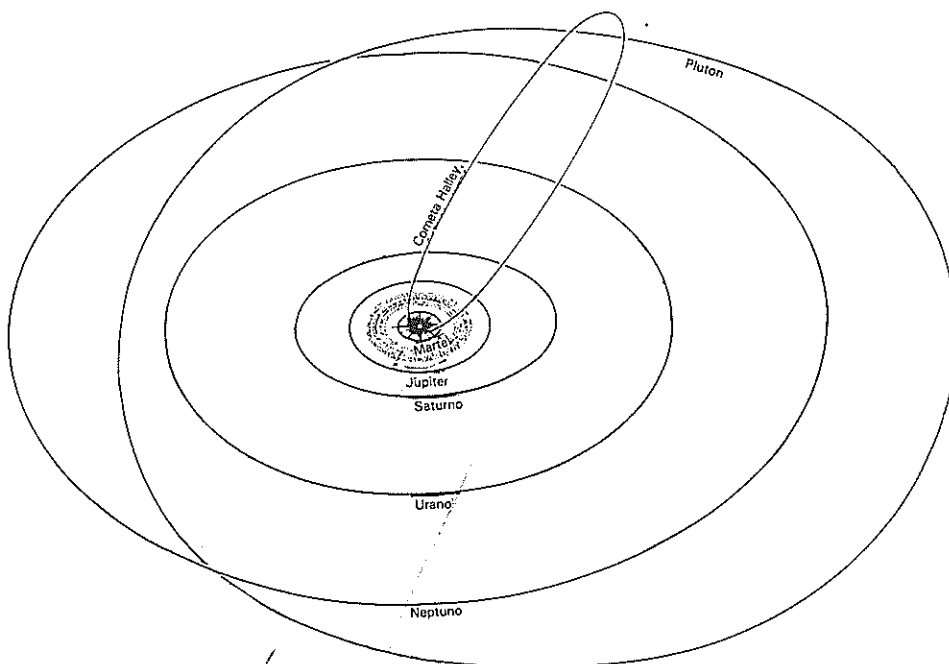
Entre las órbitas de Marte y Júpiter existen cerca de 30.000 asteroides principales que forman el llamado cinturón de asteroides, de los cuales han sido estudiados hasta el presente unos 1.600 con cierto detenimiento, conociendo incluso sus órbitas. Las órbitas que siguen son algo más elípticas de lo habitual, pero aún así no deben considerarse extraordinarias. Excepto algo menos de 10%, todos los demás tienen menos de 80 kilómetros de diámetro. Los dos principales asteroides conocidos -Ceres y Pallas-, son relativamente esféricos. Su masa, en conjunto, no es excesivamente grande, aunque pudo serlo en algún lejano pasado.

A este respecto debemos decir que una de las teorías que más aceptación tiene es precisamente aquellas que considera a este cinturón de asteroides como el producto de la explosión de algún planeta intermedio entre Marte y Júpiter. Dicha teoría, aunque fantástica, es una de las más razonable que hasta el presente se han dado a conocer. Es muy probable que haya sido así, aunque nos veamos aún imposibilitados de demostrarlo.

Aquí se puede ver la órbita de los llamados "planetas exteriores" a la que se le ha añadido la de Marte, la de los asteroides y la del más famoso de los cometas, el Halley. Obsérvese la gran excentricidad de la órbita del planeta Plutón.

También se dice muchas veces que los meteoritos -de los cuales ya hablaremos- tienen en su inmensa mayoría un origen en dicho cinturón y que tras la explosión van vagando por el Universo hasta que son atraídos por algún cuerpo grande. Ello podría explicar cómo Marte, la Luna y Mercurio, presentan tan gran número de cráteres, ya que según dicha teoría esos cráteres habrían sido producidos tras la explosión inicial. Venus y la Tierra se habría salvado gracias a la atmósfera que desintegraría a dichos cuerpos a los propios procesos geológicos de la Tierra que haría desaparecer las huellas de dicho bombardeo meteórico.

A todo esto hemos de añadir que hoy en día tiene un gran auge, debido a las fotografías obtenidas, el decir que una de las dos lunas de Marte, llamada Phobos, la más grande, es un gran meteorito de 20 x 23 x 28 kilómetros en sus medidas. Según se ha podido observar en las fotografías, es un cuerpo extraño que dista de ser esférico, lleno de grandes cráteres y grietas, como si se hubiese desprendido de algún trozo más grande. Lo mismo se está diciendo de la otra luna marciana, llamada Deimos. Es más, las órbitas de estos cuerpos alrededor del planeta rojo son tan extrañas, que todo hace pensar que realmente se tratan de meteoritos gigantes -aunque no demasiado grandes- que fueron capturados quizás no hace muchos millones de años.



Jupiter

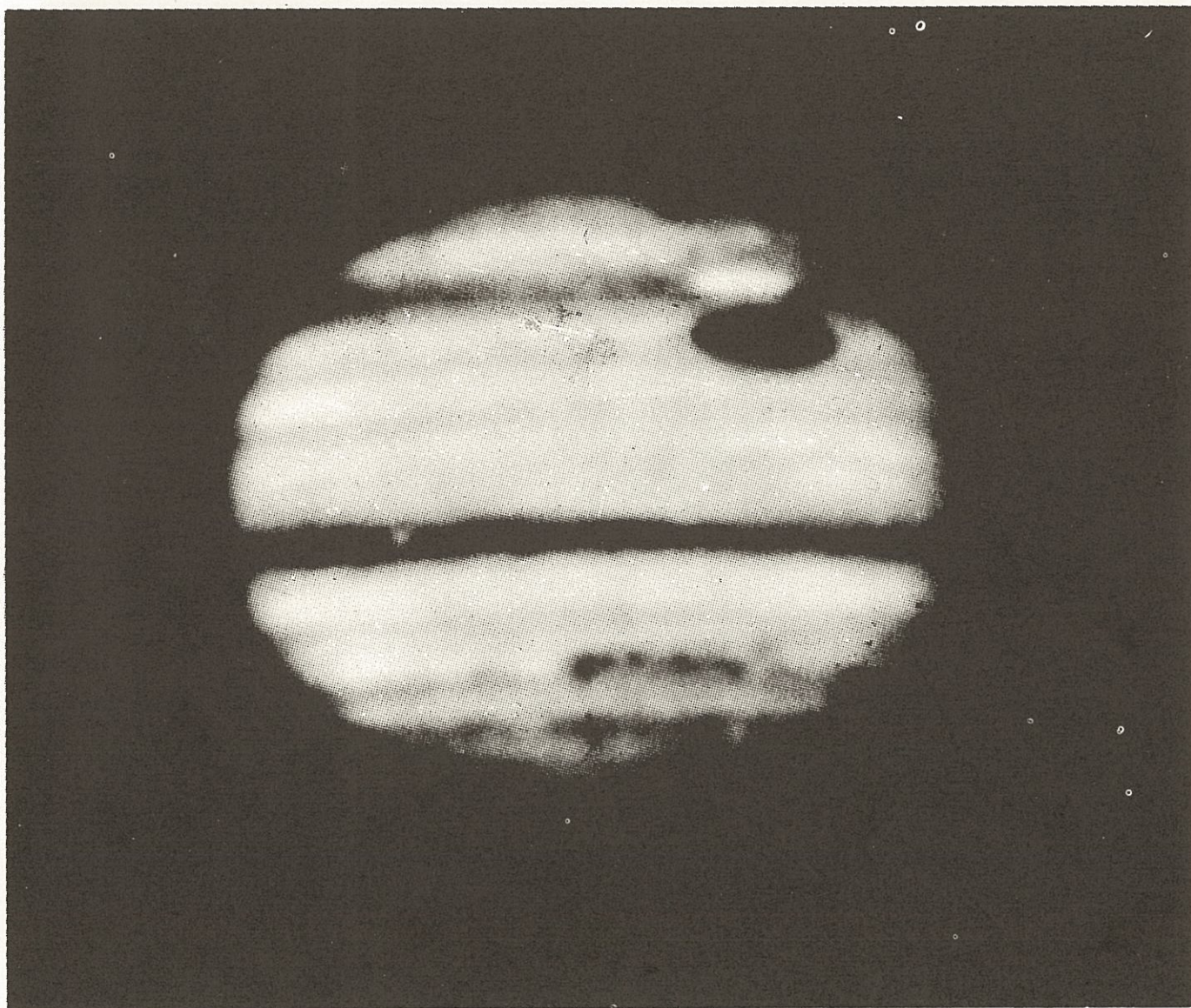
Es el mayor de los planetas de nuestro Sistema, y se encuentra a 778 millones de kilómetros del Sol, tardando 11,9 años terrestres en girar en torno a él, es decir, en concluir su propio año. Su "día", por el contrario es muy corto: 9 horas 50 minutos, dado que es un planeta doce veces, aproximadamente, más grande que la Tierra, podemos darnos idea de la gran velocidad de su rotación. Su masa es nada menos que 318,4 veces la de nuestro planeta.

Gracias a las últimas sondas norteamericanas enviadas a tomar fotos y datos del gigantesco planeta, se ha podido tener una idea más clara de lo que éste representa dentro del Sistema Solar. Al parecer se

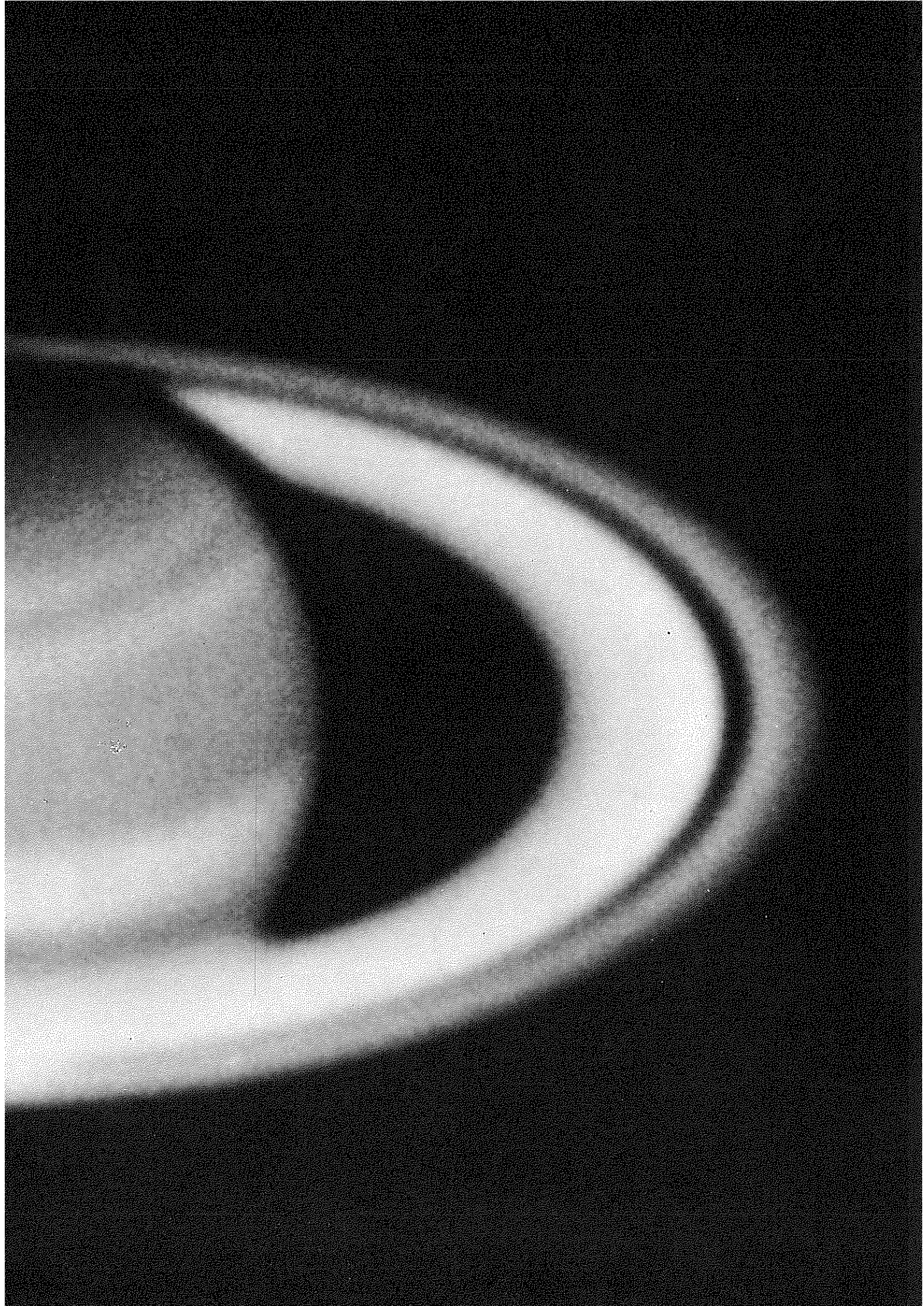
trata de un cuerpo atravesado horizontalmente por una serie de bandas de diversos colores que no representan otra cosa que diferentes zonas de movimientos de grandes masas de la atmósfera de aquel planeta. Una de las bandas representa una zona de elevación de masas de aire y la siguiente lo contrario, y así sucesivamente.

Una de las características más resaltantes del planeta es la presencia en su atmósfera de una gigantesca mancha roja. Pues bien parece tratarse de una zona de grandes remolinos o tormentas, que es variable de acuerdo con el tiempo.

Jupiter con su "mancha roja" en el lado superior izquierdo.







Otra característica curioso de este planeta es el hecho de que su densidad es muy baja, lo que explica —junto a su gran velocidad de rotación, el que sea un planeta que se encuentre muy achatado en los polos. También es característico de este planeta una fuerte emisión de ondas de radio desde su superficie de origen desconocido, y el hecho de que su masa es tal, que ejerce una importante influencia en las órbitas de los planetas más próximos a él como Marte y Saturno.

En cuanto al número de satélites que posee, ello es un punto que no está del todo aclarado, recientemente parece haberse llegado a la conclusión de que posee catorce satélites naturales. El tiempo quizás modifique dicha cifra, pero en cualquier caso será alta. Hay que destacar que el mayor de los satélites es Ganímedes, sólo superado en tamaño por Titán, el mayor satélite de Saturno.

Saturno

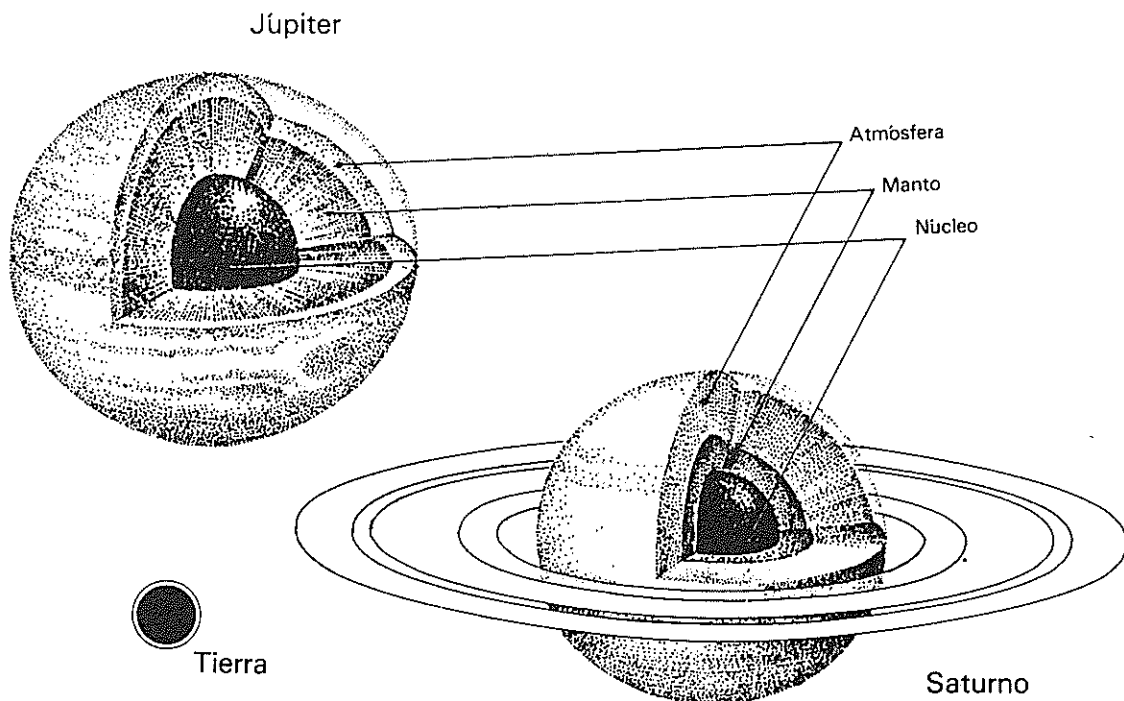
Si Jupiter presenta esos maravillosos colores en sus bandas intermedias junto con la gran mancha roja, no menos espectacular es Saturno, con sus gigantescos anillos.

Se encuentra a casi el doble de distancia del Sol, de lo que lo está Jupiter y, sin contar los anillos, es casi tan grande como éste. El "año" de Saturno tiene una duración de 29,5 años terrestres y el día 10 horas y 14 minutos, es decir, que gira casi tan rápidamente como lo hacía su hermano mayor. Lo realmente curioso de este cuerpo es la bajísima densidad

(probablemente el de densidad más baja de todo nuestro Sistema)

La composición química de la atmósfera es muy semejante aunque menos densa en amoníaco, respecto a la de Júpiter.

Pero lo que es realmente llamativo de este planeta son sus famosos anillos. El anillo exterior tiene un diámetro de 274.000 kilómetros y el más interior 140.000. A pesar de tales tamaños, son muy finos con sólo 16 km. de espesor, y no sólo eso, sino que al parecer son muy poco opacos ya que desde la misma Tierra es posible ver estrellas a través de ellos. Todo parece indicar que se tratan de acúmulos de polvo y gases o bien cristales de amoníaco. También se habla que son el resto de algún satélite de Saturno que estalló, sin embargo esta teoría parece poco



En esta ilustración se puede observar perfectamente a Júpiter y Saturno, y sus principales características acerca de espesor de la atmósfera, manto geológico y núcleo planetario. Se han respectado las proporciones y se ha incluido a Tierra para que pueda compararse los tamaños. También se pueden ver los cuatro anillos de Saturno y su disposición.

atractiva. Dato a tener en cuenta es que el anillo de Saturno oscila lentamente de manera que durante algunos años puede verse de abajo a arriba y luego, cumpliendo un ciclo regular, de arriba a abajo.

Se conocen doce satélites de este planeta aunque

Urano

Este planeta junto con Neptuno y Plutón, constituyen un grupo de cuerpos poco conocidos hasta el momento.

Urano fue descubierto por el astrónomo inglés Herschell en 1781, al observar las estrellas de la constelación de Géminis. Vió un cuerpo que primero creyó que era un cometa, pero que luego, tras cálculos matemáticos comprobó que se trataba de un planeta.

Neptuno

Trás el descubrimiento de Urano, se vió que este planeta tenía anomalías en su órbita y movimientos, que seguramente eran causados por la presencia de otro planeta cerca, relativamente hablando, de él. Con esa premisa, un joven estudiante inglés, John Couch Adams a base exclusivamente de matemáticas calculó cuál debería ser la masa y órbita de ese planeta que perturbaba los movimientos uranianos. Tomó un mapa estelar y señaló el lugar donde debería hallarse dicho planeta y se fue con sus cálculos al Observatorio Real de Greenwich, entregándole sus documentos al astrónomo Jorge Airy, explicándole dónde debería enfocar su telescopio para hallar al planeta. Sin embargo aquel astrónomo de Greenwich consideró a los trabajos de Adams como "cosa de chiquillos" y no le dió mayor importancia.

Un año después de todo esto en 1843, el astrónomo francés Leverrier se puso a trabajar también en el problema, aunque desconocía la labor realizada con antelación por Adams. Tras realizar los cálculos y

Plutón

Es el último y más alejado de los planetas conocidos. También fué descubierto en base a cálculos matemáticos acerca de las perturbaciones que hacía incidir sobre Neptuno. Su existencia había sido sospechada desde 1902 por Percival Lowell. Pero Lowell murió en 1916 sin confirmar su teoría aunque eso sí, dejando una ingente cantidad de dinero para la construcción

ese número tampoco es seguro. El mayor de ellos es también el mayor del Sistema Solar: se trata de Titán. Es tan grande que incluso supera en tamaño a Mercurio. Es el único satélite del que se conozca que tiene atmósfera constituida ésta por metano.

Es el tercer planeta en tamaño del Sistema y se encuentra al doble de distancia del Sol, que Saturno. Tarda en dar una vuelta al sol cada 84 años, pero su periodo de rotación es casi tan rápido como el de Saturno (10 horas y 45 minutos).

Se conocen pocos datos ciertos de él. Sabemos que posee al menos cinco satélites, alguno de los cuales -como sucede con Júpiter o Saturno-, puede tratarse de algún asteroide capturado.

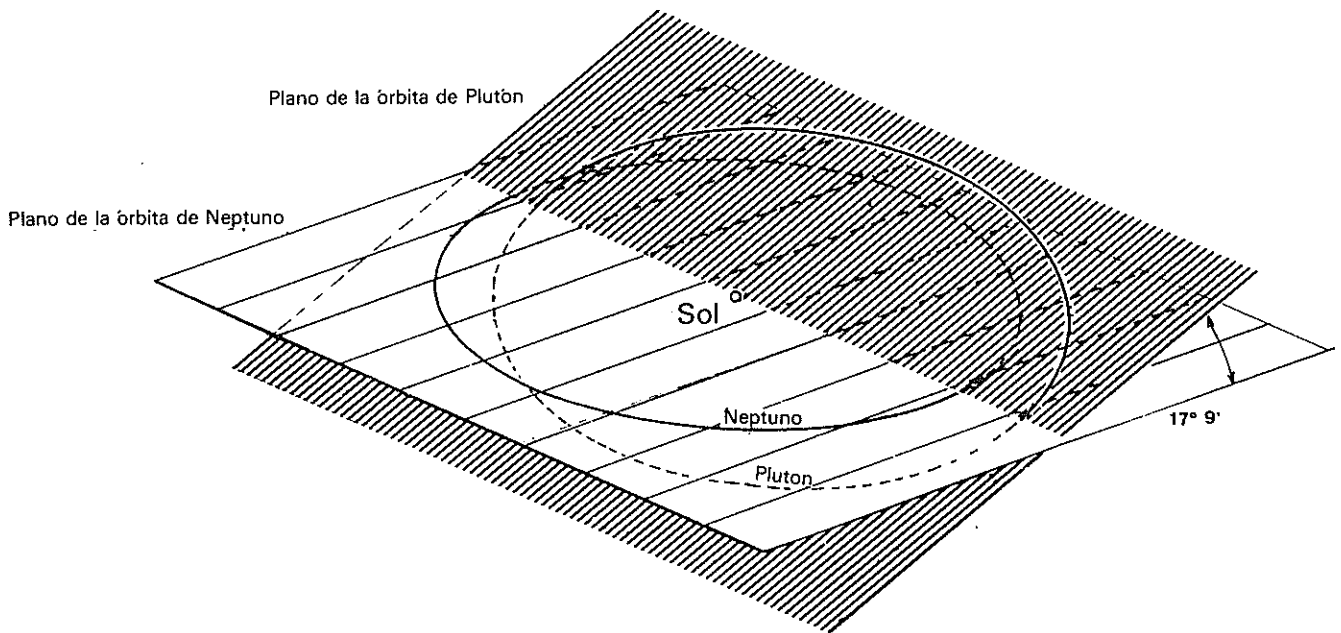
darlos a conocer, se comenzó la búsqueda del nuevo planeta y así, el 23 de septiembre de 1846, J.G. Halle observaba por primera vez con telescopio el planeta.

Comenzó entonces una inútil discusión nacionalista (franceses contra ingleses) por ver quién había sido el primero, aunque los dos descubridores no intervinieron en ella. El mismo Leverrier se sentía tan poco entusiasmado por la cuestión que durante toda su vida nunca se tomó la molestia de observar el planeta con telescopio. Luego Leverrier y Adams se conocerían personalmente y nacería entre ellos una gran amistad que duraría hasta el fin de sus días.

Hoy sabemos que Neptuno es un frío planeta que se encuentra 4.500 millones de Km. del Sol (casi el doble que Urano), en donde las temperaturas deben ser del orden de los 220°C. bajo cero. Es un planeta algo menor que Urano en tamaño que tarda 164,8 años en girar alrededor del Sol, y 15,7 horas en girar sobre sí mismo.

de un observatorio en Arizona, que permitiera darle la razón, hecho que se produjo en enero de 1930.

Plutón se encuentra a 4.500 millones de km. del Sol, es decir no muy alejado de Neptuno por término medio, pero sucede que la órbita de Plutón es tan extraña y excéntrica, que a veces incluso se acerca al



En esta ilustración se puede ver perfectamente lo inclinado que es la órbita de Plutón con referencia a la de Neptuno lo cual posee un plano de órbita muy poco inclinado respecto al de la Tierra. (Emplano de la órbita de Plutón en rayado). Otra característica es la excentricidad de la órbita plutoniana que, como puede apreciarse, incluso llega a rebasar a la el mismo Neptuno.

Sol más que el mismo Neptuno. Con este dato ya pueden darse idea de lo elíptica de la órbita plutoniana. Tarda en darle una vuelta completa al Sol 284,4 años y sobre sí mismo gira cada 6,4 días. Pero lo realmente sorprendente de este desconocido planeta es que al parecer, su densidad es... ¡60 veces la del agua!; se trata de una densidad tan alta que resulta difícil de creer, sin embargo hasta el presente

no ha podido ser demostrado lo contrario. Por su diámetro no es muy superior a Mercurio o a Titán, pero más pequeño que Marte. Hay quien cree que se trata de un satélite de Neptuno que se salió de su órbita.

Cualquier otra idea que quisiéramos dar sobre este planeta sería pura elocubración.

Otros planetas

Es probable que existan otros planetas en el Sistema Solar más allá de donde se encuentra Plutón, sin embargo si ello es así, creemos que sería muy difícil de demostrar. Por una parte para poder calcular si realmente existe algún otro cuerpo que perturbase los movimientos de Neptuno o Plutón, haría falta un método de comparación fotográfica como método a muy largo plazo. El número de fotografías estelares que habrían de ser examinadas, la gran cantidad de años y la paciente labor necesaria, a lo mejor no

tendría sus frutos, por lo que hoy en día son pocos los astrónomos abocados en la búsqueda de un nuevo planeta para nuestro Sistema Solar.

Por último queríamos indicar que datos completos sobre los planetas y sus satélites se han incluido en tablas aparte, de manera de facilitar cifras al lector que de haber sido incluidas todas en el texto, habrían hecho de este un aburrido libro de números.

Cuadro de las principales características astronómicas de los satélites conocidos de los planetas del sistema solar

Nombre	Período de revolución alrededor del planeta	Distancia máxima al planeta (miles km.)	Diámetro		Masa	Densi- dad	Descubrimiento
			En km.	En función del diámetro del planeta			
DE LA TIERRA							
LUNA	27d. 7h.	384,4	3.473	1/3,67	1/81,4	3,36	A. HALL, 1877
DE MARTE							
FOBOS	0d. 7h. 39m.	9,40	15(?)	1/450			
DEIMOS	1d. 6h. 18m.	23,50	8(?)	1/850			A. HALL, 1877
DE JUPITER							
I — Io	1d. 18h. 27m.	422	3.340	1/42,8	1/22.240	4,6	GALILEO, 1610
II — EUROPA	3d. 13h. 14m.	671	3.010	1/47,5	1/39.430	3,5	GALILEO, 1610
III — GANIMEDES	7d. 3h. 42m.	1.071	4.750	1/30	1/12.520	2,9	GALILEO, 1610
IV — CALIXTO	16d. 16h. 32m.	1.833	4.460	1/32	1/22.200	2	GALILEO, 1610
V — AMALTEA	0d. 11h. 57m.	181,5	190(?)	1/750			BARNARD, 1892
VI — MIMALIA	250d. 15h.	11.430	140	1/1000			PERRINE, 1904
VII — ELAVA	260d.	11.710	(?)	(?)			PERRINE, 1905
VIII — PASIPHAE	739d.	23.500	(?)	(?)			MELOTTE, 1908
IX — SINOPE	745d.	24.150	(?)	(?)			NICHOLSON, 1914
X — LYSITHEA	260d.	11.790	(?)	(?)			NICHOLSON, 1938
XI — CARME	692d.	22.600	(?)	(?)			NICHOLSON, 1938
XII — ANAKE	600d.	20.930	(?)	(?)			NICHOLSON, 1951
XIII — LEDA			7,5	1/19.000			KOWALL, 1974
XIV — ?	(?)	(?)	(?)	(?)			KOWALL, 1975
DE SATURNO							
I — MIMAS	0d. 22h. 37m.	185,6	600(?)	1/200	1/16.340.000	0,4	W. HERSCHEL, 1789
II — ENCELADO	1d. 8h. 53m.	238,3	600(?)	1/200	1/4.000.000	1,4	W. HERSCHEL, 1789
III — TETIS	1d. 21h. 18m.	295,1	1.200(?)	1/100	1/921.500	0,8	CASSIN, 1684
IV — DIONE	2d. 17h. 41m.	377,4	1.200(?)	1/100	1/536.000	1,3	CASSINI, 1672
V — RHEA	4d. 12h. 25m.	527,4	1.400(?)	1/86	1/250.000	1,8	CASSINI, 1672
VI — TITAN	15d. 22h. 41m.	1.223	4.900(?)	1/24,7	1/4.700	2,2	HUYGMENS, 1655
VII — HIPERION	21d. 6h. 38m.	1.481	500(?)	1/240			BOND, 1848
VIII — JAPETO	79d. 7h. 55m.	3.563	1.800(?)	1/67			CASSINI, 1671
IX — FOEBE	550d. 11h.	12.951	200(?)	1/600			W. PICKERING, 1898
X — TEMIS	20d. 20h.	1.462	(?)	(?)			W. PICKERING, 1900
XI — JANO	0d. 19h. 12m.	155	300(?)	1/400			A. DOLLFUS, 1966
DE URANO							
I — ARIEL	2d. 12h. 29m.	191,9	900(?)	1/52			LASELL, 1851
II — UMBRIEL	4d. 3h. 28m.	267,2	700(?)	1/67			LASELL, 1851
III — TITANIA	8d. 16h. 56m.	438,7	1.700(?)	1/28			W. HERSCHELL, 1787
IV — OBERON	13d. 11h. 7m.	586,5	1.600(?)	1/29			W. HERSCHELL, 1787
V — MIRANDA	1d. 9h. 56m.	133	200(?)	1/236			KUIPER, 1948
DE NEPTUNO							
I — TRITON	5d. 21h. 2m.	353,6	5.000(?)	1/9			LASELL, 1846
II — NEREIDA	359d. 21h. 7m.	5.565	300(?)	1/150			KOIPER, 1949

CAPITULO V

Los cometas

El espectáculo de los cometas ha sido siempre uno de los que más ha maravillado -y también asustado, todo hay que decirlo- a los hombres desde tiempos muy remotos.

Uno de los cometas más famosos y visibles que se encuentran en órbita solar, es el conocido cometa Halley. Así, por ejemplo, este cometa había aparecido desde tiempos muy remotos sobre el cielo de la Tierra cada 76 años, pero el hecho de que no fuera el único, jamás pudo hacer pensar que estos astros tuvieran alguna regularidad en sus apariciones. Por ejemplo en 1531, 1607 y 1882, había habido un cometa muy brillante que había aparecido en Inglaterra, coincidiendo con épocas de luchas religiosas o epidemias, por lo que se le consideraba como portador de tales males. Sin embargo fue en la última de las fechas mencionadas cuando un joven inglés de 26 años, Edmund Halley, desprovisto de

Los cometas hoy

La verdad es que se conocen cientos de cometas. La mayor parte de ellos tienen una órbita extremadamente elíptica alrededor del Sol, los menos han sido vistos alguna vez...y nunca más. Hoy en día se sabe que existen muchos cometas que se encuentran atrapados en el campo de gravedad solar, mientras que otros sólo han pasado ocasionalmente ante nuestra vista.

Existen algunos cometas que se ven cada 3,3 años. Otros, por el contrario, cada 150, por ello podemos considerar al Halley como un término medio entre estos valores. La verdad es que la mayoría de los cometas no son claramente visibles como tales (incluyendo su cola), sino es con unos instrumentos apropiados de observación, y eso a pesar de que en el firmamento es más que factible que en cualquier noche se encuentren un promedio de seis.

Todos sabemos que un cometa está constituido por una cabeza y una cola, aunque hay que advertir que esa forma varía de acuerdo a la proximidad a que se encuentre del Sol. Cuando se aproximan a esta estrella, la cabeza aumenta de tamaño y brillantez y la cola se nota con mucha más claridad, con la particularidad que ésta siempre se encuentra apuntando al lado opuesto al Sol. Veamos el porqué.

toda superstición, ya era considerado uno de los más importantes sabios del Reino y se quedó maravillado por el espectáculo.

Este muchacho había estudiado matemáticas y Astronomía en Oxford y realizó uno de los primeros y más completos mapas estelares del hemisferio Sur. Tras la observación del fenómeno este joven empezó a meditar y llegó a la conclusión de que el cometa que se había visto en años anteriores (coincidiendo con los periodos de 76 años) era el mismo. Hizo algunos cálculos sobre su trayectoria y velocidad y comprobó su teoría inicial. Predijo su nueva aparición para 1758 y entregó sus conclusiones a la famosa Royal Society de Londres. Halley moriría 16 años antes de confirmarse sus predicciones que se cumplirían en la Nochebuena de aquel año de 1758. La última vez que se vió este cometa fue en 1910, y la próxima, lógicamente, en 1986.

Un cometa está constituido por partículas de polvo y algo de una masa sólida y, curiosamente, con una gran carga de moléculas orgánicas en su composición química. El núcleo del cometa está constituido por una masa de gases congelados por acción del frío, entonces, al aproximarse al Sol, el calor produce la disolución de esos gases y es cuando se forma la cola o cabellera del cometa. Luego el viento solar (brisa constante de partículas cargadas, principalmente por protones de hidrógeno y expelidas por el Sol), mantienen a esta cola en dirección opuesta al astro rey, como si se tratase de la cola de una veleta.

Aunque algunos cometas llegan a alcanzar un gran grado de espectacularidad hemos de decir que ello sólo sucede en cercanías del Sol por el fenómeno antes descrito. Es muy probable que si hubiesen habitantes en Júpiter, éstos nunca tendrían la oportunidad de ver a un cometa como espectáculo, tal y como hemos llegado a observarlo desde la Tierra.

Gracias a los cálculos efectuados, se ha llegado a la conclusión de que en realidad la masa que forma a los cometas es muy pequeña, a pesar que en las proximidades del Sol lleguen a alcanzar longitudes próximas a las 150.000 Km.

CAPITULO VI

Los meteoros y su parentela

Si un cometa es un espectáculo emocionante, no menos apasionante resulta encontrarse en alta mar o en el campo, lejos de toda fuente de luz terrena, de contaminación atmosférica, durante una noche estrellada. Es un espectáculo realmente maravilloso el que se ve en esas condiciones: la caída fugaz de meteoros que en cualquier momento atraviesan la atmósfera terrestre.

El fenómeno de las estrellas fugaces se produce al quemarse un meteoro por efecto del roce con el aire al entrar a gigantescas velocidades en la atmósfera terrestre. La verdad es que cada día atraviesan —o intentan atravesar— la atmósfera terrestre millones de estos cuerpos cuyo peso va desde unos cuantos gramos a miles de toneladas, a la meteórica —nunca mejor dicho— velocidad de 70 km/seg, por término medio. Afortunadamente para nosotros, casi todos ellos se desintegran al llegar a los 40 kilómetros de altura sobre el nivel del mar. La estela que es visible para nosotros se produce debido a la ionización y vaporización de materia que deja un meteoro al irse desintegrando por los aires.

Una cosa que es interesante señalar, es que los meteoros no suelen viajar solos por el espacio, sino en enjambres, de allí que en determinadas épocas del año, cuando la órbita de la Tierra y su paso coincide con la órbita de alguno de estos ejampres alrededor del Sol se produzca el famoso fenómeno de la lluvia de estrellas por todos conocidos. Como ya dijimos en el capítulo anterior, estas lluvias de estrellas también pueden estar relacionadas con la proximidad de algún cometa.

Pero a pesar de todo, muchos son los meteoritos que llegan hasta la superficie de la Tierra, aunque de la mayor parte de ellos no tengamos nunca conocimiento, bien porque caigan en el mar (aproximadamente el 72% de la superficie del globo está cubierta por las aguas) o bien por caer en lugares inexplorados o pocos frecuentados por el hombre. Aún así, sólo unos pocos de esos meteoritos producen un cráter considerable.

De los varios que han podido ser estudiados hasta el presente, se ha llegado a la conclusión que los hay de dos tipos fundamentales: los de ferroníquel y los pétreos. La mayoría pertenecen a los de la segunda variedad, sin embargo ese número se reduce cuando se trata de meteoritos hallados por métodos geológicos y no simplemente tras la observación de la caída. Ello es debido a que los de ferroníquel por su constitución metálica se conservan mejor, mientras que los pétreos sólo son localizables si se ve su caída. En algunos de estos meteoritos han sido encontrados restos de materia orgánica. La naturaleza de ella será repasada con detenimiento en el capítulo referente a la vida en el Universo.

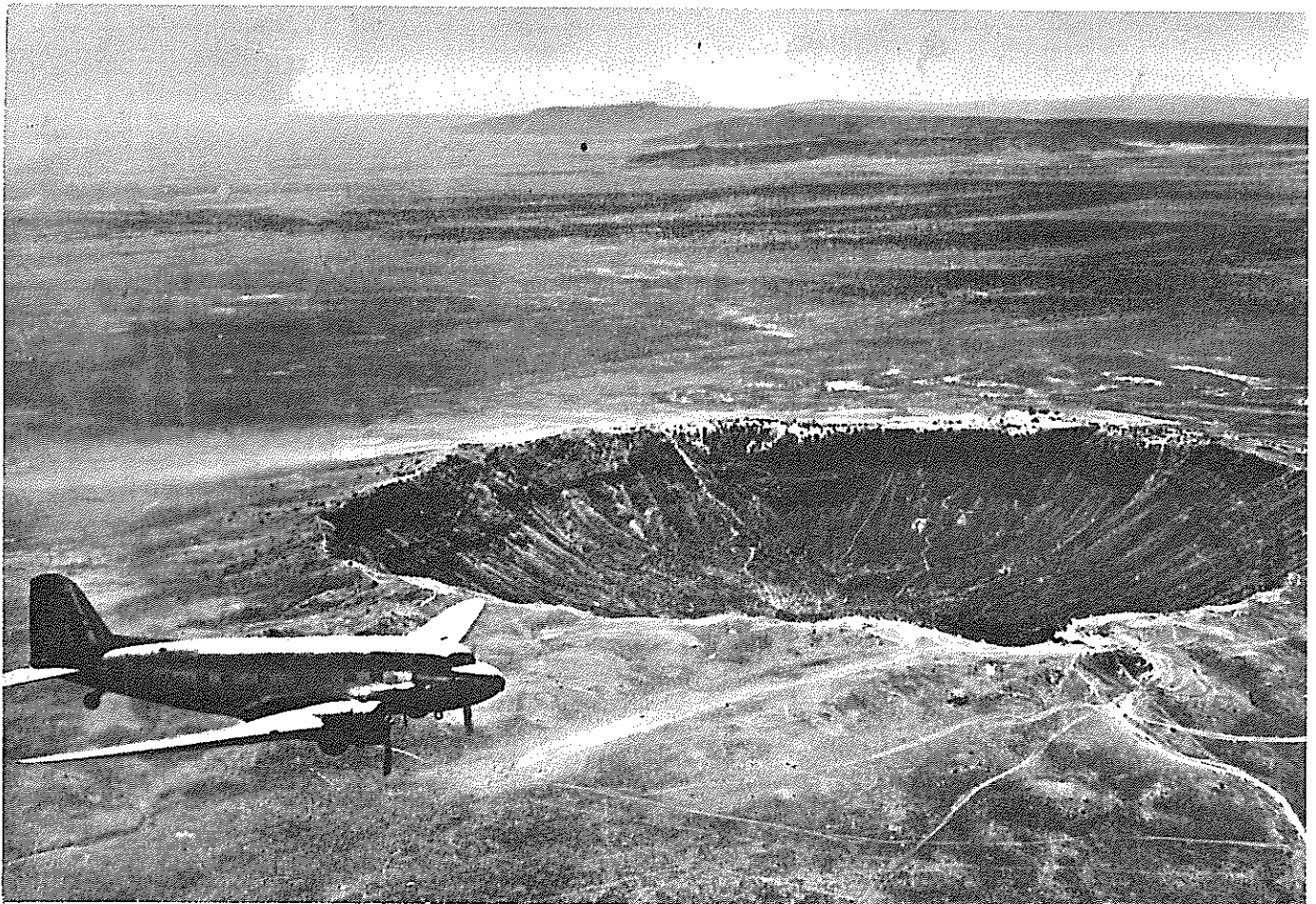
Como ya habíamos apuntado, pocos son los cráteres de meteoritos que se conocen. Probablemente de no ser por la cambiante faz de la superficie terrestre debido a los procesos geológicos y climáticos, se conservarían algunos más. El más grande los conocidos se encuentra en África del Sur y tiene 64 km de diámetro. Es probable que haya sido provocado por la caída no ya de un meteorito sino de todo un señor asteroide, sobretodo si tenemos en cuenta la cantidad de materia del mismo que tuvo que desintegrarse antes de chocar con la superficie terrestre.

Los cráteres formados por los meteoritos son generalmente de forma circular. Uno de estos cráteres más representativos es el cráter Barringer, en Arizona, de 1350 metros de diámetro. En Canadá también se encuentran un buen número de cráteres de este estilo. Añadamos también que en las cabezas de cualquiera de nosotros habrán caído cientos de micrometeoritos, que son pequeñas partículas que en vez de desintegrarse, se ven frenadas por la atmósfera. También están constituidas por hierro y níquel y, desde luego, no representan ningún peligro para los seres humanos.

Peligro para los viajes espaciales

Si bien los micrometeoritos no representan ningún peligro para nuestras cabezas, no se puede decir lo mismo de una nave espacial que se topara con un enjambre de ellos. La verdad es que todo esta cuestión ha sido muy dramatizada y exagerada por algunos novelistas de ciencia ficción con poca base científica. La verdad es que la densidad de meteoritos que puedan causar un grave riesgo a una nave espacial es muy pequeña. Es más, se ha calculado que un meteorito del tamaño de una pelota de **ping pong** sólo causaría daños apreciables en según qué parte de la nave chocara. En todo caso debemos apuntarnos a la experiencia y ver que a pesar de las docenas de viajes espaciales, muchos de ellos de larga duración, hasta el presente nunca han sido causa de accidente mortal alguno...a menos que los soviéticos —que siempre mantienen en secreto sus operaciones—, digan lo contrario.

Cráter formado por un meteorito en Arizona.





Acúmulo estelar.

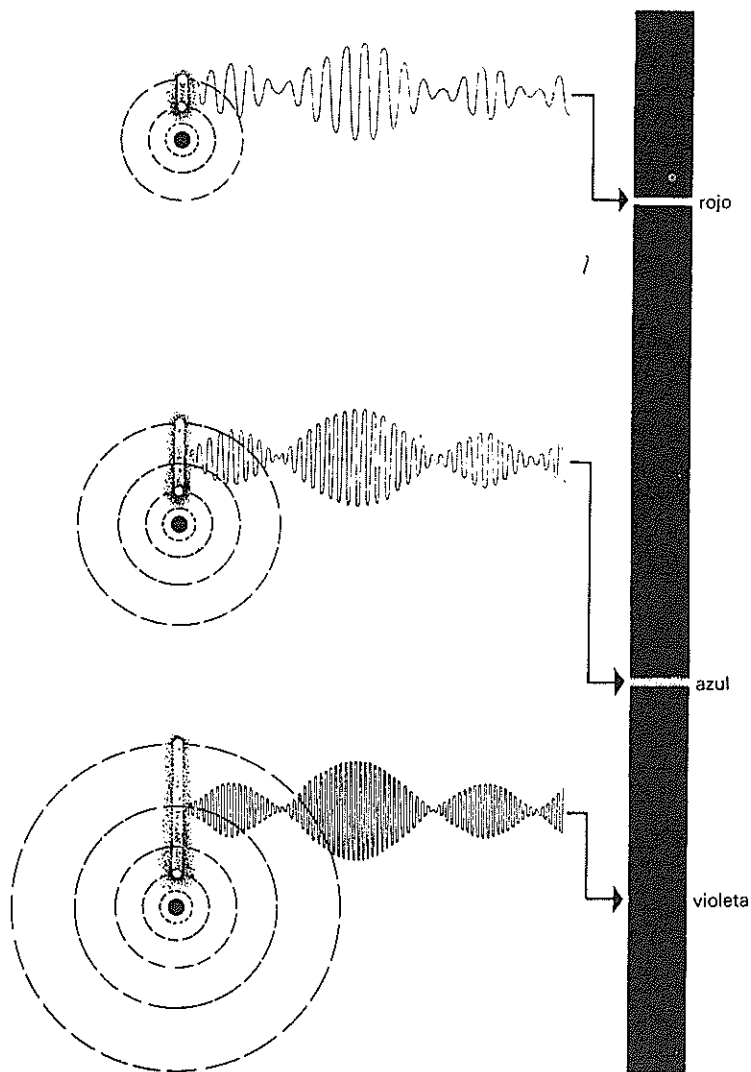
CAPITULO VII

Las estrellas

Ha sido tal el progreso que en los últimos años se ha realizado en el conocimiento de la naturaleza de las estrellas, que la verdad, se necesitaría casi una enciclopedia para resumirlos. Otra dificultad que presenta el hablar de este tema en un espacio tan reducido, es la de que aunque queramos hacerlo con sencillez,

existen algunos puntos muy difíciles de aclarar si no es a base de disponer de mucho espacio cosa que, lamentablemente, no tenemos. Sin embargo, como al final del libro damos una amplia bibliografía para aquellos lectores que quieran ampliar conocimientos, nos restringiremos en este capítulo a dar tan sólo

Como se puede ver en esta ilustración, las ondas emitidas por un átomo dependen de su naturaleza (número de electrones, capas atómicas ocupadas, etcétera). De acuerdo a esas propiedades se obtienen unos diferentes colores. Si tenemos en cuenta que cada elemento químico tiene unas propiedades atómicas específicas, es fácil entender el que cada elemento químico emita una luz de distinta naturaleza.



algunos conocimientos y explicaciones sobre términos que últimamente se están dando a conocer en los medios de información.

Como es lógico suponer, no están en el cielo todas las estrellas que existen, ni mucho menos. Aún en la más clara de las noches y con las mejores condiciones, podemos asegurar que las estrellas visibles incluso con un potente telescopio, constituyen tan sólo una parte infinitesimal de todas las que existen. Tanto, que decir que existen centenares de millones, es quedarse corto.

Uno de los intereses que siempre tuvieron los astrónomos de épocas pasadas, fué el de hacer cada día, más y más perfectos mapas del cielo, codificando cada uno de ellas. Uno de esos hombres era Tycho Brahe, danés, nacido en 1546. Cuando nació, su familia no tenía planes definidos respecto a él. Como era de noble linaje le indujeron por la carrera de las armas, pero él prefirió la carrera de intelectual.

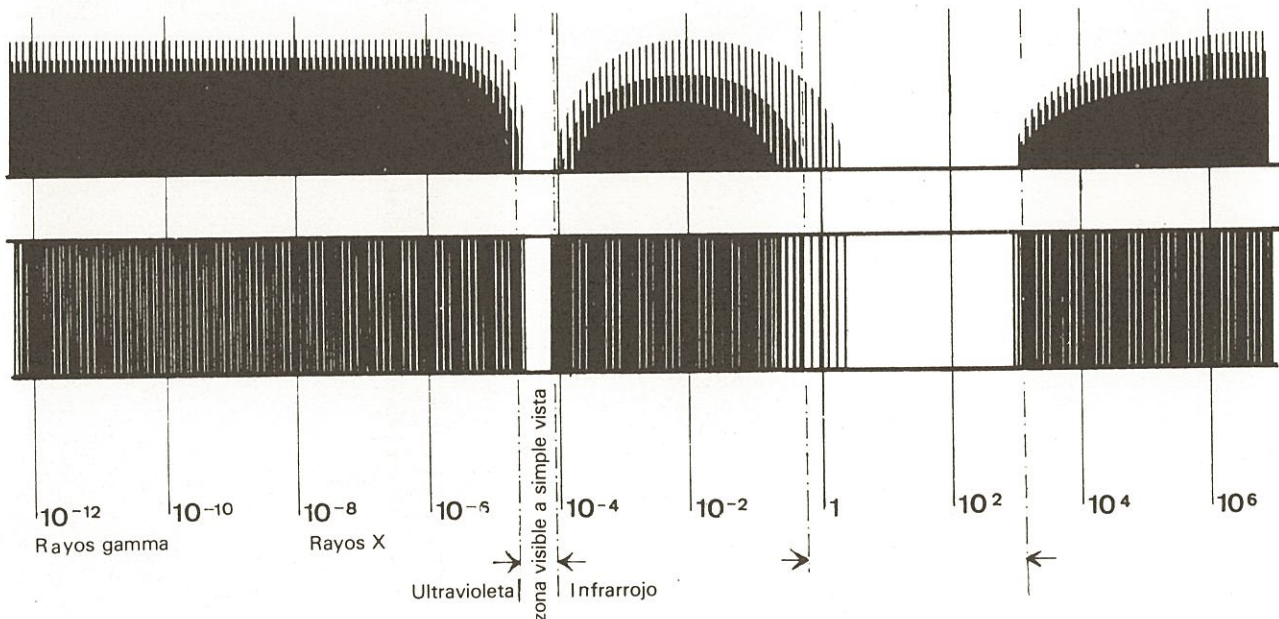
Pero hubo un hecho en su vida que influyó poderosamente en tal decisión, y fue el que a sus catorce años, tuvo la oportunidad de ver un eclipse de Sol. Como estudiar las estrellas no era normal para un hijo de familia noble, Brahe mantuvo su pasión en secreto, compraba libros sobre el tema con el dinero que le daban para sus gastos, y por si fuera poco, se quedaba hasta altas horas de la noche para admirar al cielo que tanto amaba. Por si fuera poco y acabar de irritar a su familia se casó con una pueblerina, y en un combate a duelo, le cortaron la nariz, por lo que

tuvo que usar una de oro al resto de su vida.

Brahe fue de los que se dicen "profetas en su tierra", ya que su rey, en vista de la fama que estaba alcanzando su súbdito, decidió regalarle la isla de Hveen y una cuantiosa suma de dinero para que edificara allí un observatorio. Durante veinte años y con la colaboración de alumnos tan destacados como Kepler desarrolló una intensa labor para el reconocimiento de todas las estrellas visibles desde la Tierra.

Sin embargo, y a pesar de la gran labor hecha por hombres como Brahe, fue en los últimos años cuando con la introducción de el análisis espectrográfico y la radioastronomía, se han alcanzado grandes hitos en el conocimiento de las estrellas.

Vale la pena el que expliquemos un poco en qué consisten estos métodos. Por una parte, el análisis espectrográfico se basa en un principio muy sencillo. Estoy seguro que todos los lectores habrán visto alguna vez el fenómeno el arco iris. Como es sabido ese fenómeno se fundamenta en el principio del prisma, es decir, que cuando un rayo de luz atraviesa un prisma óptico, de luz se descompone. Pues bien, cuando la luz es emitida por un elemento químico, se descompone siempre de una forma característica exclusivamente a él. Esto es lo que permite el que al colocar un espectroscopio —versión perfeccionada y completada de un sencillo prisma— para que reciba la luz proveniente de algún astro, podamos conocer su composición química.



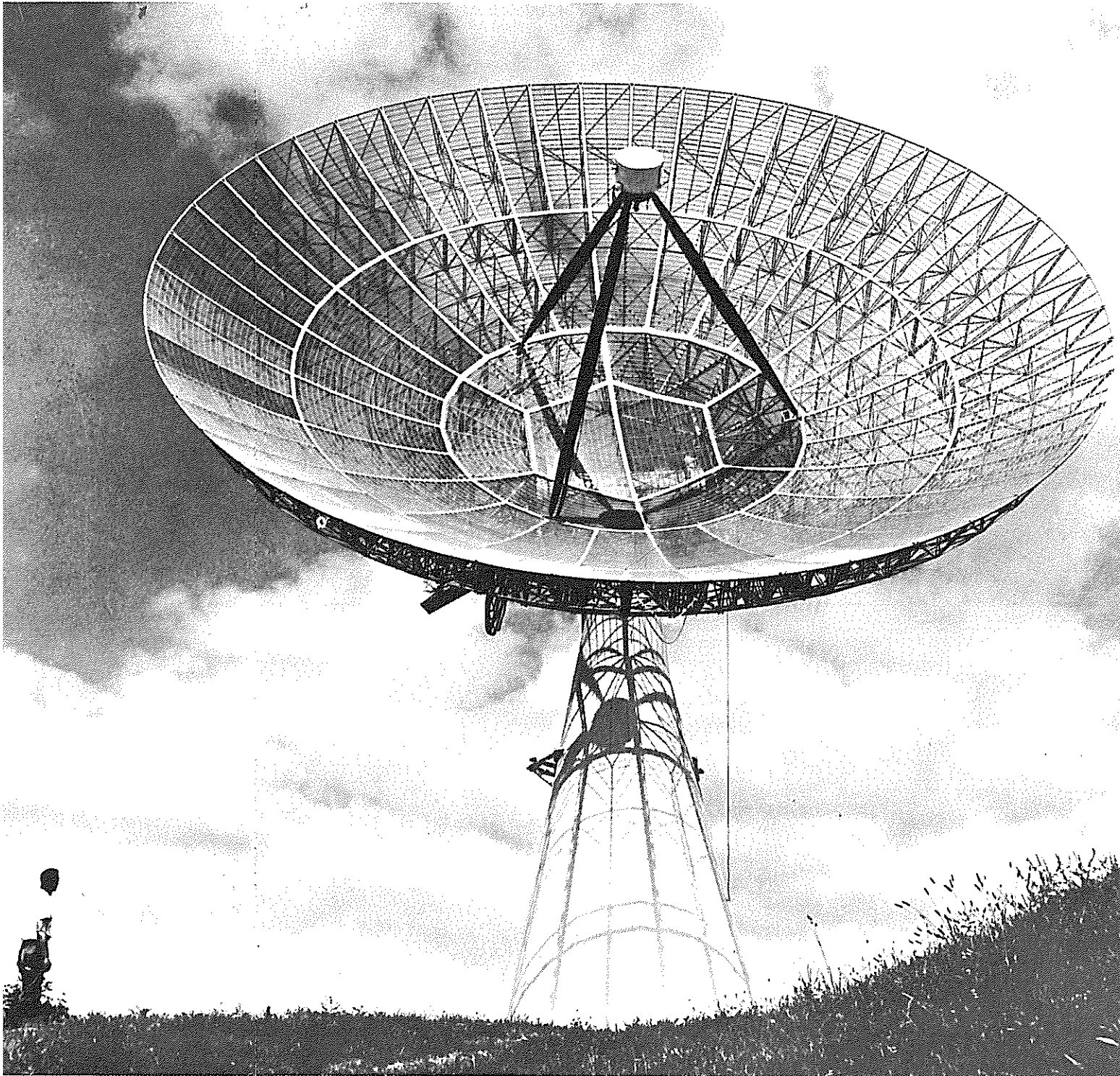
Los colores depende de la diferente longitud de onda de la luz que recibamos. Como se puede ver en esta gráfica, el margen de longitudes de onda que puede captar un ojo humano es muy restringido y se encuentra entre el ultravioleta e infrarrojo.

Radioastronomía

Otro método que ha tenido un gran auge en el presente siglo es el de la utilización de los radiotelescopios. Ya desde hace muchos años, los astrónomos sabían que a pesar de que la técnica de pulimentación y fabricación de cristales mejorar mucho, se llegaría a un límite en el cual no se podría ver más allá por medio de telescopios ópticos.

Afortunadamente hoy en día esa barrera ha sido rota por la Radioastronomía.

Aunque estamos seguros que muchos de ustedes ya habrán visto radiotelescopios en algunos u otra ilustración, recordemos que suelen tener forma de radar típico, o de una serie de antenas dirigidas hacia el



espacio. La idea de su utilización vino a raíz de comprobar que si el Sol producía emisiones de radio; las demás estrellas harían otro tanto (ver el capítulo referente al Sol).

Hoy los radiotelescopios tienden a ser lo más grande posible, para poder captar el mayor número de emisiones de radio y resolver mejor entre las diferentes longitudes de ondas de radio que recibe (ver de nuevo el último de los gráficos). El mayor radiotelescopio del mundo se encuentra en Puerto Rico, y tiene 330 metros de diámetro, pero tiene el inconveniente de que está fijo sobre el suelo. De los móviles el mayor es el de Jodrell Bank, en Inglaterra, con cien metros de diámetros.

Gracias a estos instrumentos, lo que se hace es medir la intensidad de las ondas de radio que llegan desde cualquier lugar del Universo. Mientras mejor sea el instrumento, más y mejores señales recibirá. A veces reciben señales tan lejanas que a pesar de que la luz viaja a 300.000 km/seg aproximadamente (y que es la misma velocidad a la que viajan estas ondas electromagnéticas que son las que registran los radiotelescopios), a veces se registra el nacimiento de una estrella que quizás en ese momento real ya está en decadencia dada la gran distancia que tuvo que recorrer la "noticia". Por último diremos que los radiotelescopios como es natural también se emplean en el estudio del Sol así como de los planetas del Sistema Solar.

Conocidos los métodos de estudio, pasemos ahora a ver algunas de las características de las estrellas.

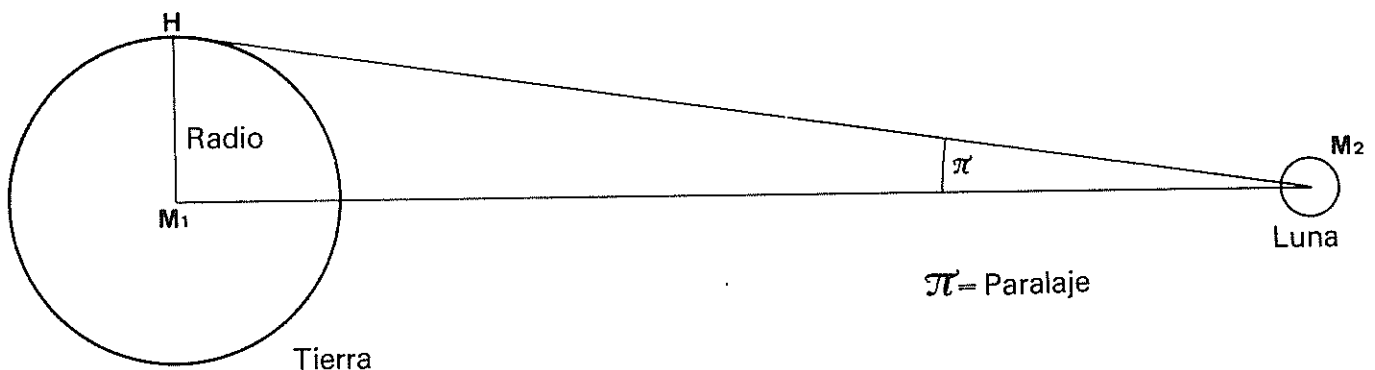
En el Universo hay todo tipo de estrellas. Algunas apenas si sobrepasan el tamaño de nuestro planeta. Otras son 100 veces más grandes que nuestro Sol. Unas son bastantes frías, con apenas 2.500 °C. en su superficie; otras superan los 50.000 grados de temperatura.

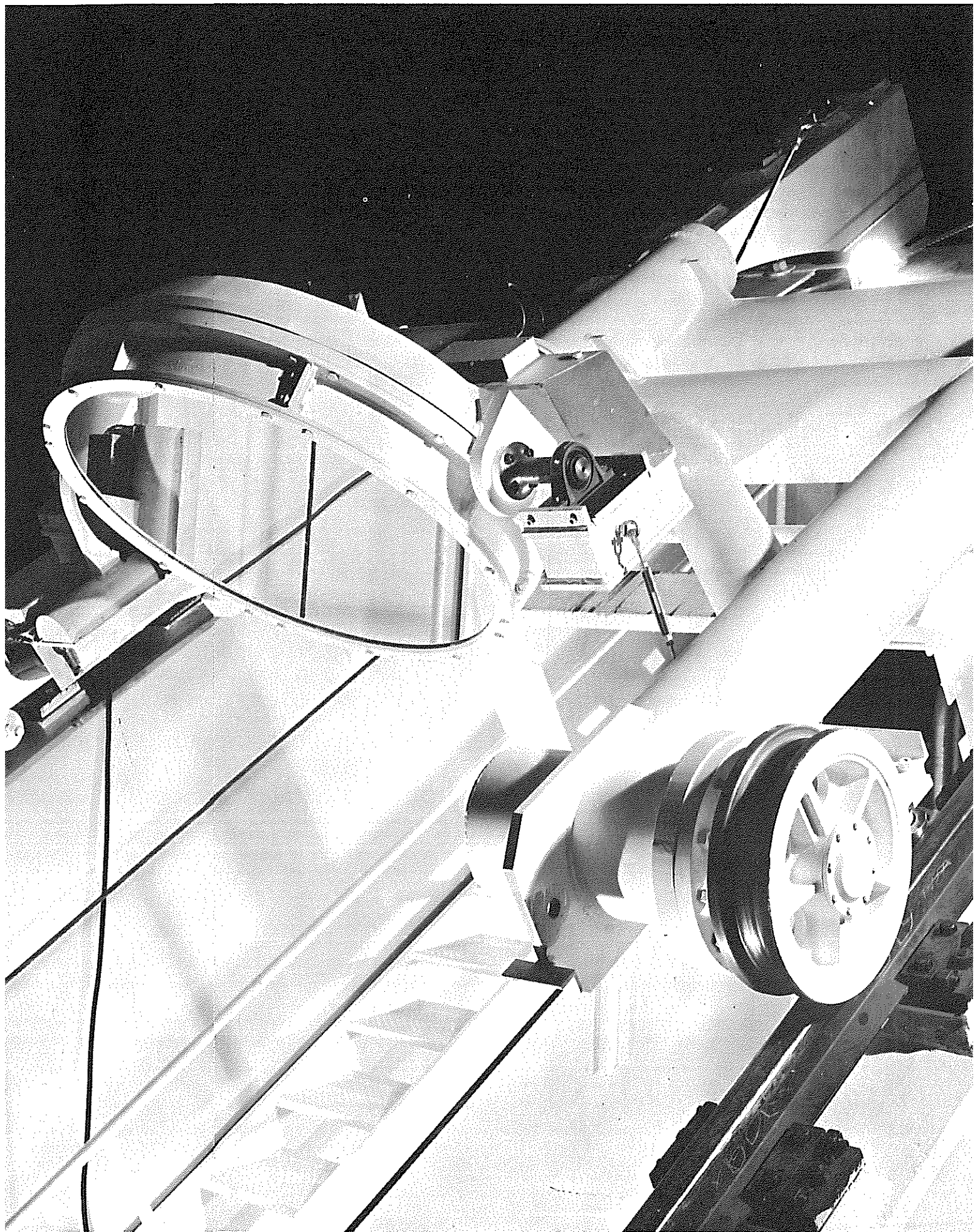
Sin duda muchos se habrán preguntado que cómo es posible conocer la distancia a la que se encuentre una estrella. Ello es posible gracias a cálculos no muy complicados. Para ello lo que se hace es lo mismo que utilizan muchos topógrafos para conocer alturas de montañas o edificios: se observa el punto del cual queremos conocer su distancia desde dos posiciones distintas. Anotamos en ángulo que forman desde esas posiciones y la distancia entre los dos puntos de referencia, y luego, gracias a unas relaciones matemáticas preestablecidas, es posible conocer la distancia. Como las estrellas están muy lejos, la medición del ángulo que forman respecto a un observador en la Tierra no se hace desde dos puntos diferentes de nuestra geografía, sino del mismo... porque para hacer la segunda medición se espera que hayan pasado seis meses, es decir, que la Tierra se haya movido en el Espacio a un extremo opuesto de manera de obtener un ángulo más claro y tener así mejores resultados.

Como las estrellas se encuentran a enormes distancias, éstas son medidas en años/luz, es decir, en la distancia que tarda en recorrer la luz a lo largo de un año. Otra unidad que también se emplea bastante es el **parsec**, y que equivale a 3,26 años luz.

Imágen del gigantesco radiotelescopio de Charles Countg, Maryland, USA.

Aquí se puede ver perfectamente cómo se realiza el método de paralaje o medición de distancias en el Espacio. En este caso concreto se ha utilizado como ejemplo la medición de la distancia entre la Tierra y la Luna.





Clasificación de las estrellas

Hay muchas maneras de clasificar a las estrellas. Una de esas maneras es en base a la intensidad de luz con que son vistas desde la Tierra. Desde tiempos de Ptolomeo, las estrellas visibles se clasificaban en orden a su intensidad de luz en seis magnitudes: la magnitud 1 comprendía a las más brillantes y así sucesivamente. Con la introducción del telescopio esas magnitudes se han ampliado hasta el orden del número 20 ó 21. Pero esta clasificación es más de índole práctica que basada en características físicas, ya que una estrella puede estar clasificada en magnitud 20, y ser una de las más brillantes del Universo; lo único que ocurre es que se encuentra muy alejada de nuestro Sistema Solar.

También se ha hecho una clasificación de estrellas en base a sus características físicas. Dicha clasificación es como sigue:

- Tipo O.** Color azul. 50.000 °C de temperatura. Silicio, helio, oxígeno y nitrógeno en su composición.
- Tipo B.** Blanquiazules. 16.000 °C. Helio, oxígeno y silicio.
- Tipo A.** Blancas. 9.000 °C. Hidrógeno, magnesio y otros metales.
- Tipo F.** Amarillo claro. 7.000 °C. Cromo, hierro, calcio e Hidrógeno.
- Tipo G.** Amarillo. 5.500 °C. Calcio e Hidrógeno (ejemplo: nuestro Sol).
- Tipo K.** Anaranjado rojizo. 4.500 °C. Calcio y poco Hidrógeno.
- Tipo M.** Rojo. 3.000 °C. Oxido de Titanio.

Estos datos son obtenidos gracias a espectroscopios y radiotelescopios.

CAPITULO VIII

Familias estelares

Son muchos los conceptos relativos a dos o más estrellas que se conocen hoy en día y que incluso son

publicados con relativa frecuencia en la prensa. Veamos algunos de estos conceptos.

Estrellas dobles

Se conocen casos de estrellas que van por parejas y en que una gira en torno a otra, como si fuera un planeta. La distancia que media entre ambas puede ser muy variable, así como la forma de la órbita y el tiempo que tarda ésta en recorrerla. Se conocen cerca de 50.000 de estos casos visibles al telescopio. Es lo que llaman **binarias visibles**.

El estudio espectroscópico de estos astros resulta muy interesante, ya que a veces se pueden detectar en ellas variaciones únicas en sistemas estelares. También resulta muy interesante observar los fenómenos que ocurren cuando una de estas estrellas "eclipsa" a la otra ante la vista del telescopio. Es lo que se llama **binarias eclipsantes**.

Cúmulos

Otro concepto utilizado muy frecuentemente en Astronomía es el de cúmulo. Se trata de una región del espacio especialmente densa de estrellas atraídas mutuamente por la fuerza de la gravedad. Son especialmente visibles en la Vía Láctea, cuyo significado

explicaremos más adelante. También existen casos de cúmulos globulares, mucho más denso y compactos que los anteriores y que no están relacionados con la Vía Láctea.

Estrellas variables

Aunque hoy en día se sabe que la inmensa mayoría de las estrellas tienen una evolución que sólo es posible cifrar en miles de millones de años, ello no ocurre con todas. Veamos algunos de los ejemplos más significativos.

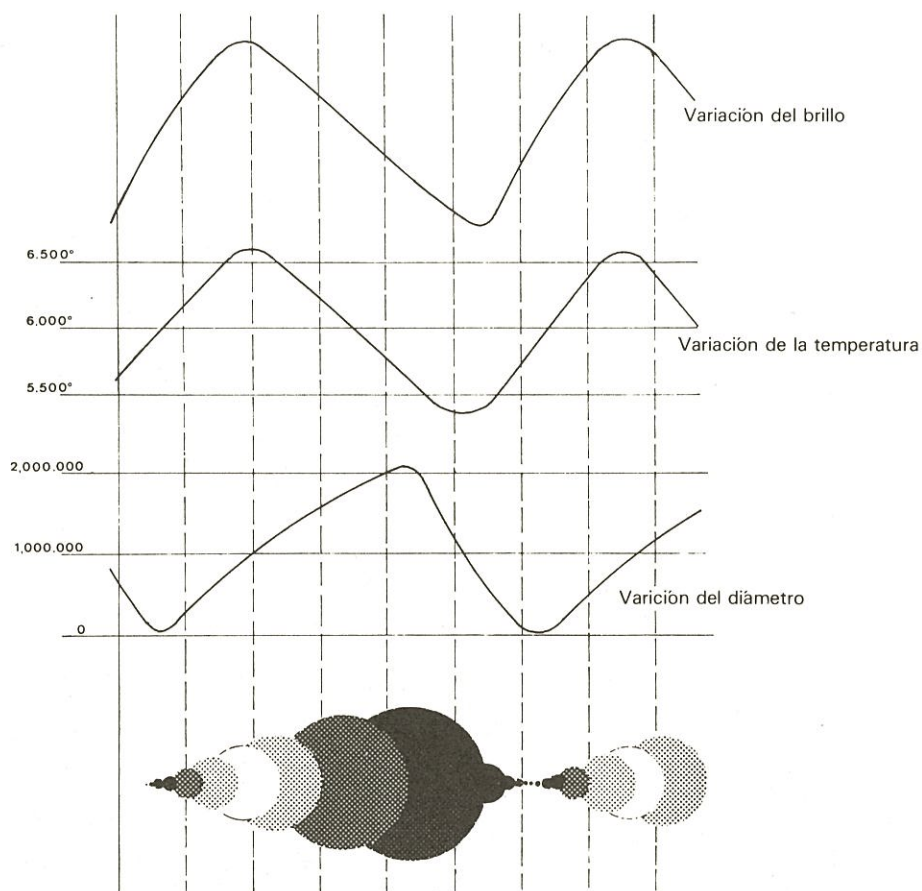
Existen las llamadas cefeidas que se caracterizan por variar la luz que emiten y las características de éstas de manera pulsátil (por lo que son conocidas también por el nombre de **pulsars**). Esas variaciones incluso pueden llegar a registrarse varias veces a la largo de un día, y se debe a un cambio en la superficie total y temperatura de ésta en el astro.

Otro concepto vertido habitualmente en la prensa es el de **nova**. Se trata de la aparición repentina en el cielo de una nueva estrella. Dicho fenómeno es poco

frecuente y es debido a una fuerte explosión de uno de estos astros que hace crecer su magnitud como tal. Sin embargo se desconoce el porqué de esta explosión. A veces la explosión llega a alcanzar tales magnitudes que entonces recibe el nombre de **supernova**. Un ejemplo de supernova, aunque no reciente (ya que no ha podido ser detectada ninguna en los últimos siglos), es la que hoy llamamos la nebulosa del cangrejo (ver ilustración fuera del texto). Toda esta nebulosa fue el resultado de un gigantesco estallido que los chinos registraron en el año 1054 como una nueva estrella en el firmamento. Se trata de un acúmulo de material estelar en expansión, y es uno de los puntos favoritos de los radioastrónomos para enfocar sus radiotelescopios, ya que son una importante fuente de emisión de ondas de radio.

Moderno tipo de observatorio de características muy particulares para la observación del Sol y otras estrellas.





Aquí se puede apreciar perfectamente cómo varían en cuestión incluso de horas las características de una cefeida o púlsar. En la línea superior están marcadas las variaciones del brillo. En la siguiente la variación de temperatura y más abajo a la diámetro y consecuentemente superficie del astro. Abajo del todo se puede apreciar cómo los púlsars van cambiando de coloración y tamaño.

Via Láctea

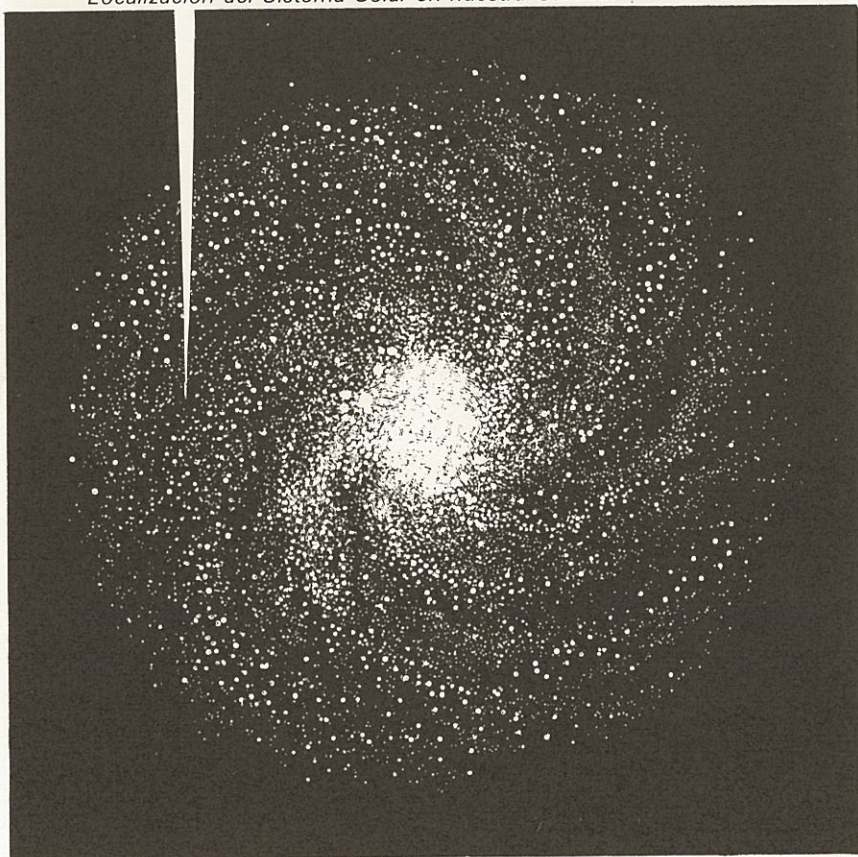
Nuestro Sol, no es más que una entre las millones de estrellas que constituyen parte de una familia estelar: nuestra galaxia conocida con el nombre de Vía Láctea, debido a la impresión que produce ver una gran cantidad de estrellas acumuladas en una región o franja del espacio. Hoy en día sabemos que pertenecemos a este sistema estelar constituido por millones de estrellas (y muchas de esas estrellas formando a su vez sistemas solares). Nuestra galaxia tiene el respetable diámetro de 100.000 años luz, y nuestro sis-

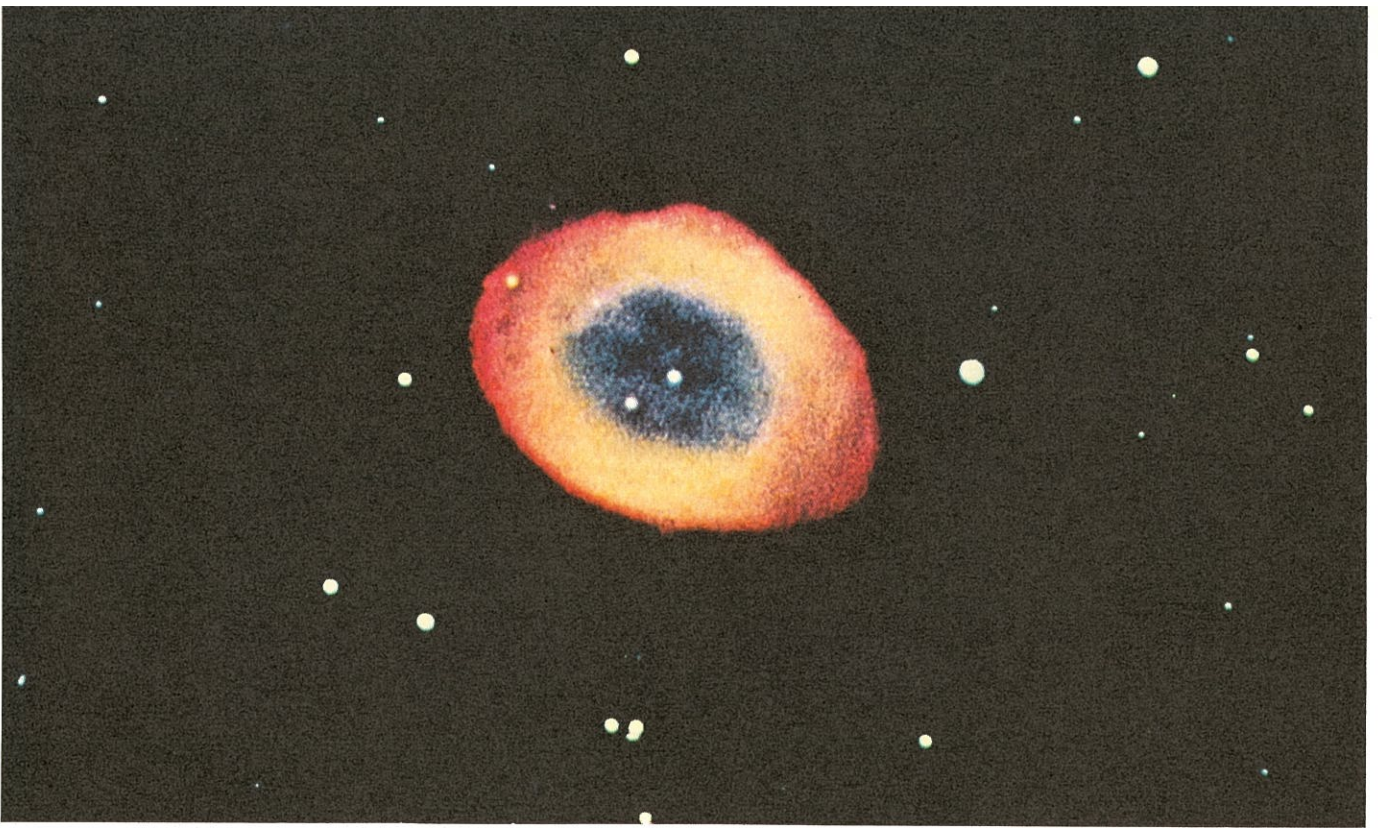
tema solar se encuentra bastante alejado del núcleo de esta galaxia.

Para redondear algo más estos detalles, diremos que nuestro sistema planetario también se mueve por el espacio alrededor del núcleo de nuestra galaxia a una velocidad de 300 km/seg. aproximadamente y que para dar una vuelta completa a la misma hacen falta unos 200 millones de años.



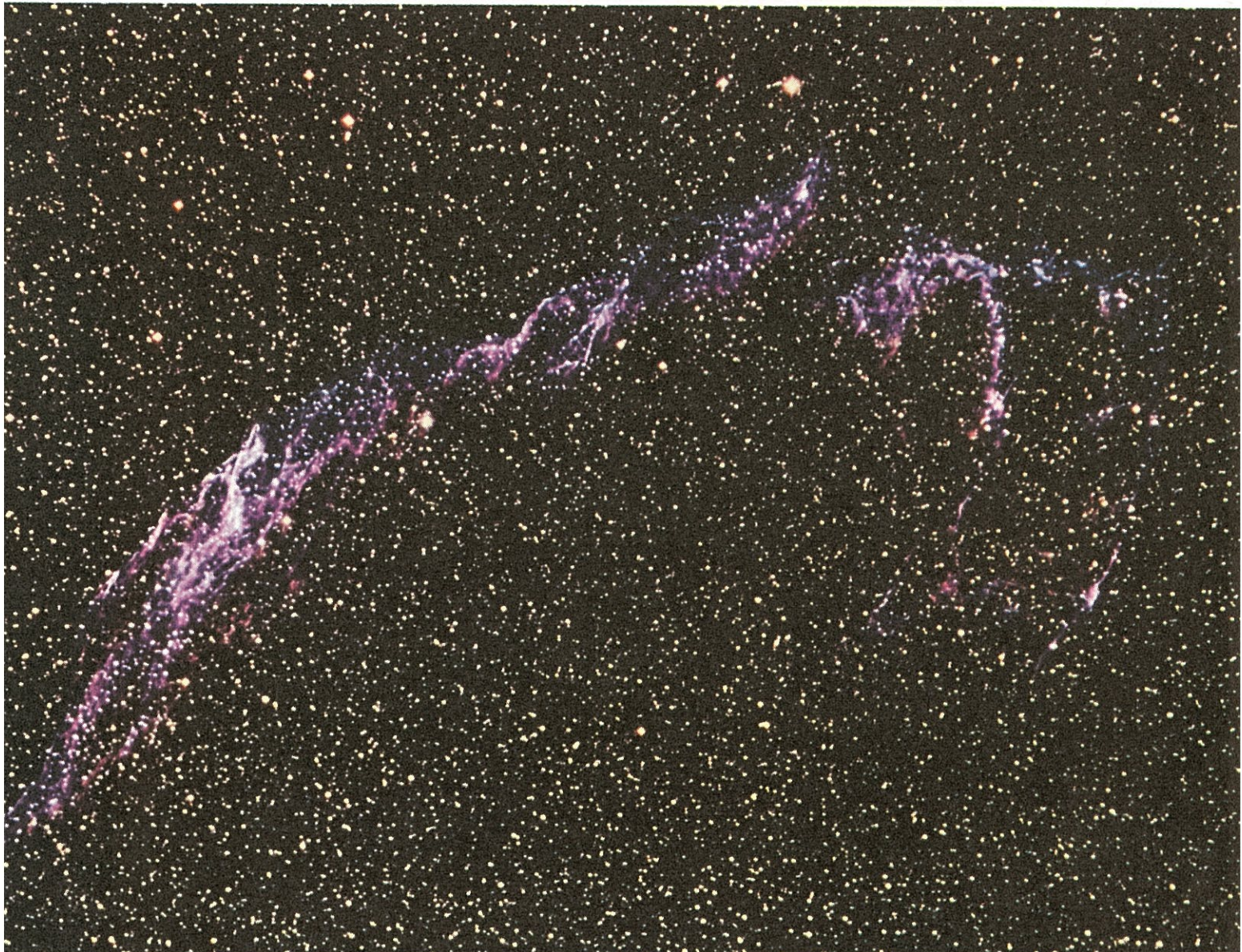
Localización del Sistema Solar en nuestra Galaxia.





Galaxia de tipo anular conocida con el nombre de Dumbell.

Nube de gas y polvo interestelar.





Otras galaxias

Pero la nuestra no es la única galaxia del Universo, ni mucho menos. En el Universo existen millones de galaxias de todas las formas y tamaños: globulares, anulares, etc, que hacen de nuestro Universo algo realmente vario y complejo.

También vale la pena recordar —y con eso redondeamos un poco esta somera idea de la conformación del Universo—, de que entre las galaxias no existe necesariamente un vacío absoluto. Es fácil que se encuentren grandes cantidades de polvo interestelar, cosa que molesta mucho a los astrónomos y astrofísicos, ya que entorpece las mediciones de las distancias galácticas.

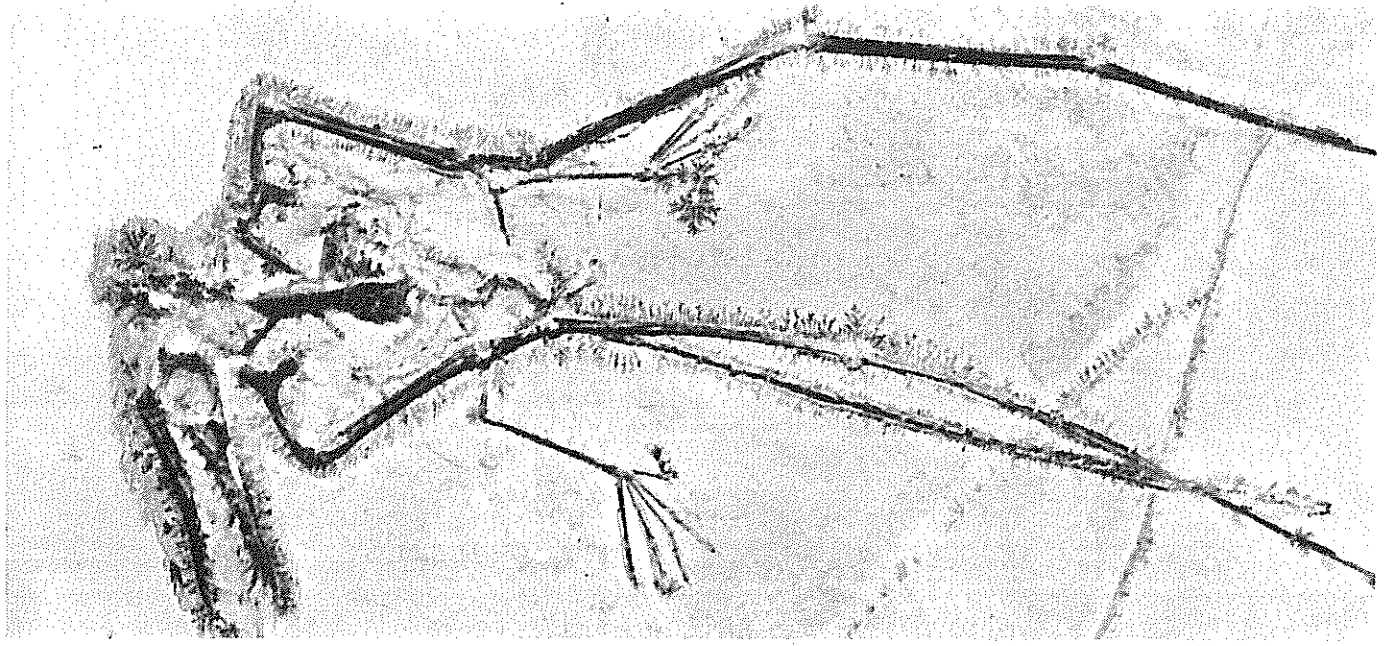
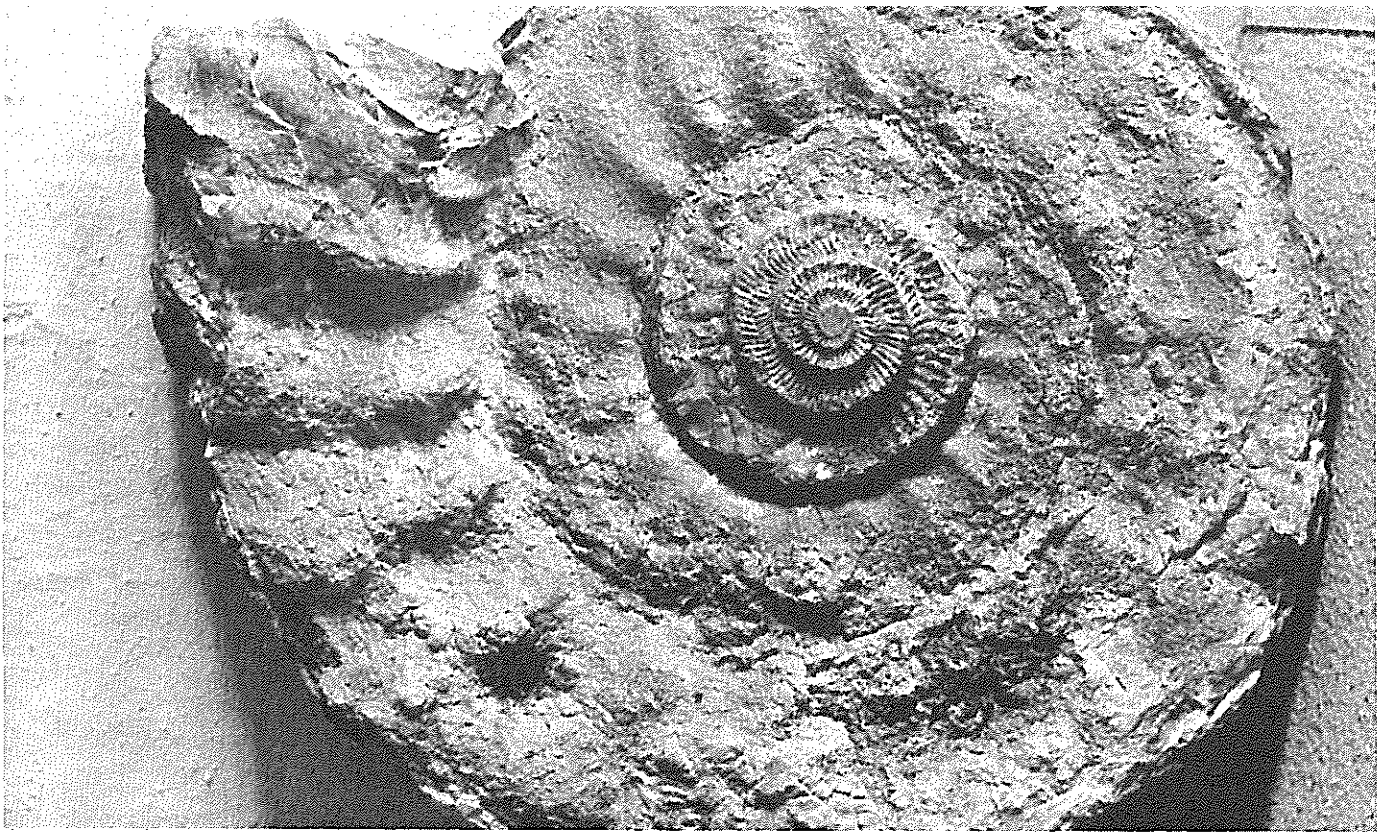
Además de polvo interestelar o intergaláctico —como ustedes quieran—, también es frecuente encontrar estrellas errantes, solitarias, quizás productos residuales de alguna gran explosión como lo fue la **supernova** de la nebulosa del Cangrejo, mencionada más arriba.

Como podrán apreciar los lectores la inmensidad y variedad del Universo es tal, que es fácil que en cualquier parte del él pueda encontrar una vida tanto o más evolucionada que la nuestra. Mientras, seguimos esperando.





Un aspecto de la Nebulosa de Andr6meda.



CAPITULO IX

El origen del universo y sus partes

A continuación, daremos un breve repaso a las más modernas y aceptadas teorías acerca del origen del Universo en su conjunto, así como de sus partes.

Debemos advertir que se trata únicamente de teorías pero que a falta de pruebas concluyentes es lo único que tenemos.

Tres animales fósiles: arriba un invertebrado de hace 160 millones de años, al centro un pequeño saurio; abajo: un crustáceo.

El Universo

Los astrónomos y astrofísicos de hoy en día están de acuerdo en algo. Es una de las pocas cosas en que están de acuerdo todos y de lo que hay pruebas concluyentes: el Universo se encuentra en expansión. Esto quiere decir, que todas las galaxias se mueven por el espacio alejándose las unas de las otras. Esto es un hecho comprobado científicamente por medio de medición de distancias y velocidad.

Ahora bien; imaginemos que contamos con una "moviola" que al igual que si fuera un partido de fútbol, podemos retroceder la "película" del Universo hacia atrás. Si hacemos esto veremos que toda esa masa galáctica que hoy se encuentra en expansión, puede retroceder en nuestra imaginaria "moviola" hasta concentrarse en un sólo punto del Universo. Este es un hecho también bastante aceptado por los estudiosos del espacio: toda la masa del Universo conocida, estuvo en un momento determinado, concentrada en un solo punto. Según los cálculos de distancias y velocidades, al parecer la explosión de

esta gran masa del Universo ocurrió hace, por lo menos, 15.000 millones de años, aunque hoy casi todos están de acuerdo en que seguramente fue hace algo más de 20.000 millones de años.

Ahora bien, como es lógico, ustedes se preguntarán que qué había **antes** de ese núcleo universal que para entendernos lo llamaremos el "huevo" (término aceptado por los astrónomos). Sería fácil decir que ese huevo existe desde siempre, pero eso no es suficiente para los científicos. Todos los sabios que estudian este problema parecen haber llegado a la conclusión —gracias a la observación de galaxias y de fenómenos tales como las **novas** y **supernovas**—, de que el Universo, después de la actual expansión que está sufriendo, se volverá a comprimir. Una vez comprimido en un nuevo huevo, volverá a estallar esa masa central y dará de nuevo las galaxias, y así, por siempre. Como es lógico es una teoría más, pero que sin embargo está encontrando mucho eco en diversos ambientes científicos en los últimos años.

Las Galaxias

Como ya dijimos, las galaxias son las unidades en que podemos subdividir al Universo.

Pues, bien, aceptando la teoría del huevo, no es difícil imaginar que las galaxias se formaron por un acúmulo de material tras la explosión de la masa universal principal. Si pensamos en este hecho, estoy seguro que ustedes habrán llegado a la conclusión de que si ello sucedió así, todas la galaxias se formaron

al mismo tiempo, y precisamente existe la comprobación física efectuada, que demuestra que todas las galaxias tienen la misma edad: algo más de 10.000 millones de años. Aunque esta cifra probablemente sea pequeña frente a la que probablemente es exacta, lo cierto es que millón más, millón menos, los astrónomos y astrofísicos están de acuerdo en que todas las galaxias tienen la misma edad.

Las estrellas

Si seguimos en nuestra labor de subdividir al Universo, veremos que las unidades fundamentales que constituyen a las galaxias son las estrellas. ¿Cuál es el origen de éstas?

Precisamente uno de los hechos que ha conducido a muchos científicos a considerar que nuestro Universo se encuentra en un constante proceso de expansión y contracción, a ocurrido a raíz de ver cómo se forma una estrella. El origen de éstas se basa en una

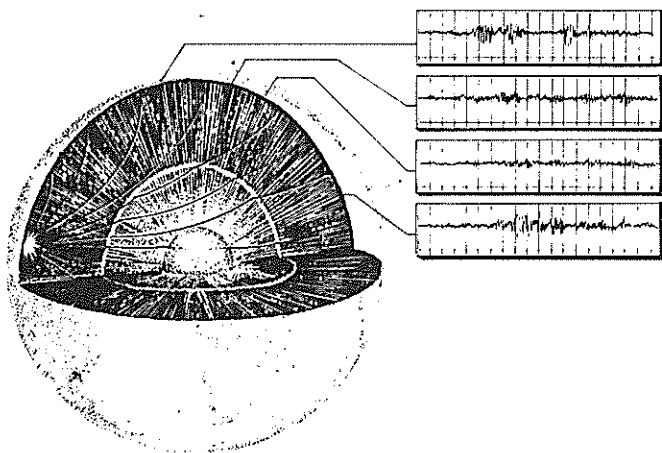
El sistema solar

Para considerar el origen del Sistema Solar, topamos con una gran dificultad. Esta es que así como para deducir cuál es el origen de galaxias y estrellas, contamos con millones de ellas en el espacio en qué fijarnos para deducirlo, sistemas solares sólo conocemos uno: el nuestro. Según cálculos físicos se cree que las restantes estrellas —al menos en su mayoría y las más cercanas— poseen también planetas ya que presentan irregularidades en el cálculo de sus respectivas gravedades, pero, insistimos, sólo conocemos como sistema solar al nuestro.

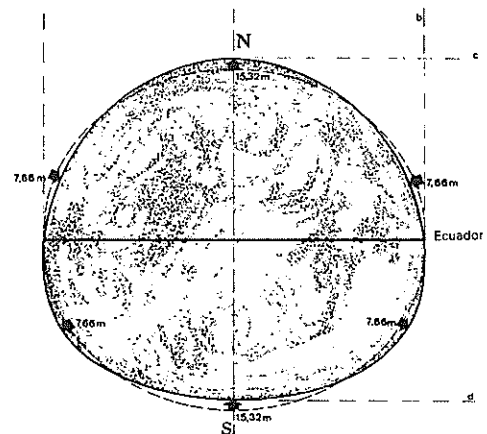
Debemos advertir que todas las teorías que actualmente existen acerca del origen de nuestro Sistema Solar, son insatisfactorias por uno u otro motivo muy largo de explicar aquí. Por ello vamos a centrarnos exclusivamente en la más aceptada de todas: la teoría protoplanetaria.

concentración previa de masa en unos llamados **glóbulos**, cuya masa nunca ha de ser superior a cien veces la de nuestro Sol ya que si así fuere, en vez de formarse una estrella, tendríamos una estrella binaria, es decir, por lo menos dos. Tras la formación del **glóbulo** se observa cómo la mencionada masa trata de contraerse hasta que se forma la estrella de Tipo O, con las características que describimos en el capítulo VII, y luego esta pasa al tipo B, del B al A, de éste al F, y así hasta llegar al tipo M.

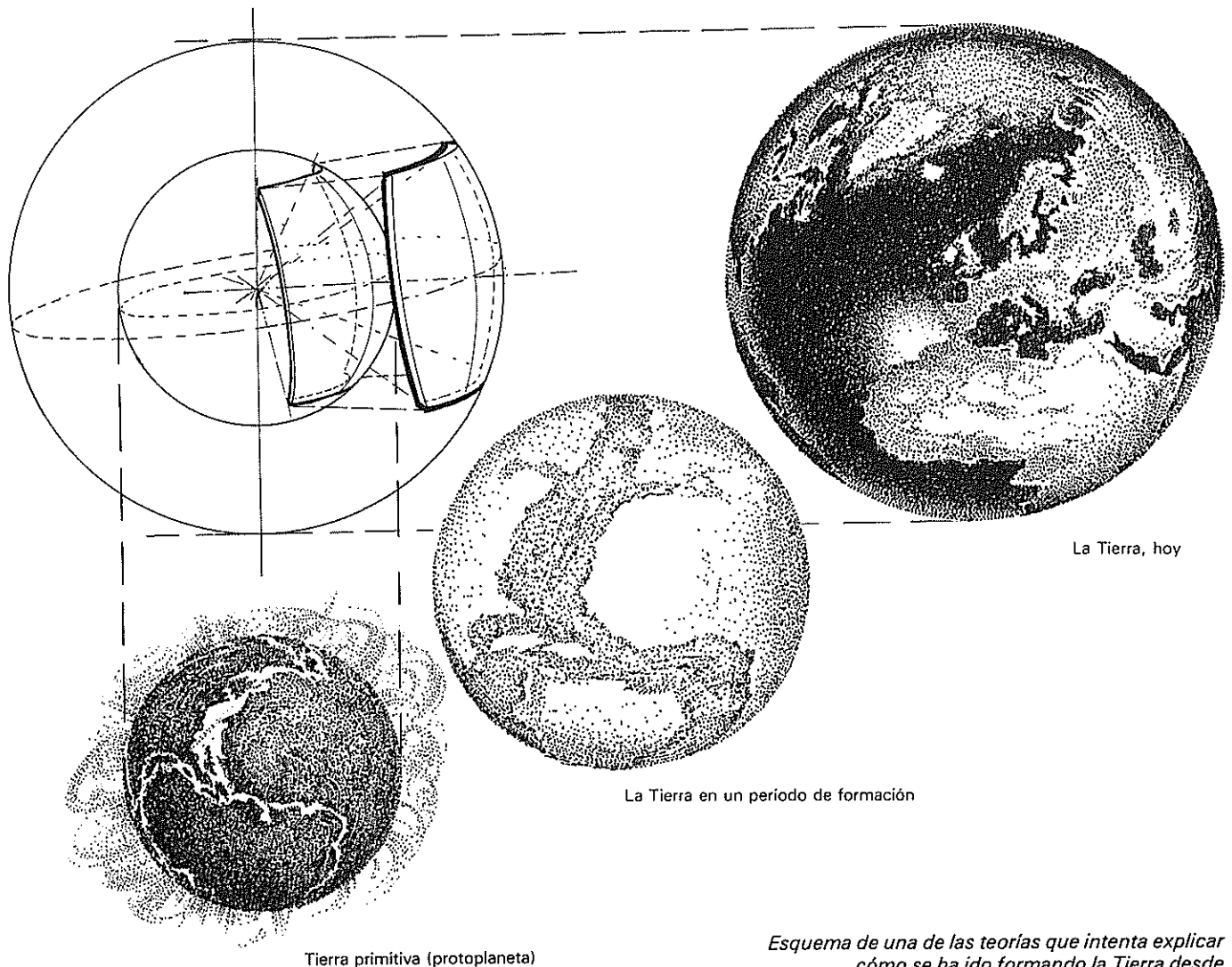
Según esta teoría —y la de la formación de las estrellas—, nuestro sistema planetario fue en un principio una pequeña nebulosa de gas y polvo que por efecto de la gravedad, concentró la mayor parte de su masa en lo que hoy conocemos como nuestro Sol. Luego, el resto de polvo y gas que quedó retenido en el campo gravitacional del Sol, pudo condensarse en masas que hoy llamamos planetas, en forma de protoplanetas, es decir, condensación de gas y polvo frío, que con el tiempo los más cercanos (los planetas interiores) se irían calentando dada su proximidad del Sol. De ello se deduce que es muy posible que los planetas más alejados del astro rey poco hayan variado a lo largo de la historia de nuestro Sistema, dada la menor cantidad de energía recibida.



La estructura de la Tierra, y cómo se transmiten las ondas sísmicas a través de ella.



Las exactas proporciones del planeta Tierra, como se conocen hoy.



Tierra primitiva (protoplaneta)

La Tierra en un período de formación

La Tierra, hoy

Esquema de una de las teorías que intenta explicar cómo se ha ido formando la Tierra desde su condensación de protoplaneta.

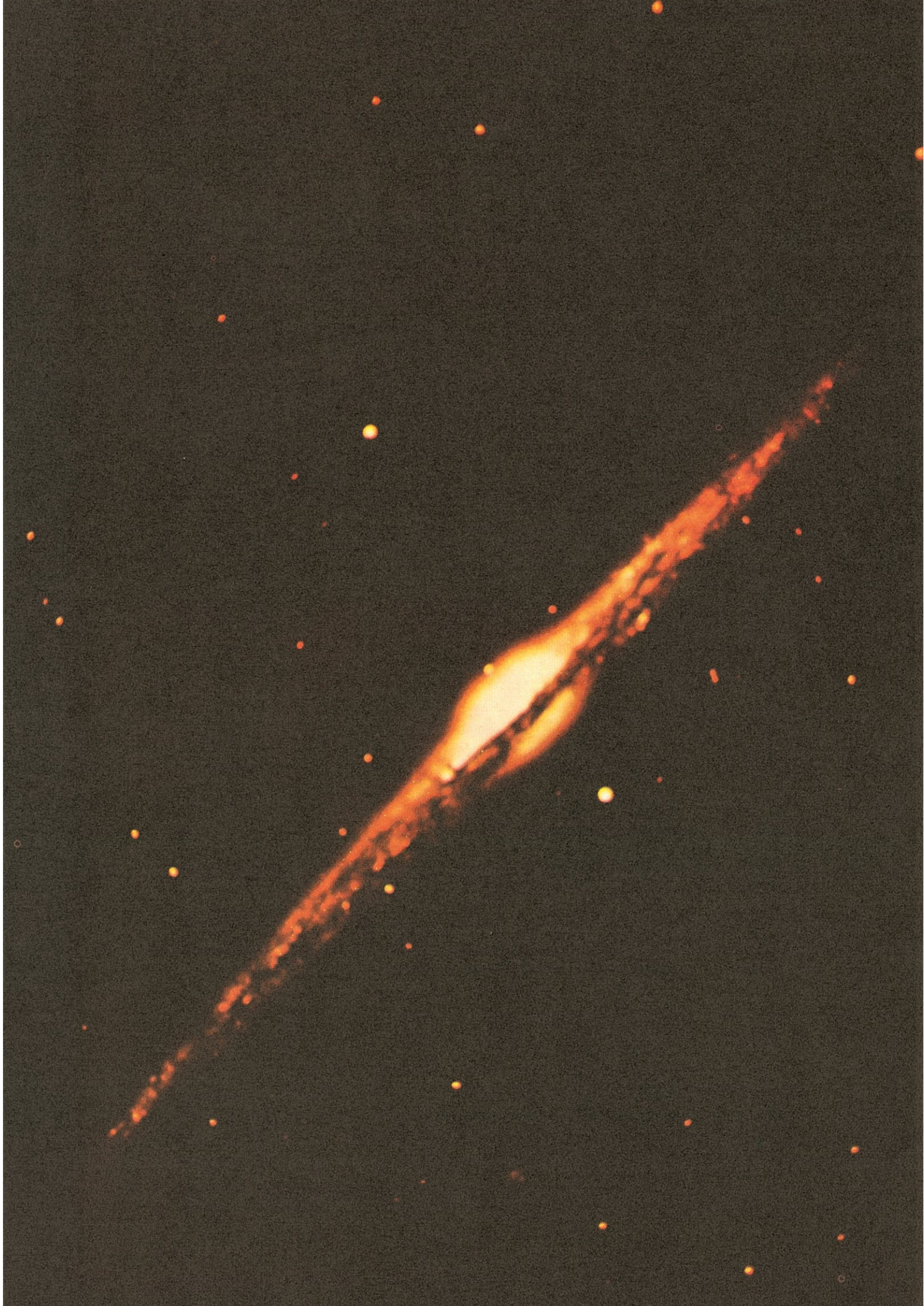
En base a esta teoría también se ha pensado que el cinturón de asteroides que se encuentra en Marte y Júpiter, sean el resultado de una serie de protoplanetas que no llegaron a alcanzar el estado planetario de otros cuerpos. Es posible que allí existiera un protoplaneta que por acción de Júpiter fuera destruído, o bien que en la misma órbita se encontrasen dos protoplanetas que al chocar formarían los trozos hoy conocidos.

Se cree que aparte de los asteroides capturados, los restantes satélites de los planetas, son pequeños protoplanetas formados alrededor de éstos. Es más, hoy en día se dice que por su tan extrañas características Plutón podría ser un satélite de Neptuno que se escapó de su órbita.

Según lo que hemos dicho de los asteroides, lo más probable es que los meteoritos también tengan un origen común al Sistema Solar, bien porque sean

fragmentos del cinturón de asteroides; bien porque son fragmentos de protoplanetas que nunca se formaron como tales. Ello se deduce por el hecho de que todos los meteoritos giran en el mismo sentido que los planetas, en órbitas que poco difieren de las de éstos.

Para terminar con el origen de los componentes del Sistema Solar, hablemos un poco del origen de los cometas. Es muy probable que se trate de pequeñas condensaciones de la nebulosa que originó nuestro sistema planetario, que no llegaron a evolucionar como lo hicieron otros cuerpos. Al parecer se encuentran en gran número más allá de la órbita de Plutón, y algunos de ellos son casualmente atraídos por el Sol en forma de órbitas muy elípticas. También debemos indicar que ello parece muy plausible, dado que existen cometas que se aproximan al Sol en períodos que duran varios miles de años.



CAPITULO X

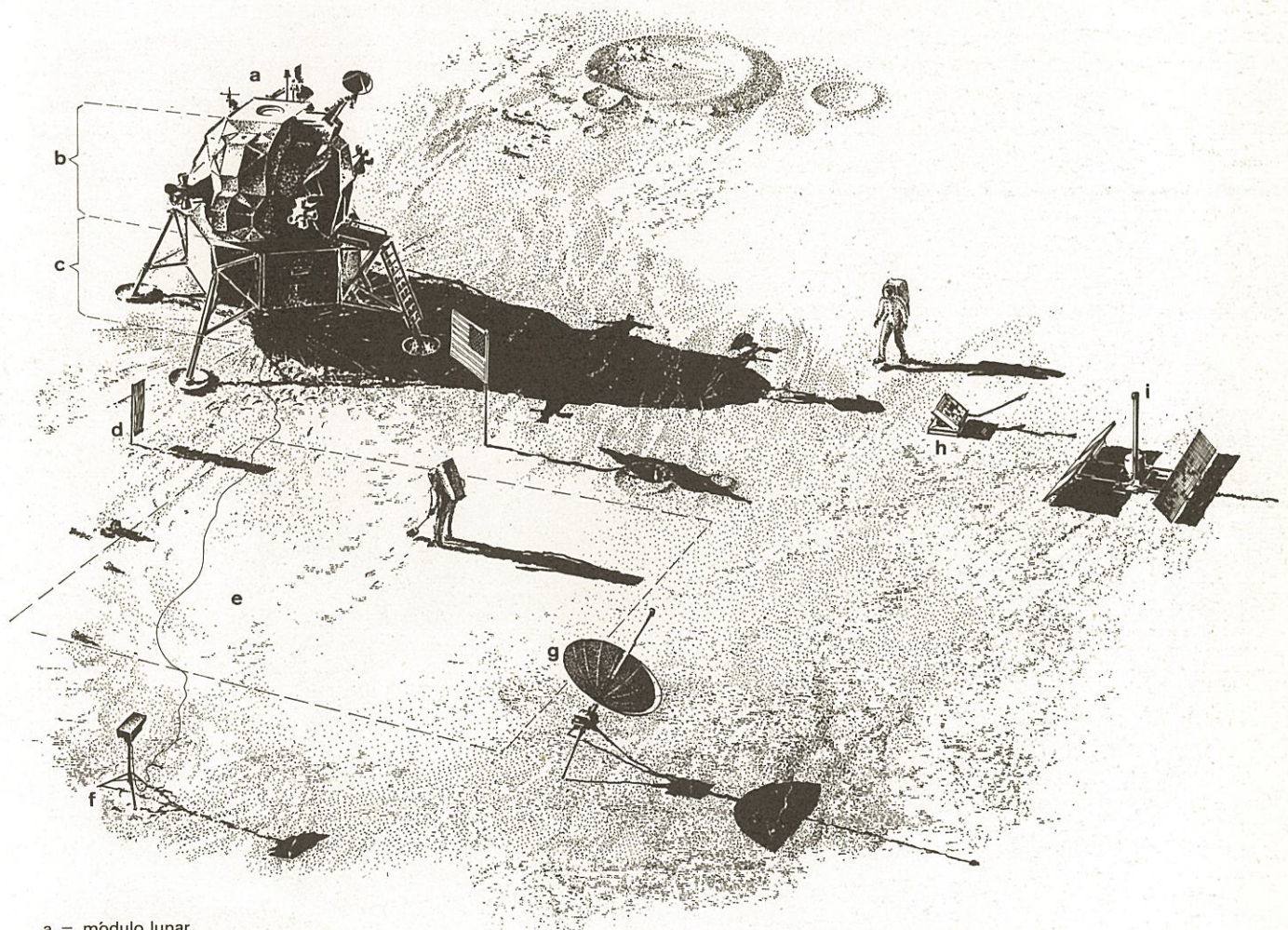
La Conquista del espacio

Los hombres de nuestro tiempo, hemos tenido la inmensa fortuna de haber conocido de cerca momentos estelares en la historia de la Humanidad.

No hace falta ser una persona de gran perspectiva, para darse cuenta de que existen tres fechas que desde aquel momento han sido consideradas -y lo

seguirá siendo-, como históricas. La primera de ellas fue la del 4 de octubre de 1957, cuando los soviéticos anunciaron la puesta en órbita del primer satélite artificial, con el nombre de "Sputnik I". En aquel momento, se desmoronaron todos aquellos pesimistas que habían considerado la conquista del espacio como un simple camelo. "Es imposible salir de la

Esquema de algunos de los instrumentos y su disposición, utilizados durante el proyecto Apolo.



- a = módulo lunar
- b y c = partes superior e inferior respectivamente del módulo
- d = registrador de materia solar
- e = zona de T.V.
- e = zona de estudio
- f = cámara de T.V.
- g = antena supletoria
- h = generador de rayos laser
- i = sismógrafo

gravidad terrestre", habían pronosticado algunos. Sin embargo, gracias a la tenacidad de hombres como Wernher von Braun y sus colaboradores (algunos de ellos impulsores del programa espacial soviético), se había demostrado la falsedad de tal predicción. El hombre podía hacer que un ingenio saliera al espacio exterior y colocarlo donde se le antojase, como y cuando se le antojase; es más, podía enviarle incluso fuera del Sistema Solar. Pero hacía falta más. Hacía falta que el mismo saliera al espacio exterior y que demostrase que su gran diferencia con respecto a las demás especies animales, que no era sólo en inteligencia, sino, además, en capacidad de adaptación.

Así, el 12 de abril de 1961, Yuri Gagarin, salió al espacio exterior, ese espacio exterior tan temido, por sus radiaciones, y sobrevivió en él durante 108 minutos. Fue sin duda la noticia del año. A partir de entonces no uno sino varios y a la vez, hombres del espacio, harían lo mismo, incluso durante semanas. Algunos de ellos se pasearían incluso por el vacío, solamente protegidos por un traje espacial. Pero aún así, no era suficiente. Allí estaba la Luna, la inconstante luna de Shakespeare. Desafiante, a muchos miles de kilómetros...y de dinero, esperando ser al menos pisada. Y así fue como el 21 de julio

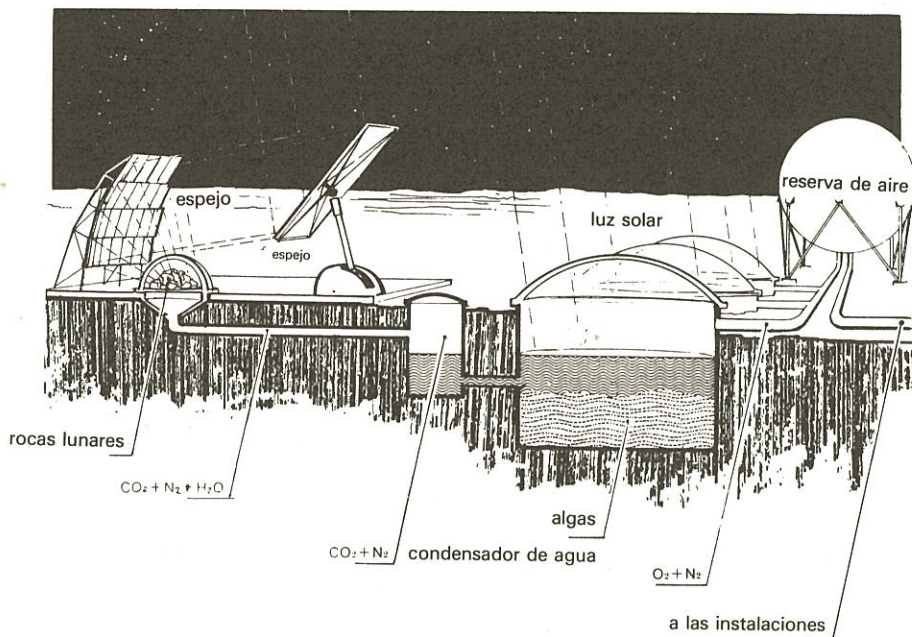
de 1969, en las pantallas de los televisores de millones de cansados y trasnochados telespectadores de todo el mundo, el hombre decía: "He pisado la Luna".

Pero hoy sabemos que sigue sin ser suficiente. Porque mientras el hombre sea hombre. Mientras la Humanidad sigue teniendo esas incontestables características que han jalonado su progreso y que se puede resumir en una sola: curiosidad, para el hombre todo eso y mucho más, seguirá sin ser suficiente.

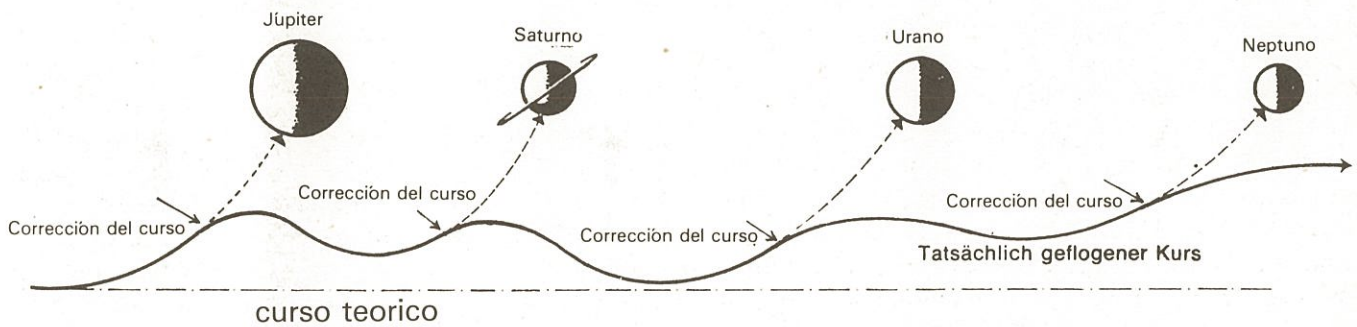
Al hombre no le es posible vivir en un Universo que no entiende del todo. Por eso ha de explorar, de conocer sus confines, sus características, su origen.. quizás así se encuentra así mismo.

Hoy nos alegramos al saber que, por ejemplo un viaje tripulado a Marte sería algo tan costoso que ninguna nación del mundo, por rica y poderosa que sea, puede emprenderla por sí sola. Las naciones han de unirse -de hecho ya lo están haciendo- para la conquista del espacio. Allí están los proyectos Apollo-Soyuz, los de la Agencia Espacial Europea.

Proyecto de utilización de diversos métodos para la supervivencia de una colonia humana en la Luna (Según Arthur C. Clarke).



---> = atracción gravitatoria



Un hipotético viaje a los planetas exteriores con las correcciones de curso que habría que realizar.

Pero seamos francos. La conquista del espacio no significa simplemente una conquista de conocimientos. Llegará el día en que el hombre tendrá que colonizar otros astros porque el suyo, La Tierra, se le habrá quedado pequeño en tamaño, pequeño en recursos.

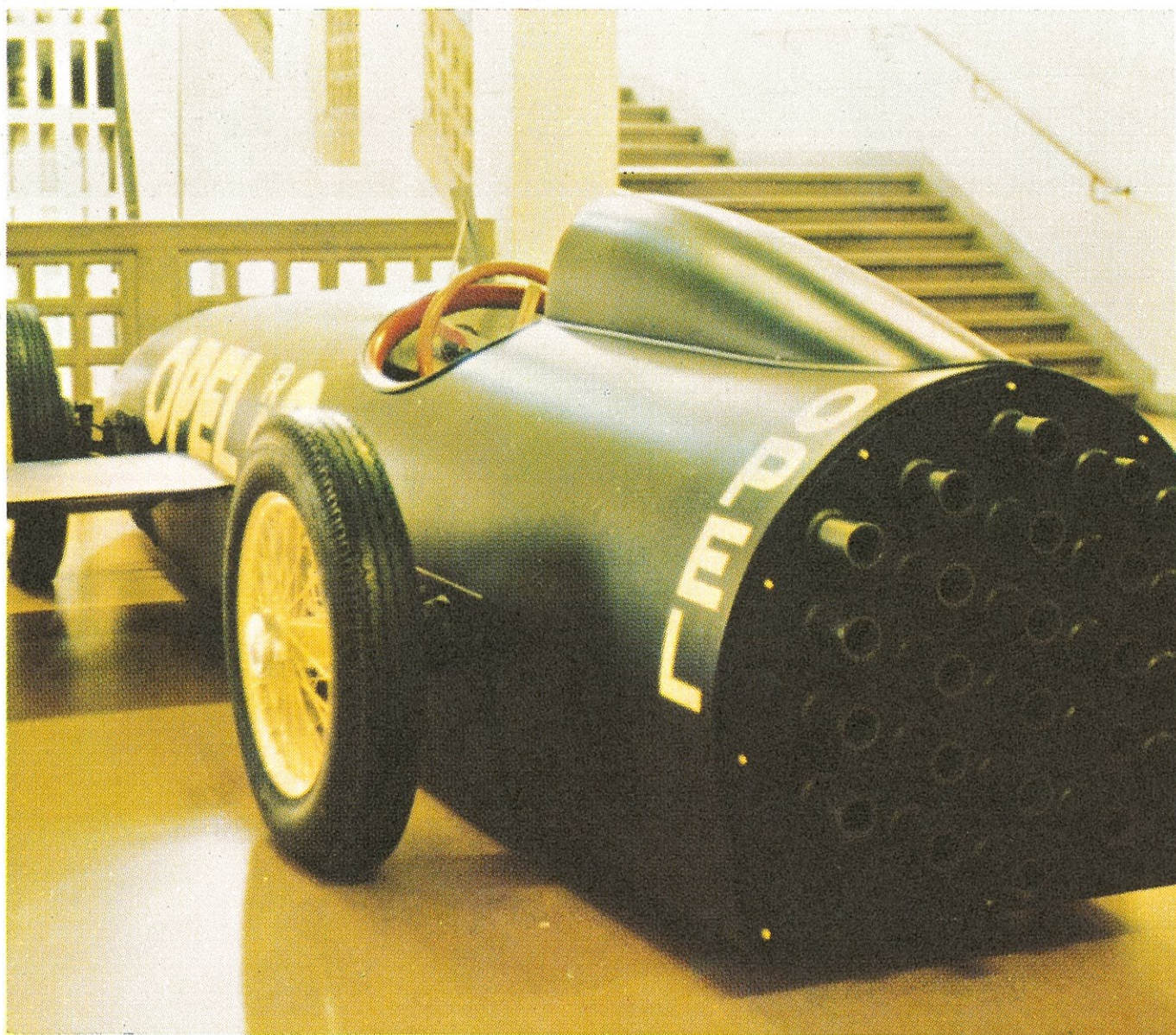
Esa es la gran lección del espacio. A lo largo del libro hemos estado barajando impresionantes cifras de número de estrellas, de galaxias, de años de existencia de nuestro Universo. ¿Qué habrá más allá? Con tantos miles de millones de planetas que deben existir y con tantos miles de millones de años, ¿Será posible que nosotros, seamos la única manifestación

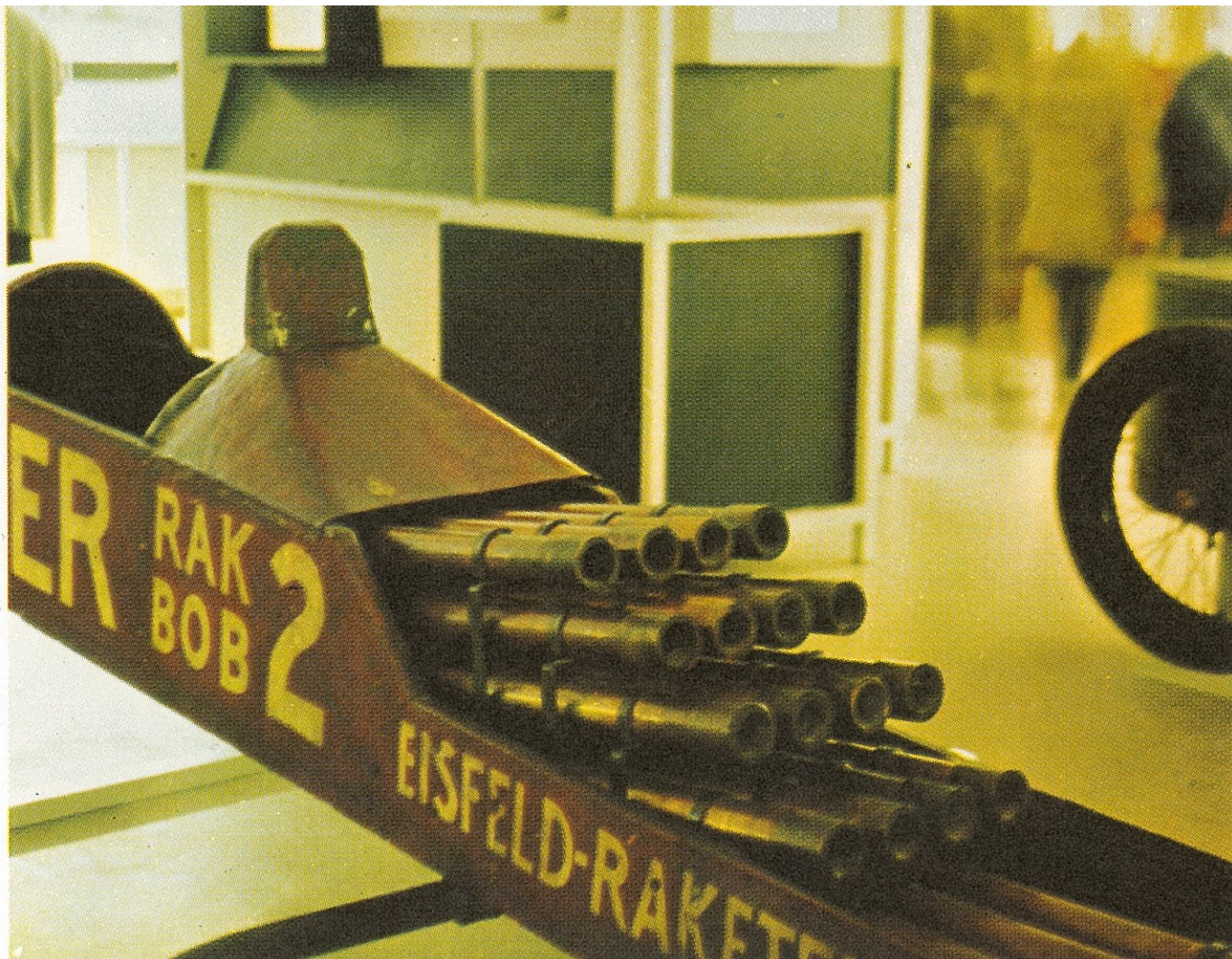
de seres vivientes en el Universo.

Ya hubo un tiempo en que el hombre se equivocó, como vimos al principio de este libro, en creer que la Tierra era el centro del Universo. Hoy sabemos que somos una minúscula e insignificante partícula en el espacio. No somos, prácticamente, nada. Lo único que somos en realidad se lo debemos a la inteligencia, a nuestra inteligencia, y mientras la sigamos cultivando, seremos algo en el Universo. Un Universo que ha de ser mirado con interés...pero también con humildad.

Esa es la gran lección que nos está legando la Astronomía.

Ambas fotos muestran viejos intentos del hombre por propulsarse gracias a los cohetes.

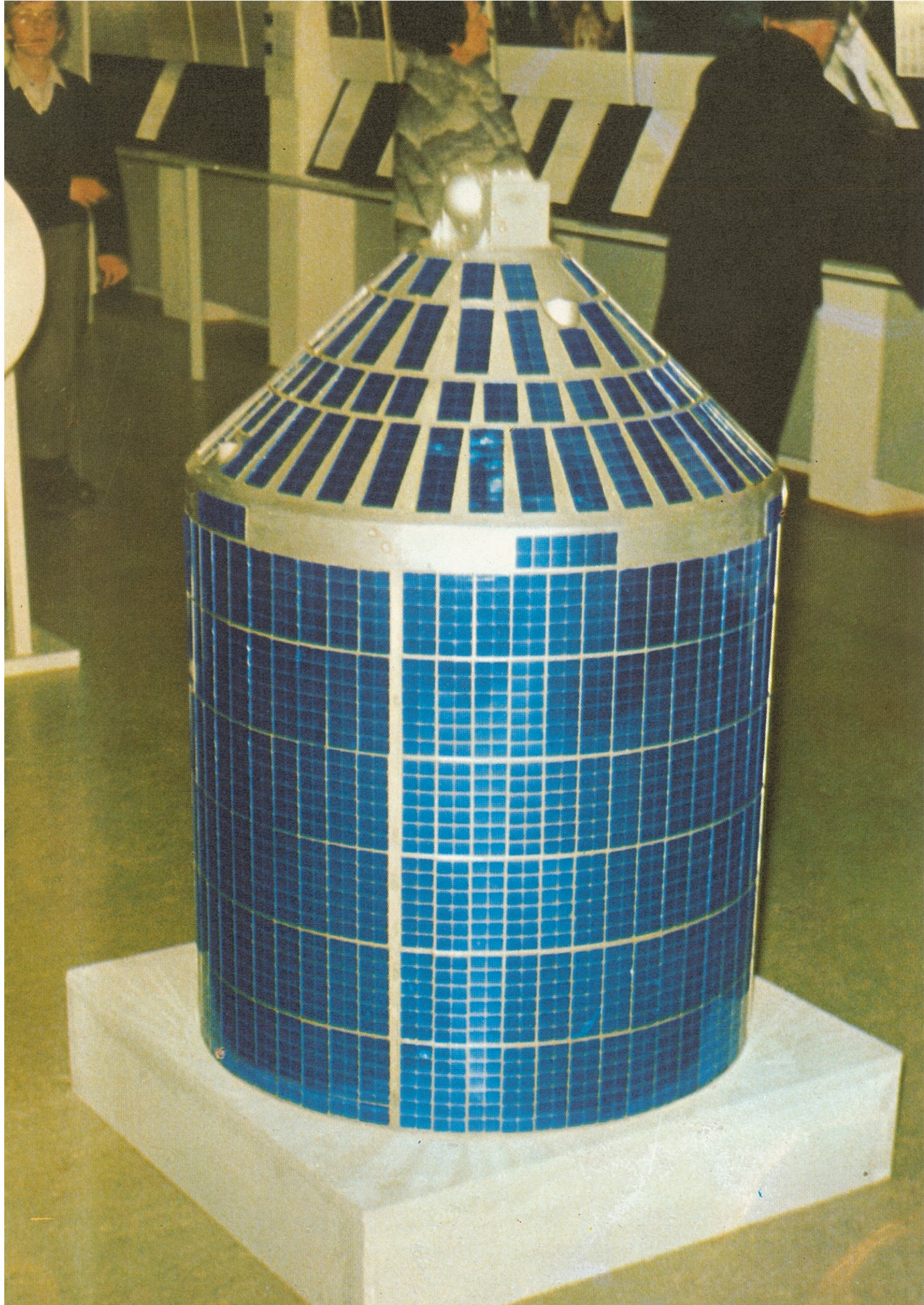




Imágen de un satélite artificial en el que se puede apreciar en su superficie una serie de placas receptoras de energía solar que le permite su funcionamiento durante un largo período de tiempo en el espacio.

*Edward White en
en espacio.*



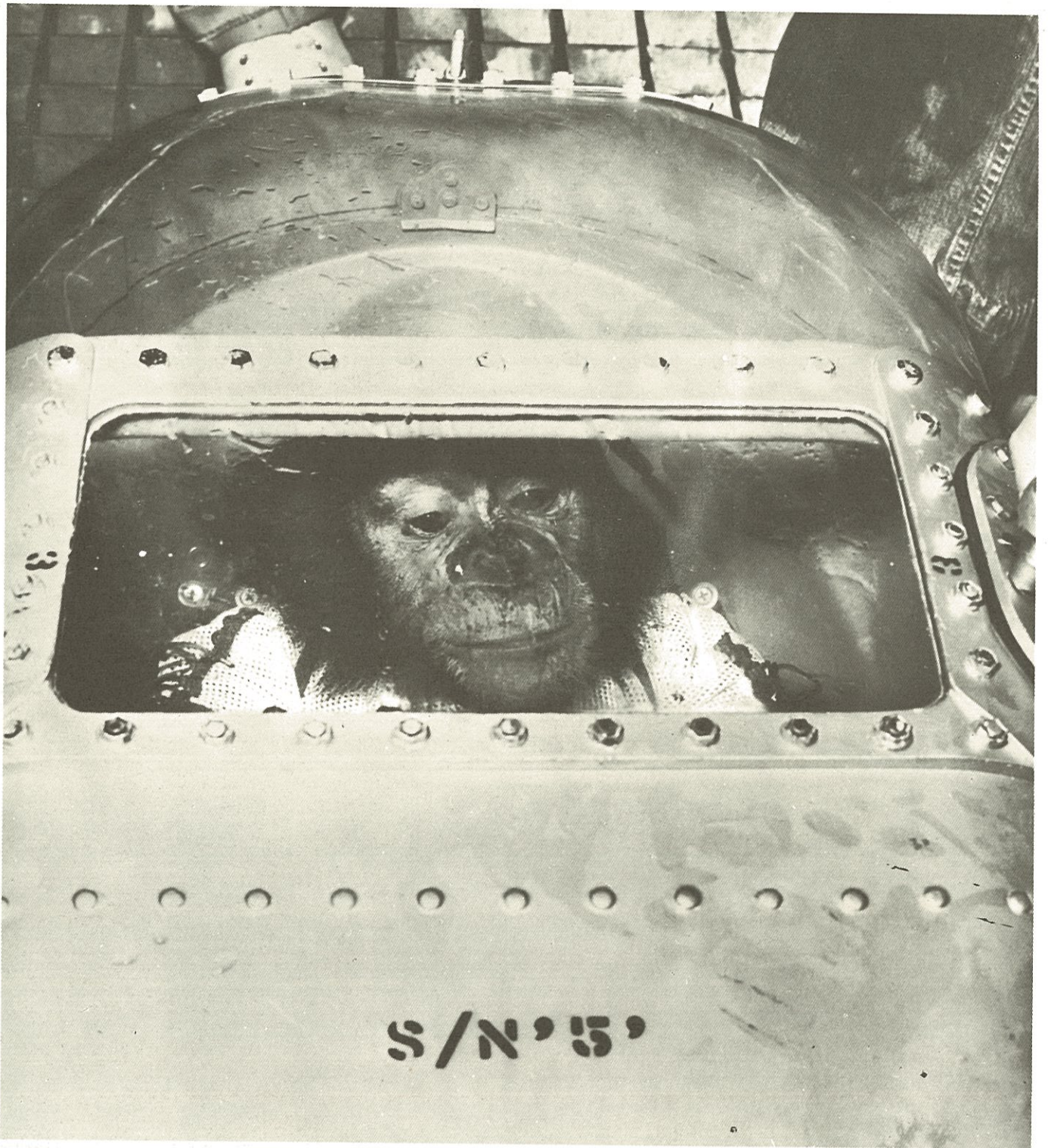




Fotografía desde el espacio, de Aden y el Golfo Pérsico.

Mar Rojo, Canal de Suez y Península Arábig.

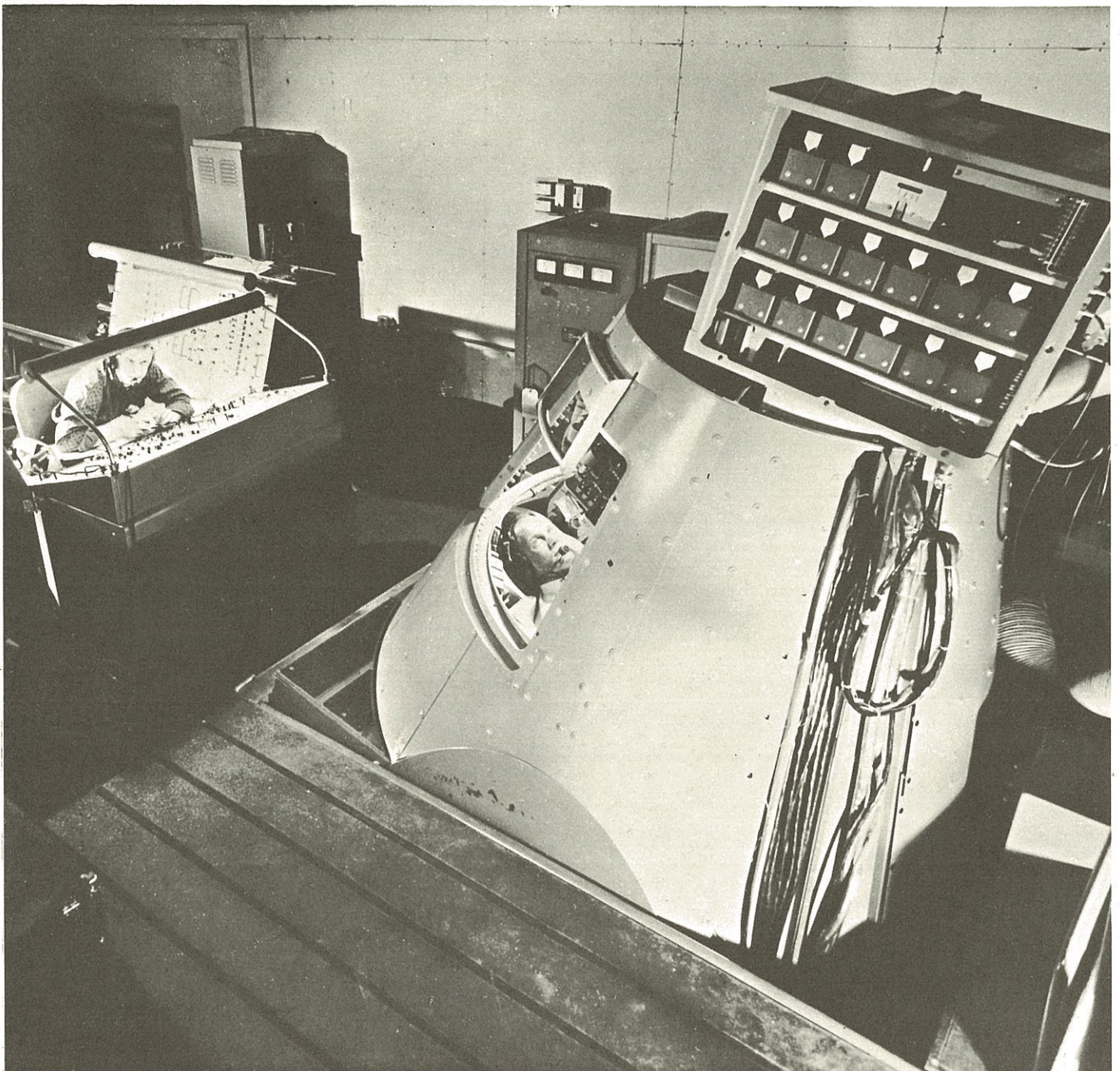


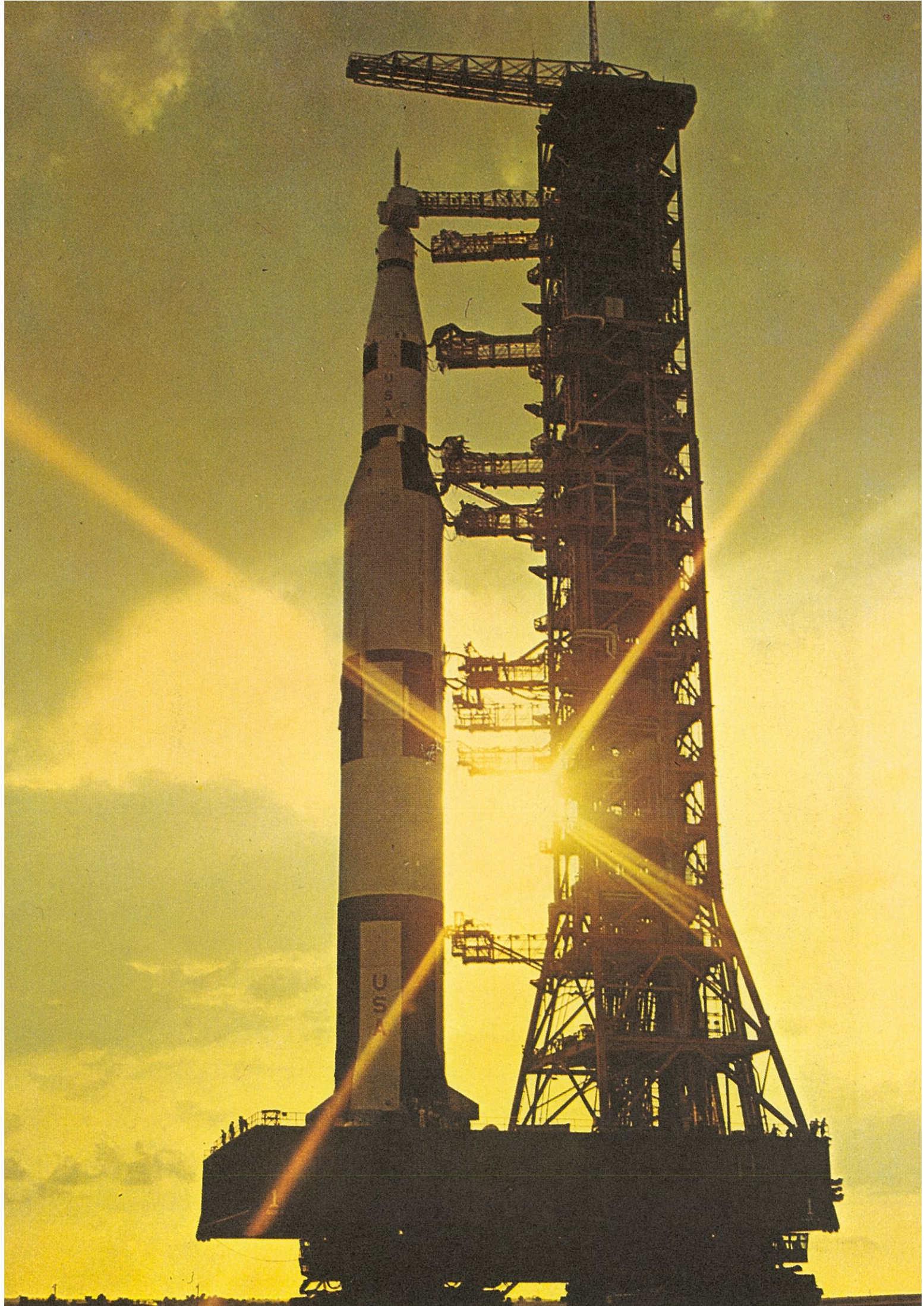


Los chimpancés fueron los verdaderos pioneros del espacio



John H. Glenn, en una nave espacial Mercury simulada.



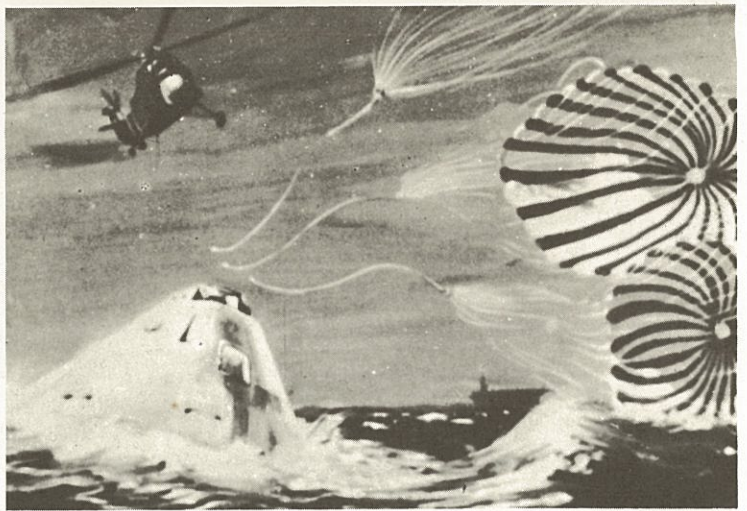
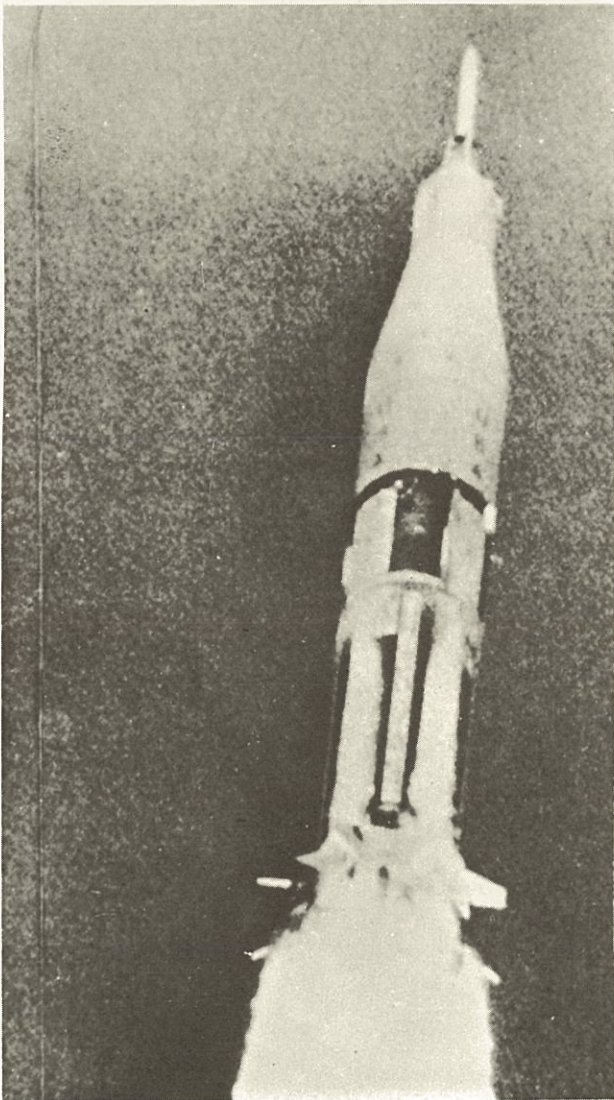
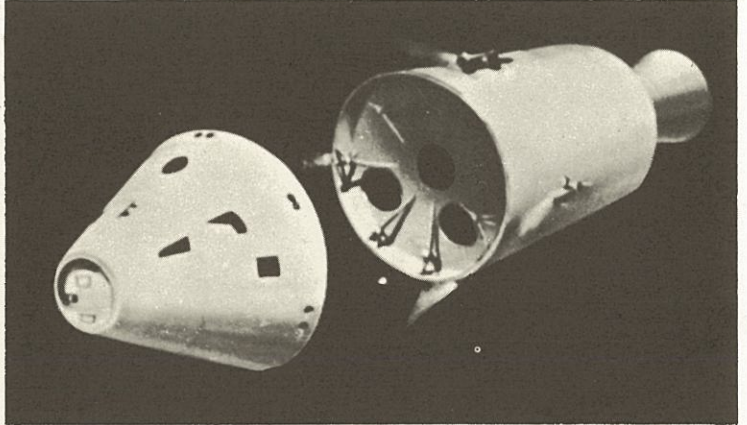
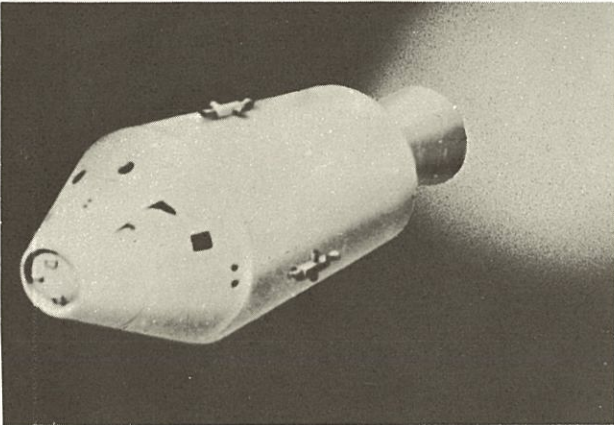


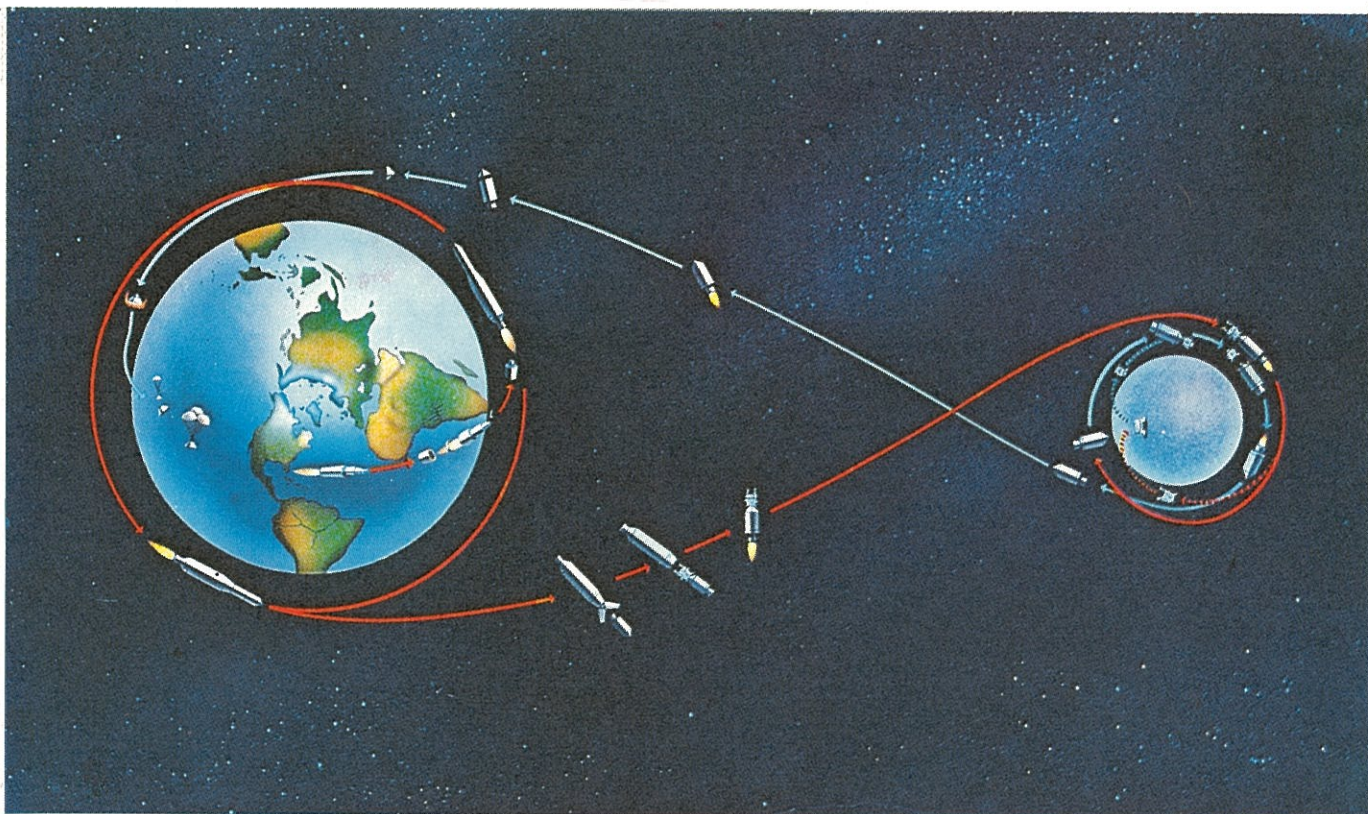


Con el "Apolo XIII" el hombre daría sus primeros pasos en nuestro único satélite natural. Gracias a esta y otras exploraciones, se obtuvieron interesantes datos para el conocimiento de nuestro Sistema Solar, incluyendo la Tierra misma.

Apéndice

LAS CONDICIONES DE UN VIAJE ESPACIAL





Itinerario del Apolo: Tierra—Luna—Tierra.

Una de las preguntas más frecuentes entre las personas interesadas en los viajes espaciales es acerca de las condiciones ambientales que rodean a los astronautas en sus cápsulas espaciales a lo largo de sus -a veces- muy largos viajes espaciales.

Realmente, para viajes cortos en órbita terrestre, las condiciones ambientales de una cápsula espacial, no difieren fundamentalmente de las que existen en los aviones a reacción de gran altura. Realmente la diferencia fundamental entre unos y otros estriba en que en los espaciales, se encuentra todo inmerso en la ingravidez, lo que impone que todo cuanto se encuentra en la cápsula debe estar totalmente asegurado ya que su flotabilidad puede ser realmente molesta y hasta peligrosa, especialmente si se trata de tornillos u otros objetos de dentro de los paneles electrónicos que pudieran llegar a causar fallos peligrosos.

Más problemático es el suministro de agua ya que ésta, a diferencia de otros alimentos, es insustituible y no puede comprimirse, ocupando un gran espacio y siendo un factor de peso físico, especialmente en los vuelos tripulados por varios astronautas y de gran duración.

Otro de los peligros de un viaje espacial es el conjunto de radiaciones provenientes del Sol, que al ser "filtradas" por nuestra atmósfera no son en

absoluto peligrosas para los habitantes en superficie, aunque no así para los viajeros espaciales que no sólo no cuentan con una atmósfera protectora, sino tampoco con el campo magnético de la Tierra, que desvía muchas de esas radiaciones. Aunque de momento estas radiaciones no parecen haber causado un serio trastorno en astronauta alguno, lo que parece evidente es que en el día de mañana podría ocurrir que tras una tormenta solar que emanara una sobrecarga de radiaciones, los astronautas se verían prácticamente indefensos ante ellas.

En cuanto al oxígeno necesario para la respiración de los astronautas, su almacenamiento es relativamente fácil, ya que se puede comprimir en botellas para tal efecto. Ahora bien, lo que se hace para poder aprovechar el aire "impuro" producto de la actividad de los astronautas, es el depurado del mismo, gracias a unos sistemas especiales. Tales sistemas también se emplean con el agua utilizado por los astronautas, de tal manera que su rendimiento es cada vez mayor.

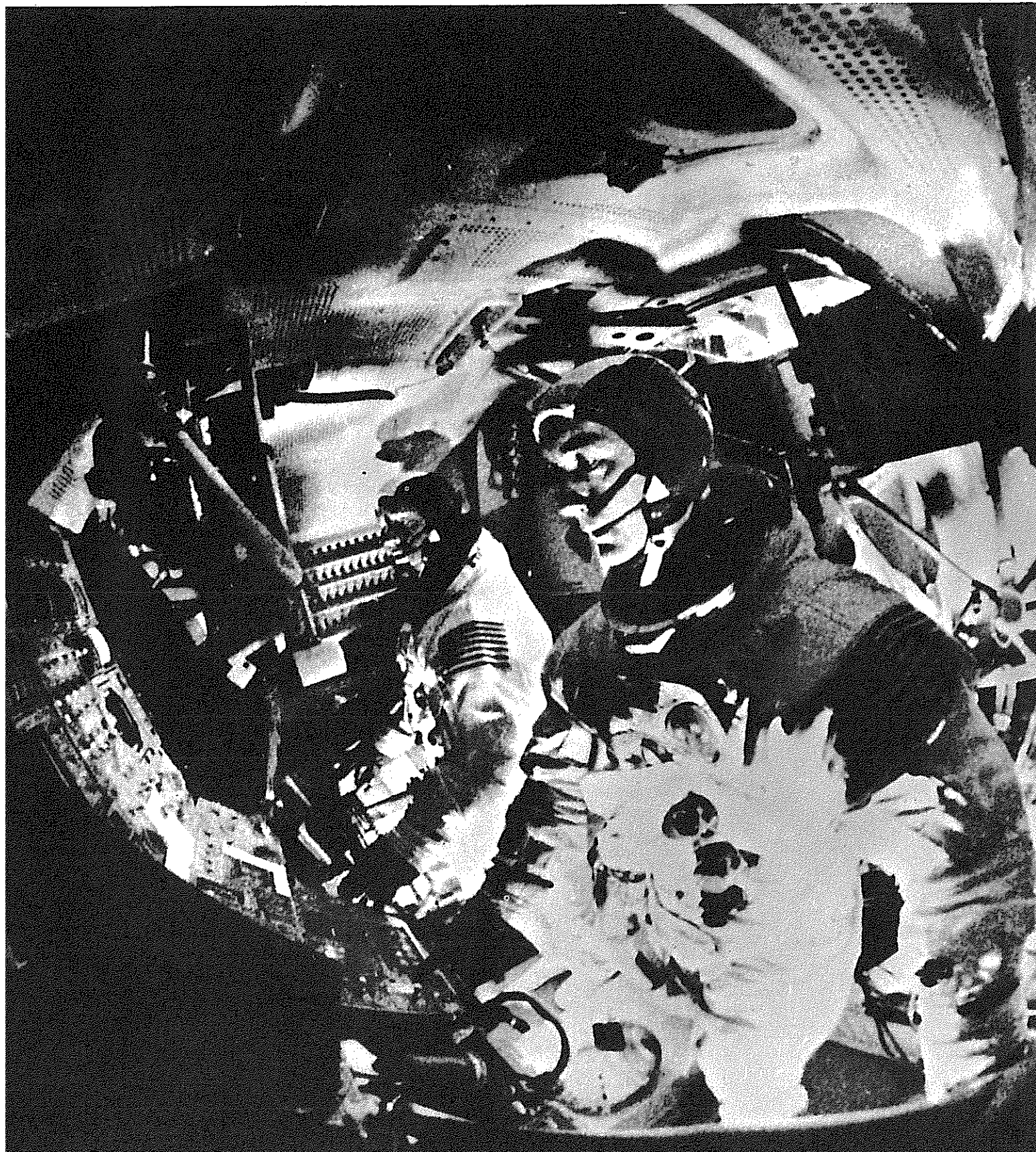
En cuanto a los alimentos, una de las fórmulas de más éxito es la deshidratación de los mismos, lo que permite su disminución de peso y espacio ocupado, al mismo tiempo que se trata de una magnífica forma de preservarlos.

Sin embargo, se cree que para largos viajes

espaciales -como por ejemplo Marte o Venus-, la provisión de alimentos tendría que ser originada en buena parte por las propias instalaciones de la nave, es decir, que para entonces se habrá de contar con grandes naves espaciales en las cuales se puedan cultivar plantas (probablemente algas en su mayoría) lo que daría mayor autonomía a los futuros viajeros del espacio.

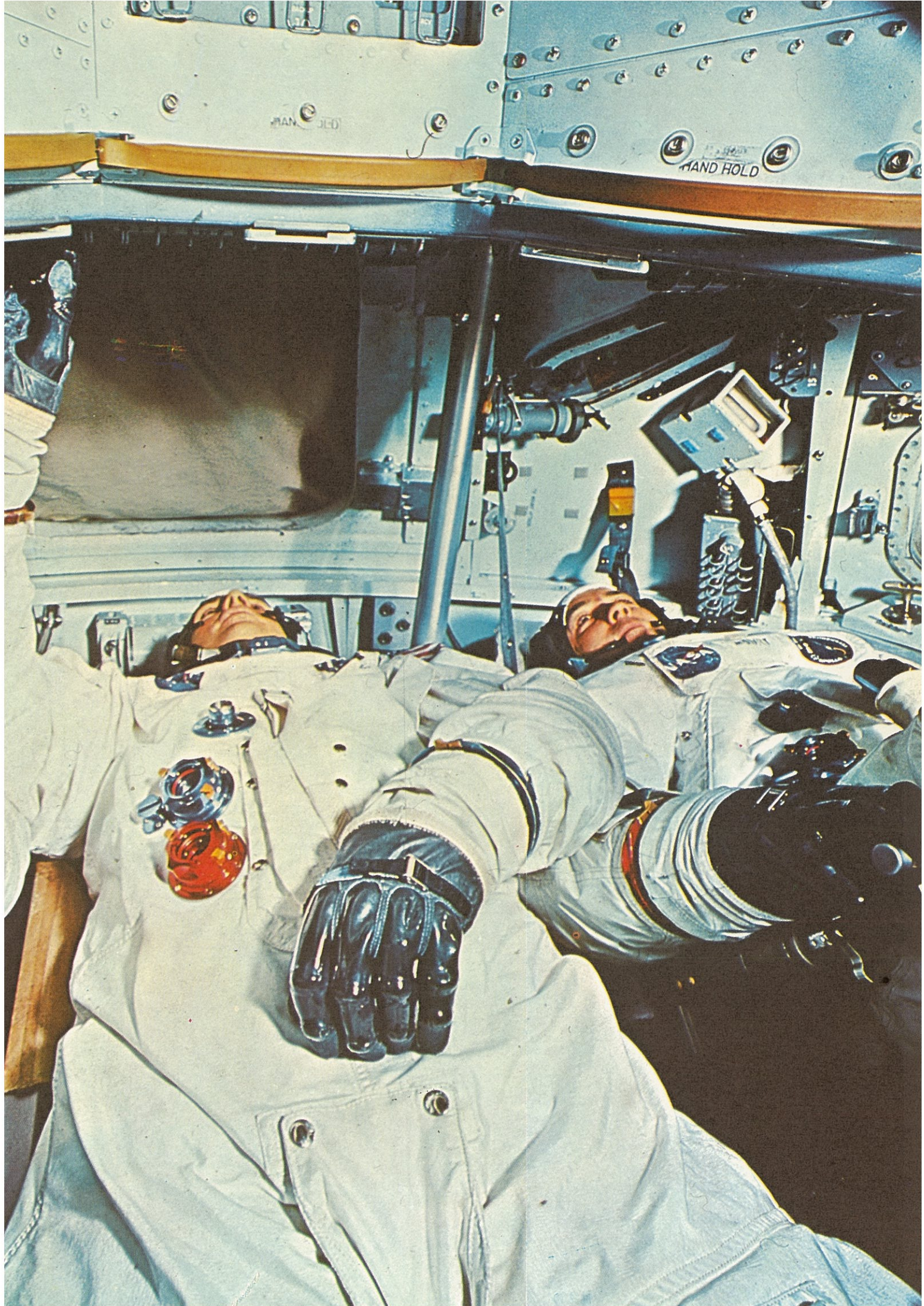
indican que las próximas naves de exploración espacial tripuladas girarán alrededor de un eje, lo que amortiguaría así las variaciones de temperaturas debido a la exposición de uno de los lados de la nave, al Sol. De esa manera se piensa que se podrá orientar el eje de rotación en la dirección del Sol, a fin de que uno de los lados del vehículo se encuentre más caliente que el otro....

En cuanto a la temperatura, los planes para el futuro



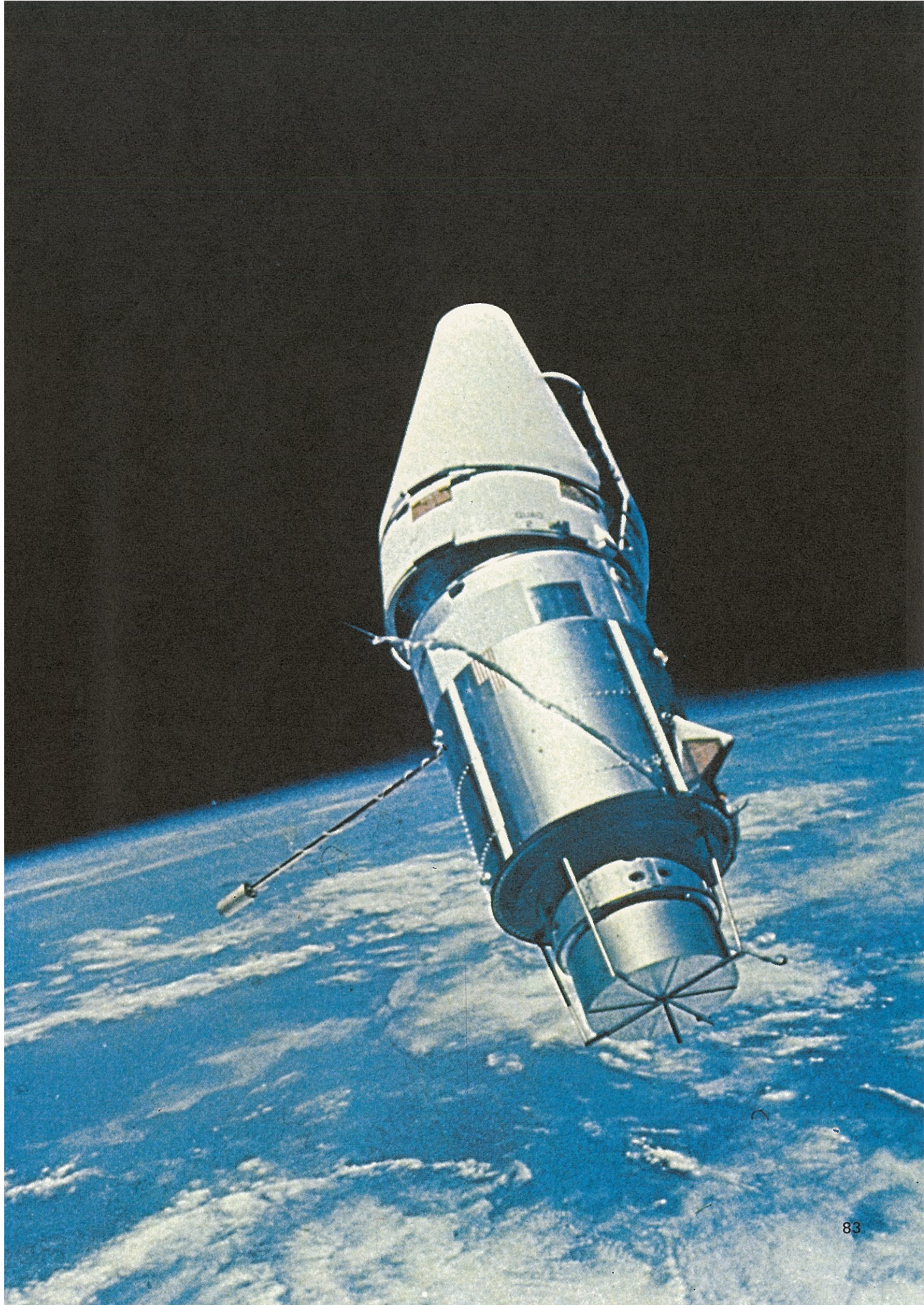
Interior de una moderna cápsula Apolo



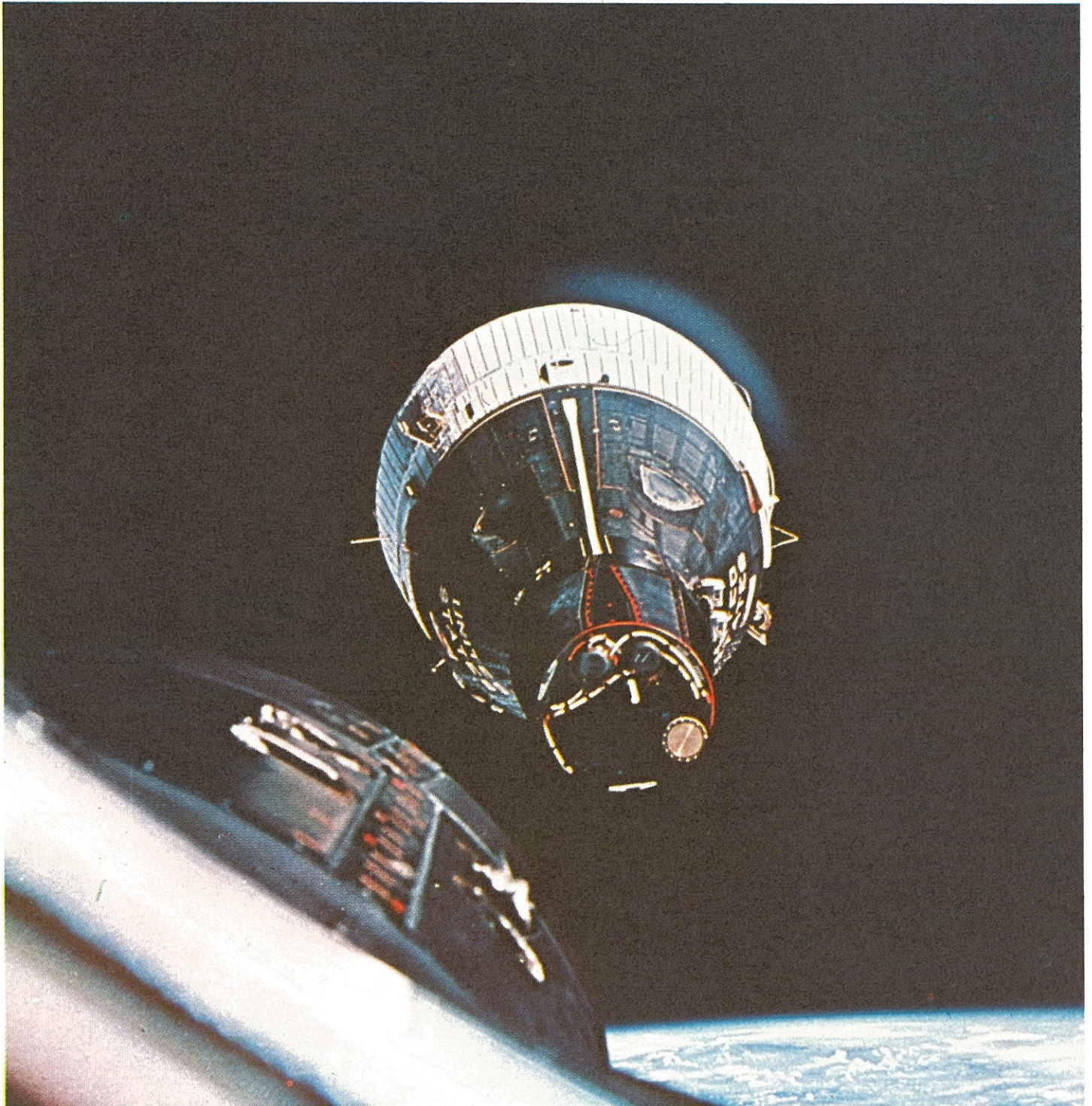




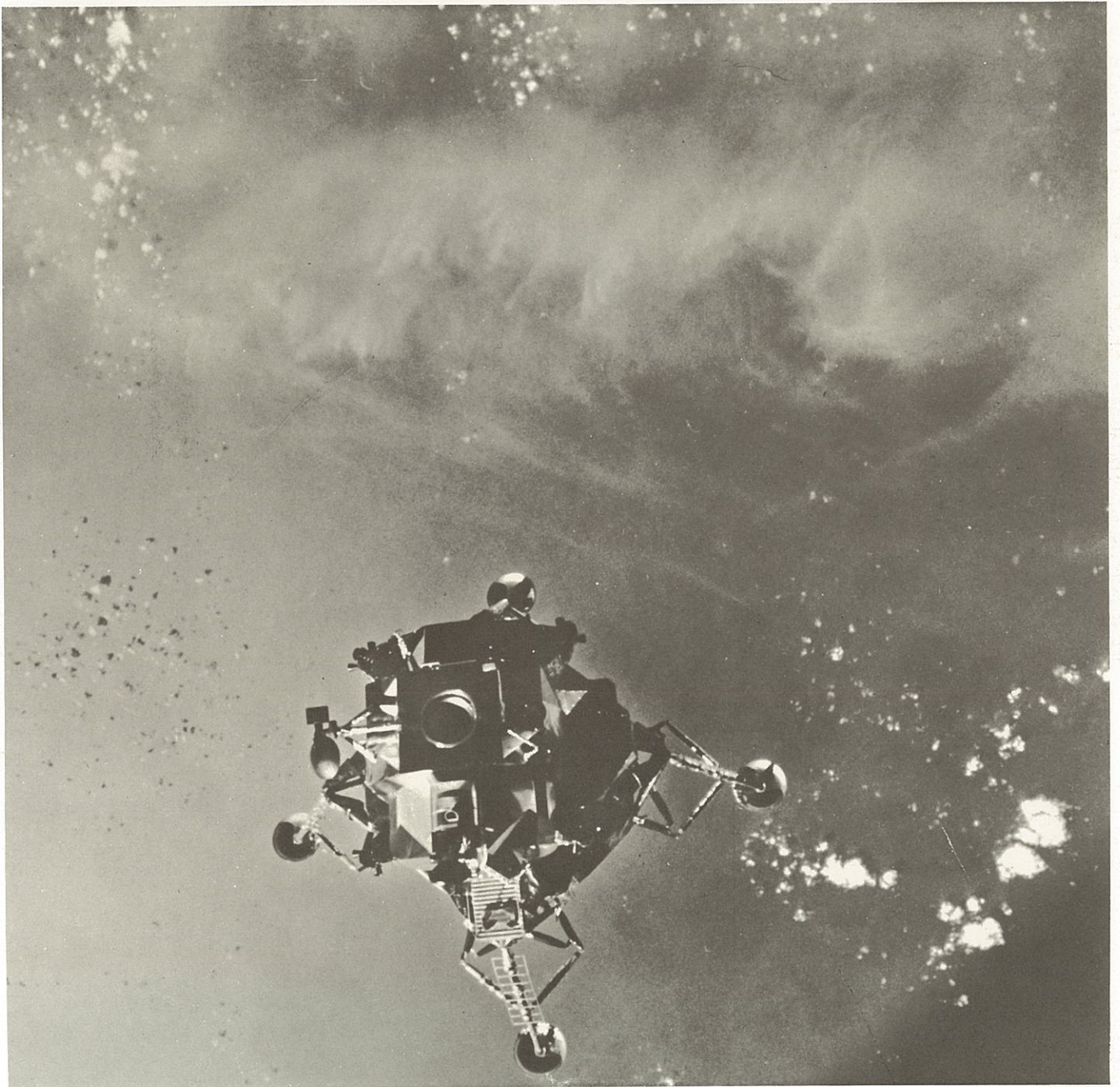
*Foto de una nave espacial
norteamericana tomada en
el espacio exterior.*

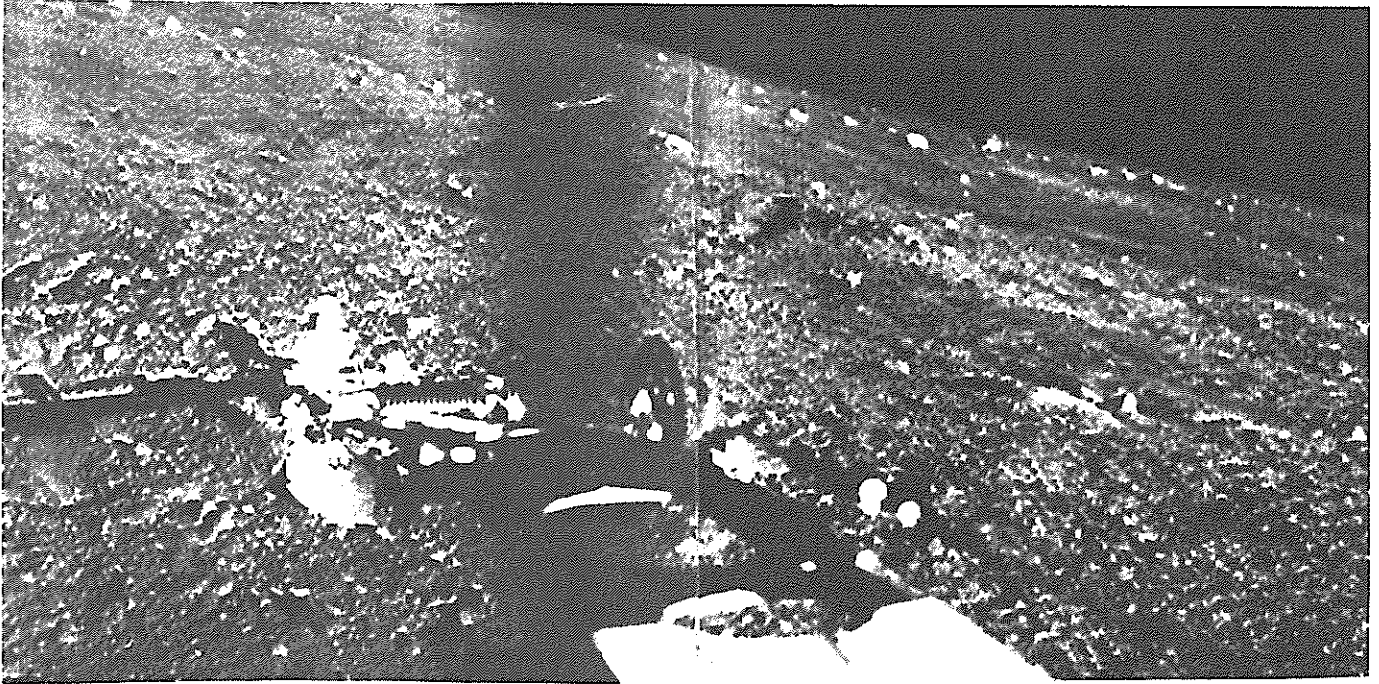


Acoplamiento de dos naves espaciales.

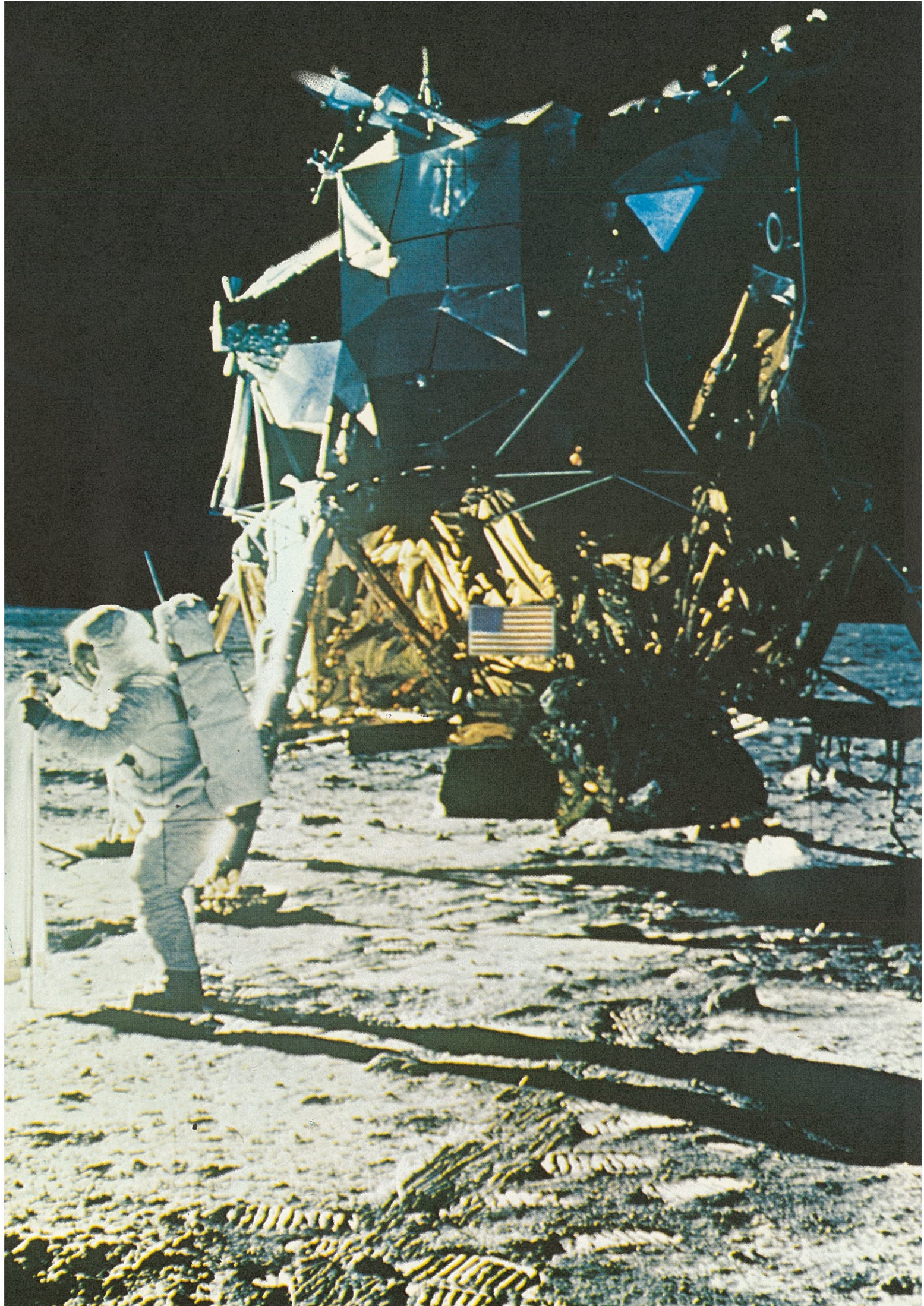


Imágen del módulo lunar.

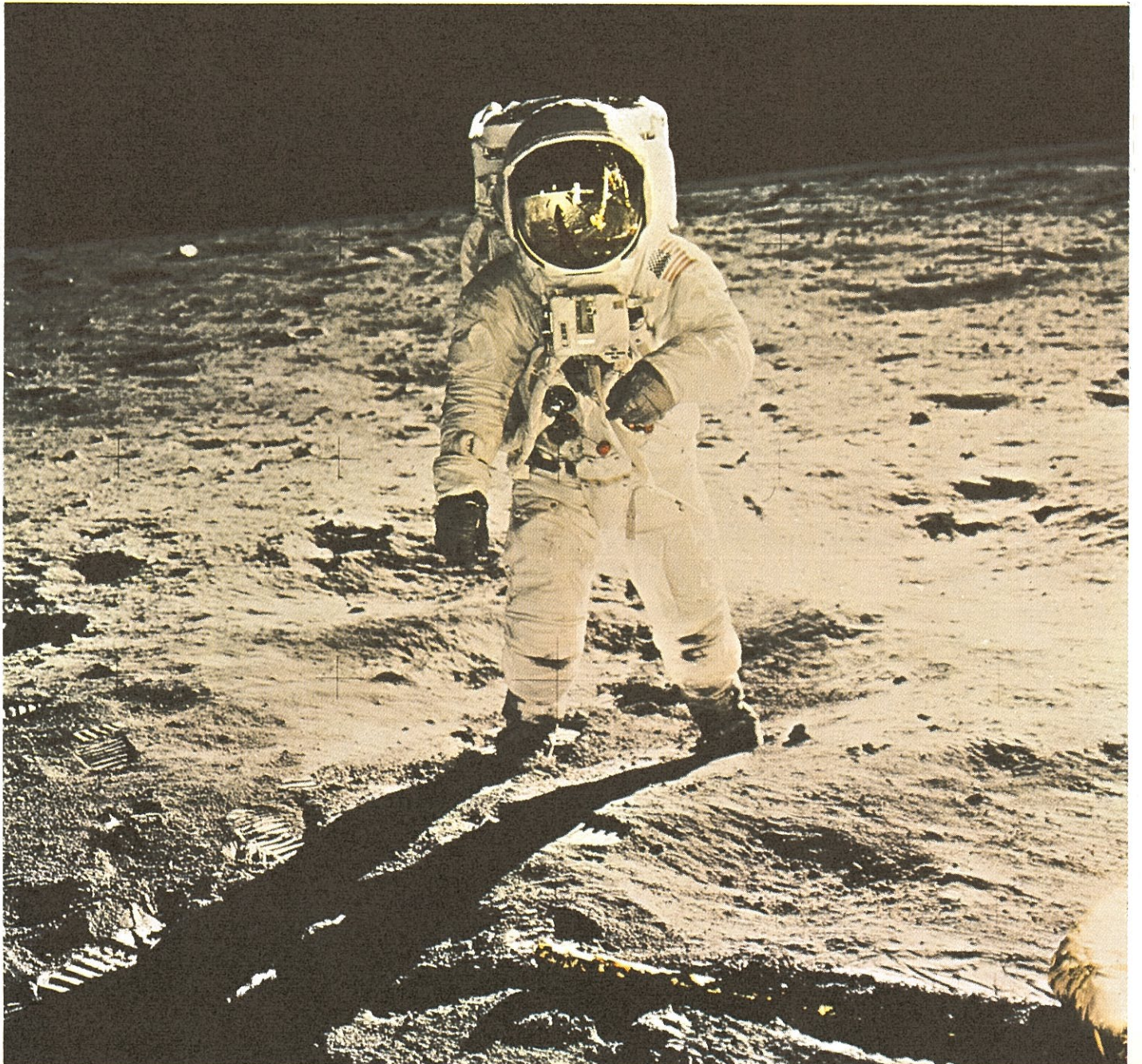


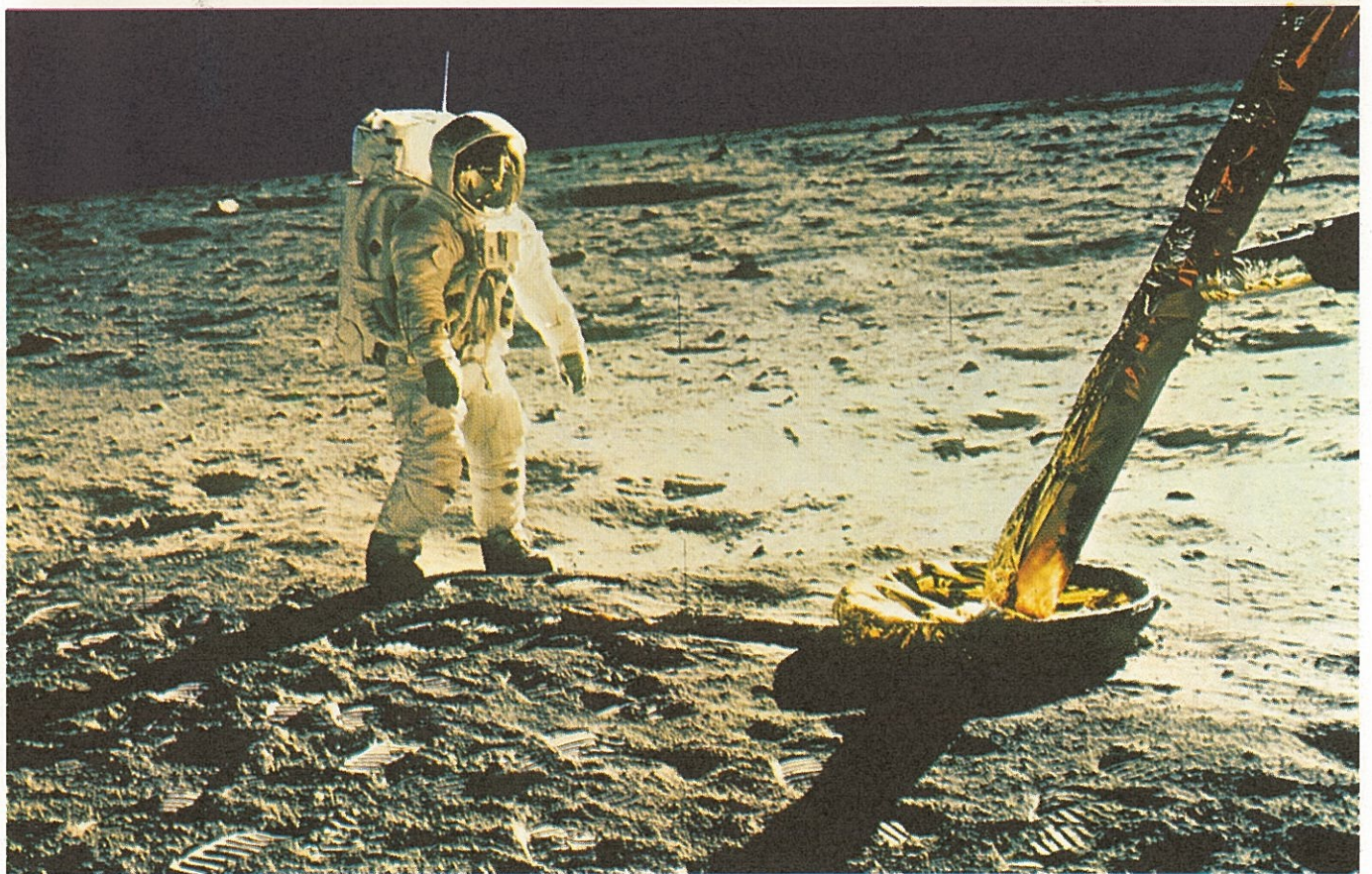
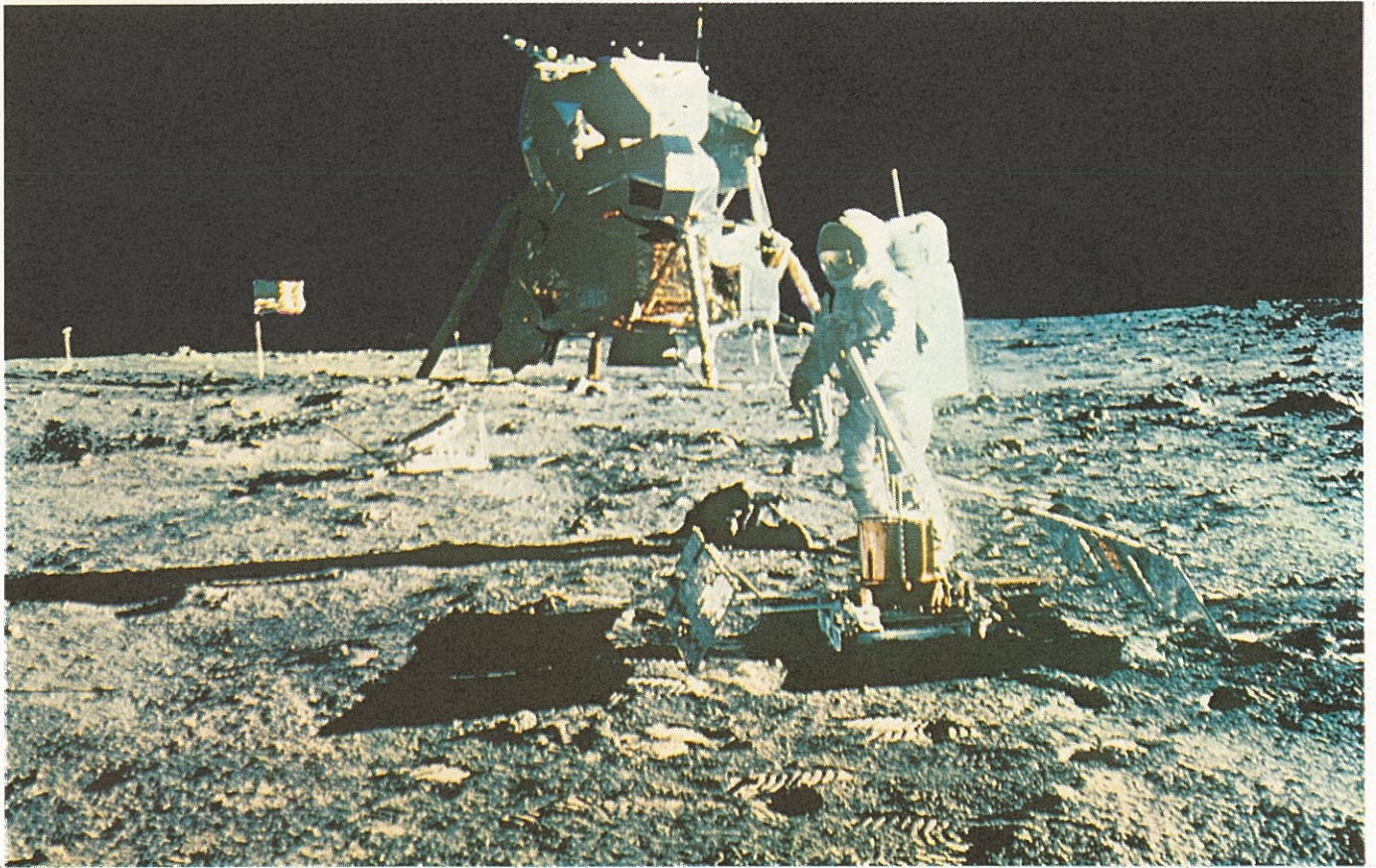


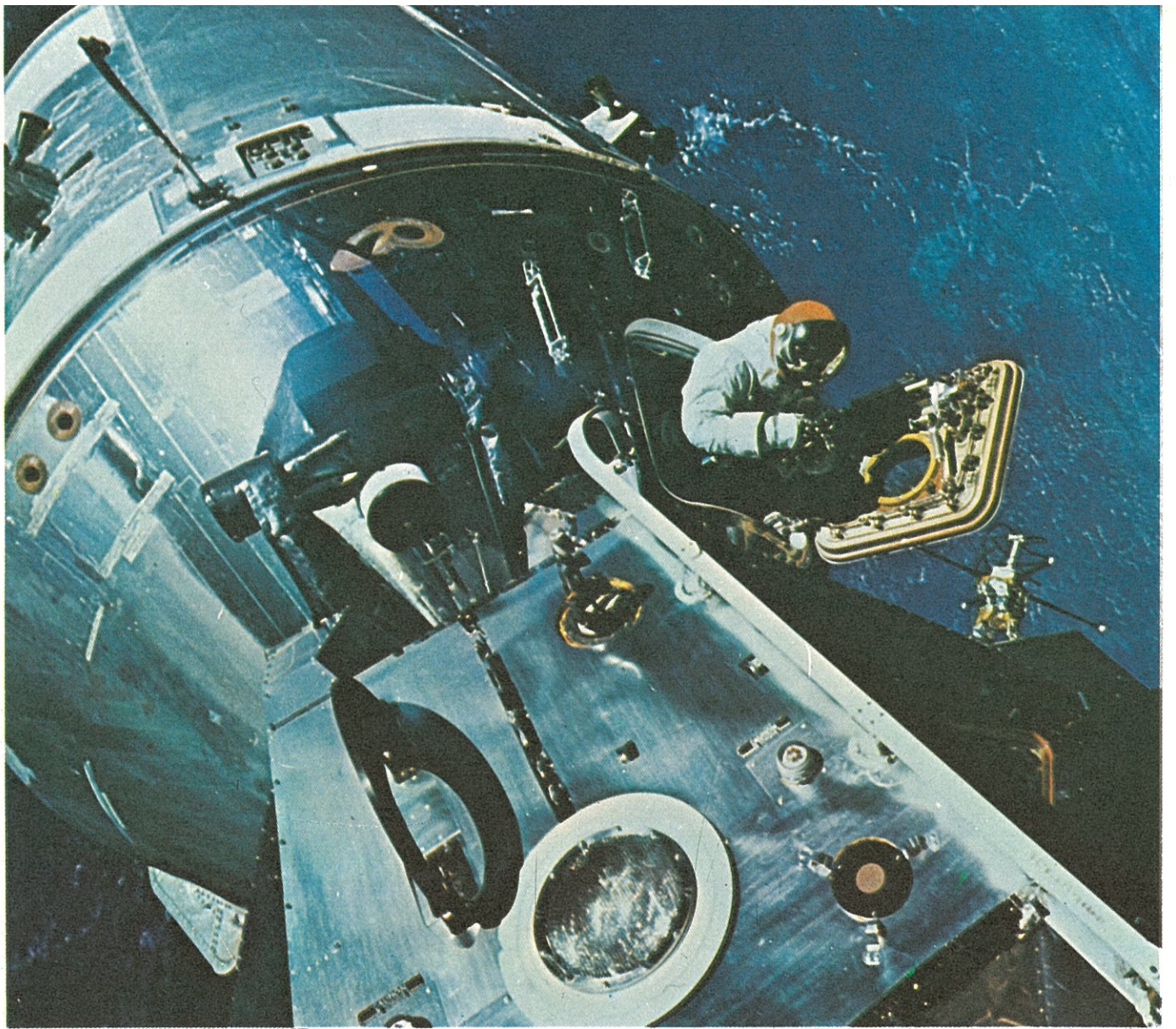
*Módulo lunar soviético,
LUNA XIII,
sobre el suelo selenita.*

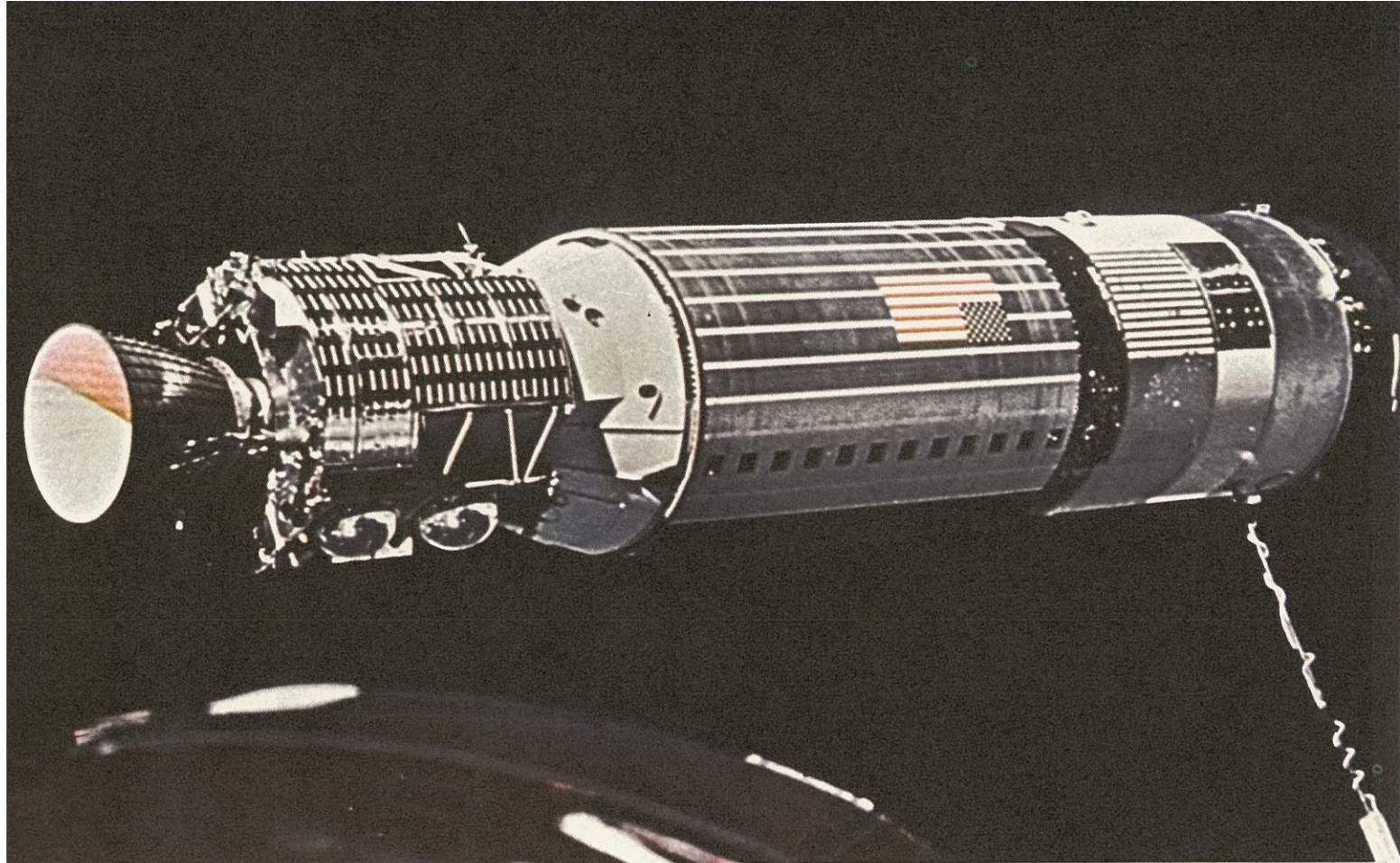


*El astronauta Aldrin
durante una excursión lunar.*



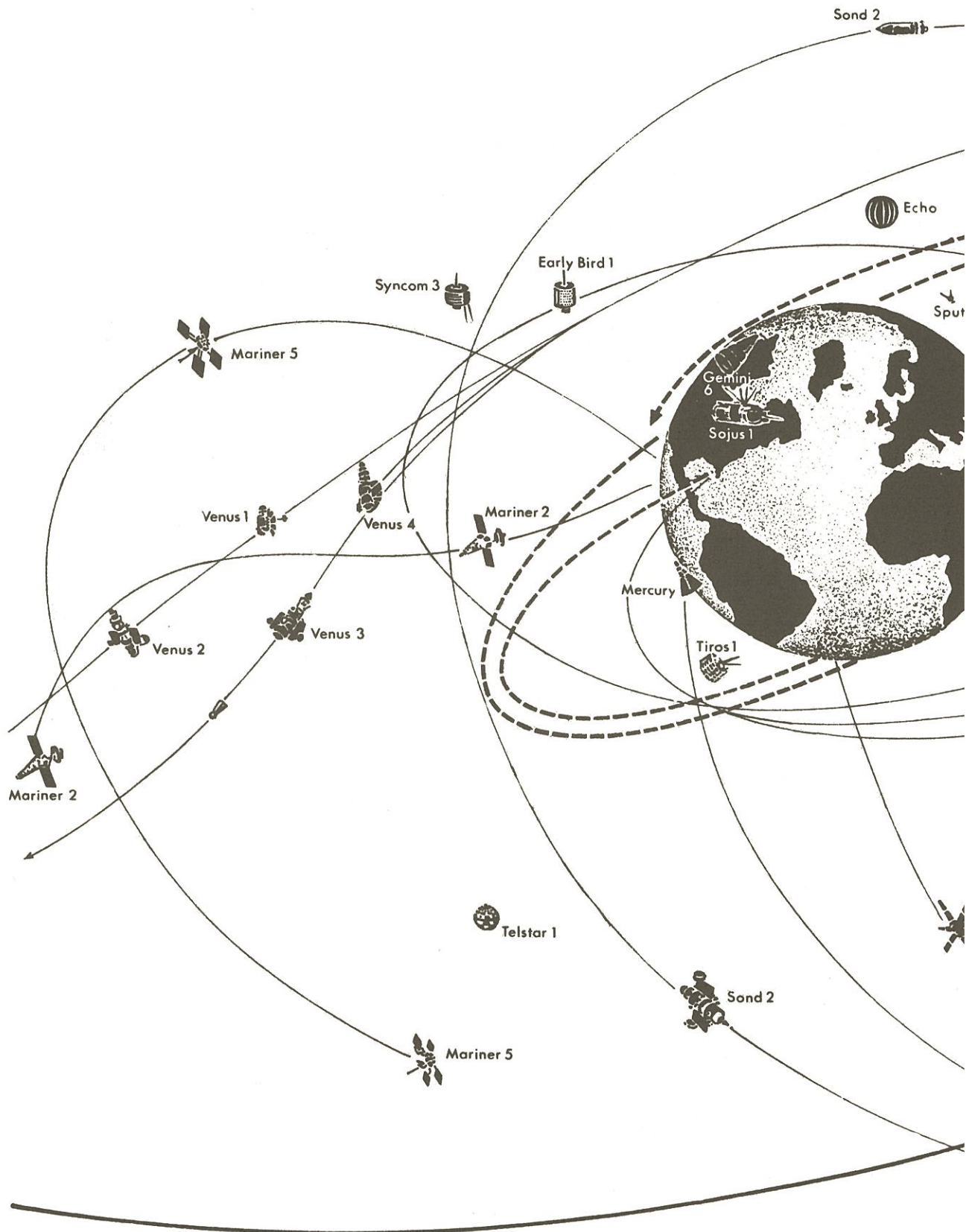


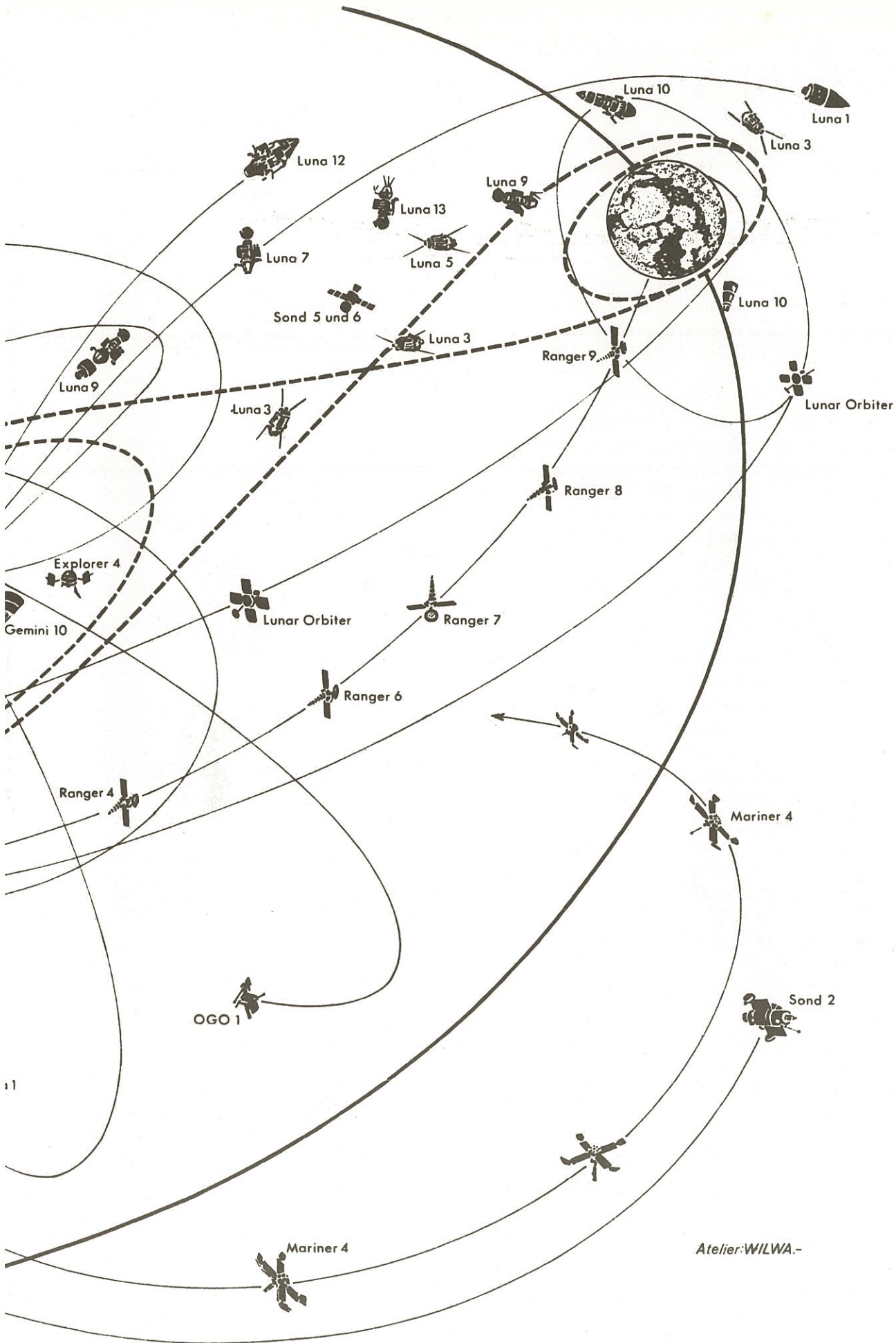




*Nave espacial norteamericana en
orbita espacial.*

Rutas de algunos de los ingenios espaciales lanzados por el hombre para fines muy diversos.





Atelier: WILWA.-

LECTURAS RECOMENDADAS

Para aquellos de nuestros lectores que se hayan quedado con ansias de aumentar sus conocimientos, les recomendamos a continuación algunas obras que se encuentran en castellano y son de fácil acceso tanto en el orden intelectual como económico.

ASIMOV, I.-1975. "El Universo". Una de las más completas, modernas y mejor escritas obras sobre el tema de las galaxias estrellas y todo lo que concierne al Universo, excepto al Sistema Solar. Alianza Editorial. Madrid.

CHARON, J.-1969. "La Luna, y mañana...". Una obra que resume fielmente la carrera del espacio hasta el momento en el que el hombre pisó la Luna. Ed. Plaza & Janes, Barcelona.

DUCROCQ, A.-1973. "La aventura del cosmos". Interesante obra que trata sobre diversos aspectos del funcionamiento de las estrellas y su base física. Ed. Labor. Barcelona.

EBBIGHAUSEN, E.-1974. "Astronomía". Uno de los mejores compendios que hay actualmente en el mercado sobre el conocimiento global de esta materia. Muy puesta al día. Ed. Labor. Barcelona.

ESTRADE, S.-1973. "Balance de la investigación espacial". Una serie de trabajos recopilados en el cual se hace honor al título de la obra. El Correo de la UNESCO, Barcelona.

GALIANA, Th.-1969. "Diccionario de Astronáutica". Útil obra para entender la compleja terminología de esta rama. Ed. Plaza & Janés, Barcelona.

LOVELL, B.-1975. "Conocimiento actual del Universo". Los últimos avances conseguidos gracias a la Radioastronomía. Ed. Labor. Barcelona.

ROMAN, C.-1969. "Secretos del Cosmos". Libro de fácil texto sobre los principales misterios del Universo. Libros RTV, Madrid.

Indice de capitulos

Prefacio	6
Capítulo I Los primeros hombres que miraron el firmamento	7
Capítulo II El astro rey	11
Capítulo III La Luna	17
Capítulo IV Los planetas	22
Capítulo V Los cometas	40
Capítulo VI Los meteoros y su parentela	41
Capítulo VII Las estrellas	44
Capítulo VIII Familias estelares	50
Capítulo IX El origen del Universo y sus partes	59
Capítulo X La conquista del espacio	63
APENDICE	
Las condiciones de un viaje espacial	77
Lecturas Recomendadas	94

