

# La gran aventura del "Pioneer 10"

MANUEL BAUTISTA ARANDA  
*General de Brigada  
Ingeniero Aeronáutico*

**Y**O quisiera resumir en estas líneas la brillante historia de un vehículo espacial, el Pioneer 10, que, lanzado al espacio hace ya 18 años, fue el primero que cruzó el Cinturón de Asteroides, el primero que pasó cerca del planeta Júpiter, el primero que cruzó las órbitas de Saturno, Urano, Plutón y Neptuno, saliendo fuera del Sistema Solar, el que más está adentrándose en las profundidades del espacio y el que todavía sigue enviando información que, entre otras cosas, podría contribuir a resolver el polémico tema de si existe o no un décimo planeta en nuestro Sistema Solar.

El Pioneer 10 se encuentra actualmente a unos 7.500 millones de kilómetros de la Tierra, lo que equivale a unas 20.000 veces la distancia de la Tierra a la Luna.

Pero antes de analizar cada una de estas hazañas, vamos a describir brevemente cómo es el Pioneer 10.

## EL PIONEER 10

El Pioneer 10 es un vehículo relativamente sencillo, robusto y barato. Y es así básicamente por dos razones. La primera de índole económica. El presupuesto disponible cuando se inició su proyecto y fabricación no permitía otra cosa. Y la otra, porque se trataba de una misión

que debía explorar espacios mal conocidos, con peligros potenciales altos (micrometeoritos, cinturones de radiación en torno a Júpiter,...), que podrían afectar al buen funcionamiento de los instrumentos de a bordo e incluso a la propia integridad del vehículo. El Pioneer 10 debía explorar y preparar el camino a otros vehículos posteriores, como lo fueron los Voyager 1 y 2, mucho más complejos y con capacidad para obtener mucha más información científica.

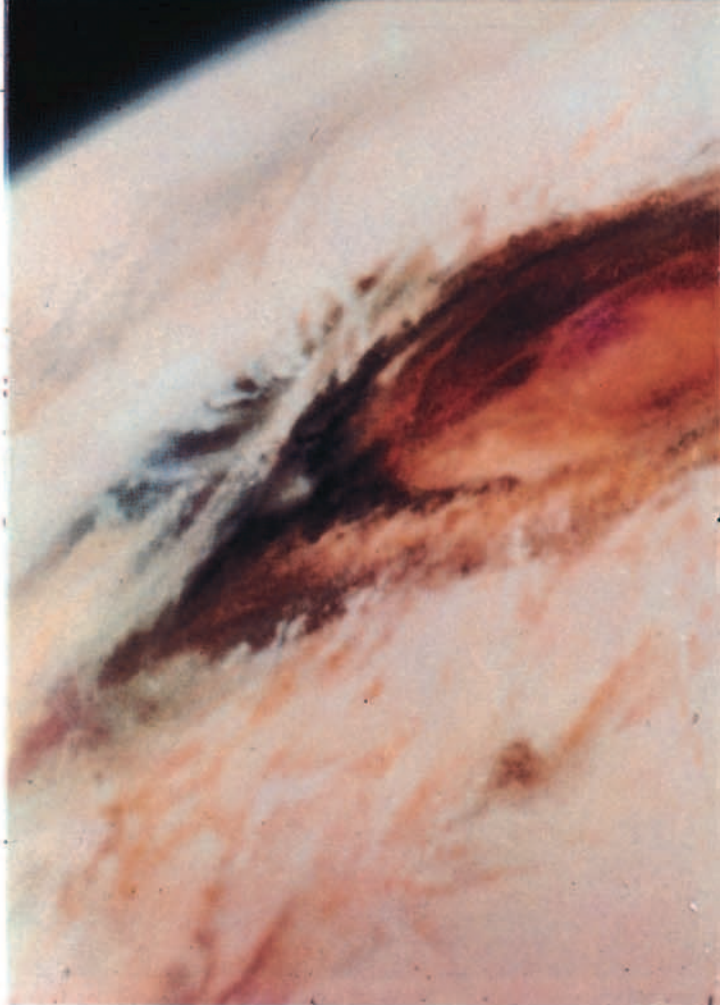
En la figura 1 se muestra una vista general del Pioneer 10. Su masa total es de 260 kg, en los que están incluidos 30 kg de instrumentos científicos y 27 kg de propulsante. Este propulsante permite realizar algunas correcciones en la trayectoria del vehículo y algunos cambios de su orientación en el espacio. La orientación es tal, que la gran antena parabólica debe estar normalmente apuntada ha-

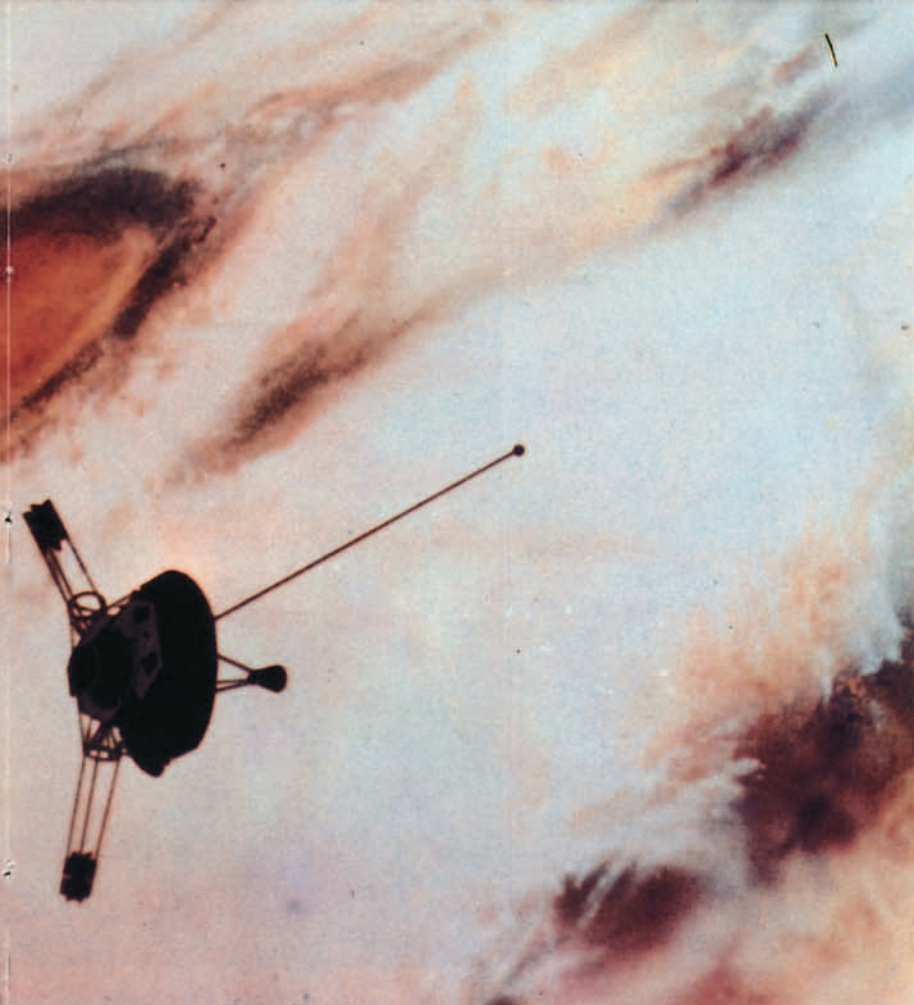
cia la Tierra. Dicha orientación se mantiene gracias al efecto giroscópico que se crea al hacer girar continuamente al vehículo con una velocidad de 5 revoluciones por minuto.

La antena parabólica, que destaca claramente en la figura 1, tiene un diámetro de 2,75 m, el máximo posible dado el espacio disponible en el cohete lanzador Atlas-Centauro. Este gran tamaño viene obligado por las enormes distancias a que deben mantenerse las comunicaciones.

Un aspecto en que el Pioneer 10 difiere de la mayor parte de los satélites terrestres es en el de la producción de energía eléctrica, que no se obtiene a partir de células solares, por el ínfimo rendimiento que tendrían a grandes distancias del Sol. En su lugar se ha recurrido al uso de generadores termoelectrónicos alimentados por isótopos radioactivos —el bióxido de

*El  
Pioneer 10  
pasa  
frente  
a la Gran  
Mancha  
Roja de  
Júpiter.*





plutonio 238— que producen en total 155 vatios en el momento de lanzamiento. En la figura 1 pueden verse estos generadores montados en los extremos de unas varillas, que se extienden y despliegan después del lanzamiento. Su montaje, alejados del cuerpo central del Pioneer 10, tiene por objeto reducir al mínimo los efectos de sus radiaciones sobre los instrumentos científicos.

Resulta sorprendente la poca potencia del transmisor del Pioneer 10, que es tan sólo de 8 vatios, es decir, menos que la más pequeña de las bombillas de nuestra casa, y que con esta poca potencia se puedan seguir recibiendo sus señales desde distancias superiores a los 7.500 millones de kilómetros. Un papel importante juega en ello la gran antena de a bordo, que concentra la energía radiada por el transmisor en un estrecho pincel de 3,3° de anchura orientado

siempre hacia la Tierra, lo que equivale a aumentar en unas 2.000 veces (33 db) la potencia del transmisor. Y, por supuesto, son decisivas las enormes antenas receptoras en tierra.

El Pioneer 10 lleva un total de once instrumentos científicos, con los que puede medir campos magnéticos, viento solar, rayos cósmicos, micrometeoritos y polvo interplanetario, cinturones de radiación en torno a Júpiter, sus emisiones radio, la composición y temperatura de su atmósfera y obtener imágenes de baja resolución.

### CRUCE DEL CINTURÓN DE ASTEROIDES

El Pioneer 10 se lanzó desde Cabo Cañaveral el 3 de marzo de 1972. Su velocidad inicial era de 51.700 km/h, la más alta conseguida hasta esa fecha. Le bastaron tan sólo 11 horas para

cruzar la órbita de la Luna. Recordemos que los astronautas del Proyecto Apolo tardaban unos 3 días en hacer este mismo recorrido.

Hasta llegar a la órbita de Marte, el Pioneer 10 navegaba por espacios que podíamos considerar como conocidos, pues antes habían sido cruzados por los "Mariner" 4, 6, 7 y 9 americanos y los "Mars" 2 y 3 rusos. Pero más allá de Marte empezaba lo desconocido, incluyendo en ello el temido Cinturón de Asteroides.

Los límites del Cinturón de Asteroides están mal definidos. Puede estimarse que queda comprendido entre 2 y 3,6 unidades astronómicas, es decir, entre unos 300 y 540 millones de kilómetros del Sol. Ello significa que el Pioneer 10 tardaría unos 200 días en cruzarlo.

Las ideas que se tenían sobre la constitución del Cinturón de Asteroides eran bastante imprecisas. El primero y mayor de los asteroides, Ceres, de 770 km de diámetro, fue descubierto en 1801. En 1890 ya había 300 asteroides catalogados. Actualmente se han fotografiado y calculado las órbitas de casi 4.000 asteroides, algunos de dimensiones escasamente superiores al kilómetro.

Pero, además de estos asteroides visibles y relativamente grandes, se suponía que el Cinturón debía contener cientos de miles de asteroides más pequeños e inmensas cantidades de partículas diminutas. El mayor peligro para el Pioneer 10 y para cualquier otro vehículo espacial estaba representado por las partículas con masa comprendida entre 0,1 y 0,001 gramos. Las de masa superior, por su menor abundancia, daban una pequeña probabilidad de impacto. Y las de masa inferior no ocasionarían daños sensibles aunque hubiese colisión. En cambio, las de masa comprendida entre los límites citados, animadas de una velocidad media de unos 48.000 km/h con

respecto al Pioneer, podían causar daños e incluso hacer peligrar el éxito de la misión.

A bordo del Pioneer 10 iban montados dos instrumentos destinados a obtener datos sobre la cantidad de partículas existentes, su masa, su velocidad y, en suma, su peligrosidad.

Los resultados obtenidos con el Pioneer 10 fueron muy satisfactorios. Cruzó el Cinturón de Asteroides sin haber recibido ni un solo impacto que afectara a su buen funcionamiento. Y el reducido número de impactos de pequeñas partículas reveló que no existe la temida concentración de micrometeoritos y de polvo y que el Cinturón de Asteroides no representa ningún obstáculo para futuros vuelos hacia los planetas exteriores.

De no haber sido así, los vehículos espaciales tendrían que haber pasado por encima o por debajo del Cinturón de Asteroides, cuyo espesor se estima en unos 40 millones de kilómetros a cada lado de la Eclíptica. Y esto requiere tal consumo de energía, que ni ahora ni en bastantes años podría haberse intentado.

## PASO JUNTO A JUPITER

A pesar de su gran velocidad inicial, el Pioneer 10 tardó 641 días, es decir, casi dos años, en llegar junto a Júpiter. El 4 de diciembre de 1973 pasó a su mínima distancia del planeta, a unos 130.000 km de la capa superior de nubes.

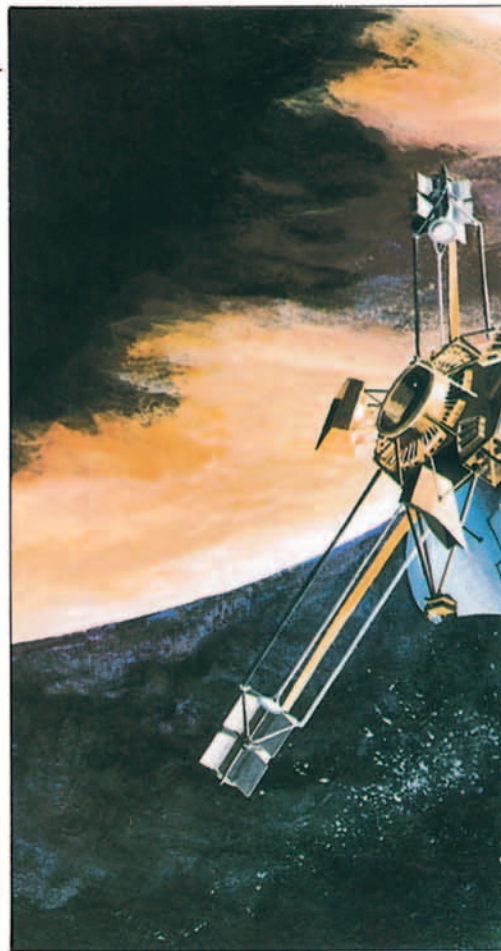
El "encuentro" con Júpiter empezó en realidad 7 días antes, cuando el Pioneer 10 cruzó la onda de choque producida cuando el viento solar choca e interacciona con el campo magnético del planeta. Hasta ese momento el Pioneer 10 sólo podía "sentir" la existencia de Júpiter por la atracción que ejercía sobre él, que la venía acusando desde unos dos meses antes y que le hacía ir aumentando progresivamente su velocidad.

Pero al cruzar la onda de choque, seis instrumentos del Pioneer 10 acusaron bruscamente que un planeta estaba próximo. La intensidad del campo magnético saltó de 0,5 a 1,5 gammas; la velocidad del viento solar bajó de 1.500.000 km/h a unos 750.000 km/h, y su temperatura aumentó en unas 100 veces. A partir de ese momento y durante un periodo de 16 días el Pioneer 10 estuvo inmerso en el espacio magnético de Júpiter.

El "encuentro" con Júpiter, además de ser la parte fundamental de la misión, era también la más delicada y difícil. Citemos tan sólo dos problemas:

— El primero eran los riesgos que podía correr el Pioneer 10 y sus instrumentos de a bordo al cruzar los anillos de radiaciones (se podían crear cargas estáticas entre elementos eléctricamente aislados, que provocasen chispas y dañasen algún instrumento, o simulasen comandos espurios; o los elementos semiconductores de los circuitos podían resultar degradados por protones o electrones de alta energía, dejándolos fuera de servicio), o al moverse dentro del intenso campo magnético del planeta (se podían inducir corrientes eléctricas en la estructura giratoria del vehículo, crear pares magnéticos de fuerza y perturbar su orientación), o al atravesar posibles concentraciones de polvo (con partículas moviéndose a gran velocidad y con gran energía cinética, que podían dañar mecánicamente al vehículo), etc.

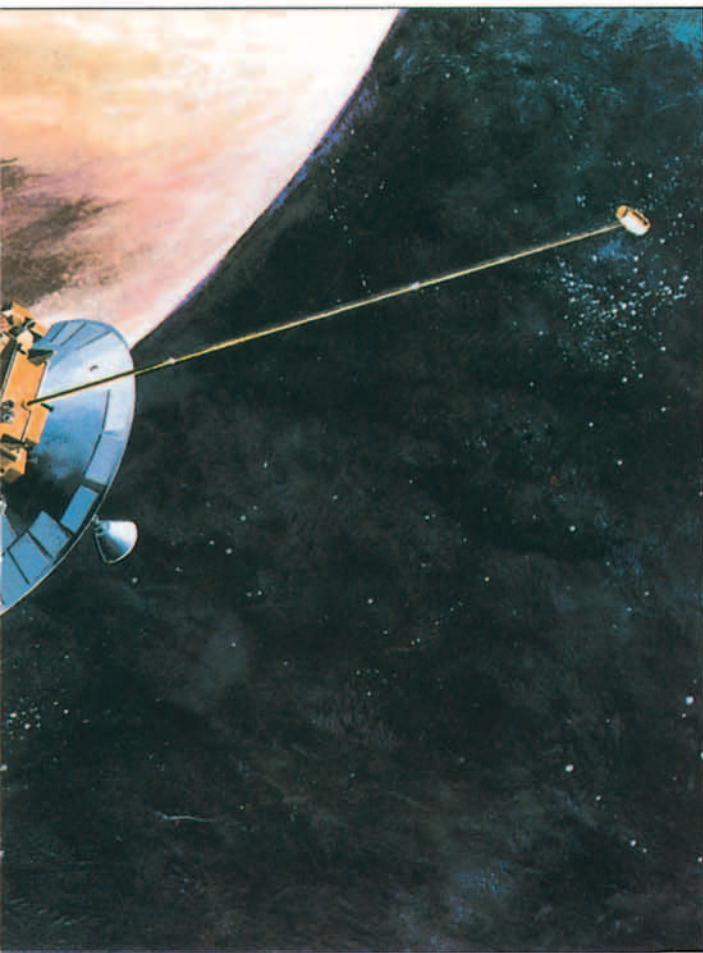
— El otro problema era inherente a la propia concepción de la misión. La relativa simplicidad del Pioneer 10 se traducía, entre otras cosas, en que el computador de a bordo tan sólo podía almacenar en su memoria cinco órdenes o comandos, mientras que la secuencia completa del "encuentro" requería la ejecución de unas 10.000 "manobras". El resultado es que el



encuentro tenía que controlarse totalmente desde Tierra, transmitiéndole en directo al Pioneer los 10.000 comandos necesarios. Pero con el grave inconveniente que, desde que se le enviaba una orden al Pioneer hasta que se recibía en Tierra la confirmación de que la orden había sido correctamente recibida a bordo y ejecutada, transcurrían 92 minutos, ya que éste es el tiempo que tardan las señales en recorrer, ida y vuelta, los 730 millones de kilómetros a que se encontraba el Pioneer de la Tierra.

Aunque los riesgos eran muchos, el Pioneer 10 cumplió a plena satisfacción la misión encomendada. Salvo pequeñas excepciones, todos los instrumentos de a bordo funcionaron correctamente.

La radiación total recibida al pasar cerca de Júpiter —unas mil veces superior a la dosis considerada como mortal para el 50 por 100 de los hombres—



*Concepción  
artística  
del  
Pioneer  
a su paso  
por  
Júpiter.*

ocasionó pocos daños permanentes en el vehículo, pero sí algunos comportamientos anómalos y pérdida de datos, atribuibles a comandos espurios.

La experiencia obtenida con el Pioneer 10 ha sido fundamental para la posterior exploración de Júpiter con los vehículos Voyager 1 y Voyager 2, lanzados 5 años después y que pasaron junto a este planeta en mayo y julio, respectivamente, de 1979, obteniendo, entre otros resultados, varios miles de fotografías de excelente calidad.

Entre los resultados científicos obtenidos durante el paso del Pioneer 10 cerca de Júpiter podemos indicar:

— El descubrimiento de que Júpiter es un planeta líquido, que no tiene una estructura y una superficie sólida como los demás planetas explorados hasta ese momento.

— Una medida mucho más exacta de las masas y densidades de sus 4 grandes satélites.

— Un primer modelo de la gigantesca magnetosfera de este planeta y de sus intensos cinturones de radiación.

— Las primeras imágenes detalladas de la Gran Mancha Roja.

### **EL PIONEER ESCAPA DEL SISTEMA SOLAR**

La enorme atracción gravitatoria de Júpiter —tégase en cuenta que su masa es 318 veces superior a la masa de la Tierra— alteró completamente la trayectoria del Pioneer 10. Su velocidad con respecto al Sol, que era de 38.500 km/h antes de iniciarse el encuentro, pasó a ser de 79.000 km/h después de él, por el efecto combinado de la atracción de Júpiter y la propia velocidad de este planeta en su movimiento de traslación alrededor del Sol.

Y esta nueva velocidad le ha permitido al Pioneer 10 cruzar

la órbita de Saturno (febrero de 1976), la de Urano (julio de 1979) y la de Neptuno (junio de 1983), saliendo así del Sistema Solar.

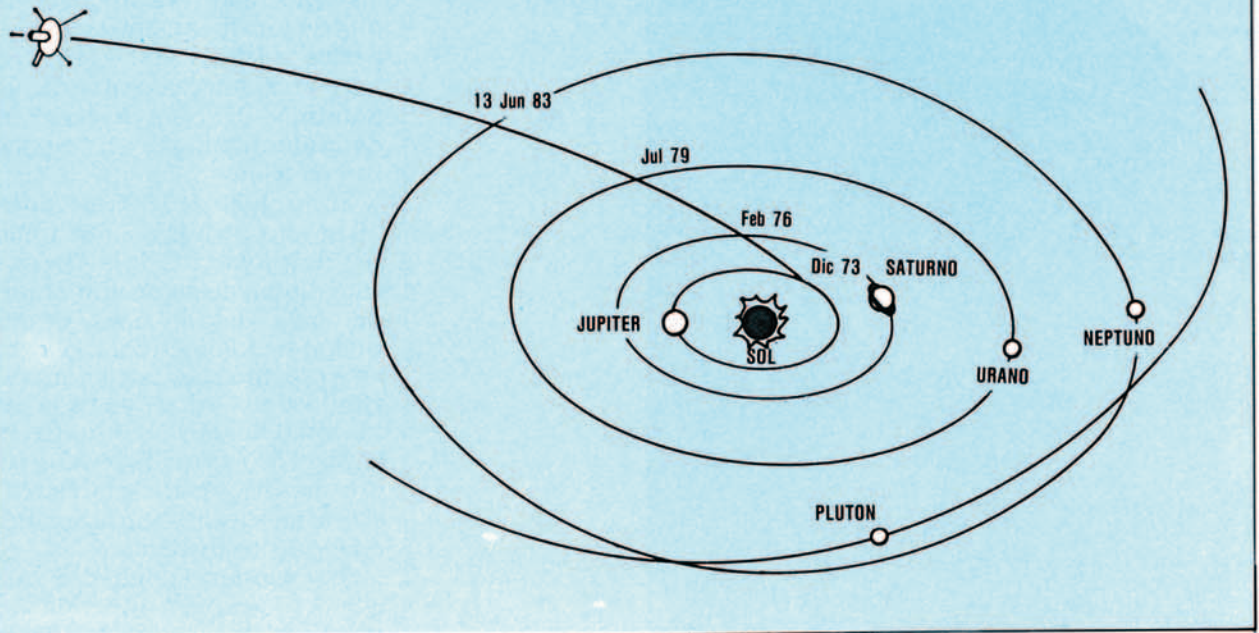
Al cruzar la órbita de Neptuno su velocidad era todavía de 49.168 km/h, sensiblemente superior a los 41.400 km/h que necesitaría para escapar de los dominios del Sol y navegar indefinidamente por el espacio interestelar.

El 1 de julio de 1990 el Pioneer 10 se encontraba a 7.531 millones de kilómetros de la Tierra. Y esta distancia sigue aumentando cada día en más de un millón de kilómetros. Las señales transmitidas por él, propagándose a la velocidad de la luz, tardan 6 horas y 58 minutos en llegar a la Tierra. Es el vehículo que más lejos está de la Tierra y el que más lejos seguirá estando en el futuro próximo.

Si tenemos en cuenta que, como indicamos antes, la potencia del transmisor de a bordo es tan solo de 8 vatios, es fácil imaginar lo extremadamente débiles que llegan sus señales a la Tierra. De hecho, cuando se lanzó el Pioneer 10 en 1972 se estimaba que las comunicaciones con él se perderían hacia 1979. Y si no se han perdido todavía es por los importantes avances técnicos que han tenido lugar durante estos años, que han permitido ir mejorando la capacidad receptora de las estaciones terrestres a un ritmo más rápido de aquel con que se iban debilitando las señales del Pioneer 10. Y todavía se espera mantener comunicaciones durante algunos años más, posiblemente hasta el año 2000.

Al tratar el tema de las comunicaciones, debemos señalar el importante papel que ha desempeñado y sigue desempeñando la Estación Espacial de Robledo de Chavela en apoyo del Pioneer 10. Esta Estación junto con sus homólogas en Canberra (Australia) y Goldstone (Estados Unidos), han sido las encargadas de mantener dichas comunicaciones.

SITUACION ACTUAL  
DEL PIONEER 10  
A 7.500 MILLONES DE  
KM. DE LA TIERRA



Trayectoria seguida por el Pioneer 10.

El Pioneer 10 sigue enviando información científica de regiones que nunca habían sido exploradas por el hombre. La mayor parte de sus instrumentos siguen funcionando correctamente.

### EL FUTURO DEL PIONEER 10

El Pioneer 10 se aleja en dirección a la constelación de Leo, justamente hacia el punto definido por las coordenadas celestes: ascensión recta  $11^h$  y  $11^m$  y declinación  $+25^\circ 15'$ .

Según los cálculos actuales, el Pioneer no pasará cerca de ninguna estrella durante los próximos 850.000 años. La estrella más cercana durante este período de tiempo será ROSS 248, pero pasará de ella a una distancia de 3,27 años luz, que es una gran distancia.

El Pioneer 10 todavía no ha terminado su vida útil. Con los datos que siga transmitiendo

se espera poder resolver tres cuestiones de gran importancia científica.

La primera es conocer hasta dónde se extiende la atmósfera del Sol, la heliosfera. Refleja el espacio en que predomina la influencia del Sol sobre el medio interestelar. Esta atmósfera está creada por el viento solar, que parte continuamente del Sol con velocidades superiores al millón de km/h y se propaga en todas las direcciones. Se espera que el Pioneer 10 cruce la heliopausa, o zona de separación entre la heliosfera y el medio interestelar, antes de que se pierdan las comunicaciones con él.

La segunda cuestión se refiere a la posible detección de ondas gravitatorias, predichas por la teoría de la relatividad de Einstein, pero que todavía no han podido ser detectadas. La enorme distancia a que se encuentra el Pioneer 10 y la gran precisión con que puede medirse su posi-

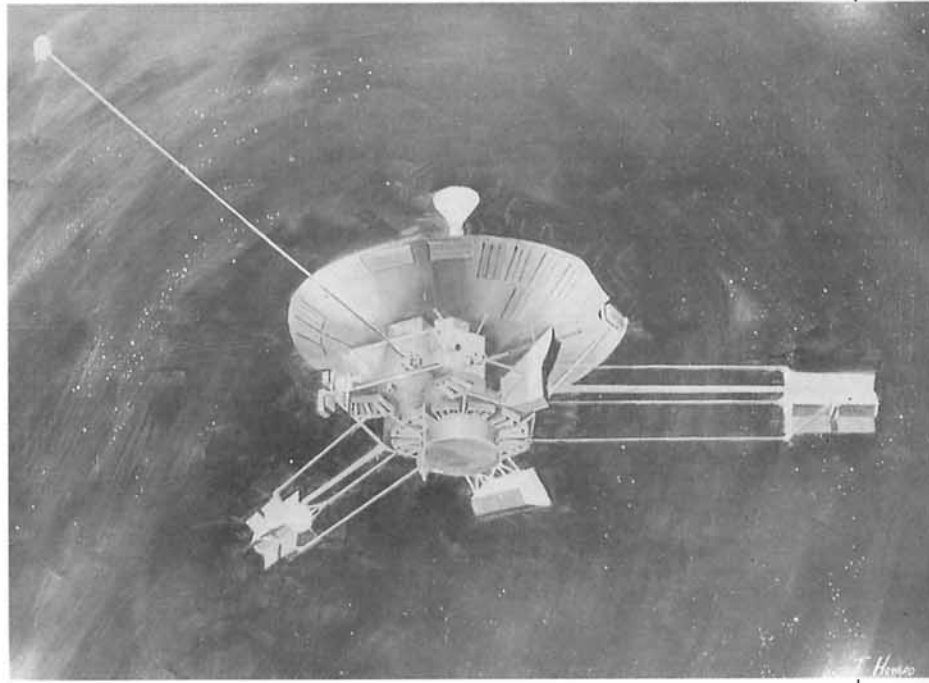
ción y velocidad, proporcionan una excelente oportunidad para tratar de detectar este tipo de ondas.

Y por último, el Pioneer 10 podría aportar datos importantes que ayudasen a esclarecer la existencia o no de un décimo planeta en el Sistema Solar, más allá de Neptuno y de Plutón. Hace ya bastantes años que los astrónomos vienen considerando la posible existencia de un planeta todavía no descubierto. Se basan para ello en las perturbaciones que se observan en las órbitas de Urano y Neptuno. Para explicar estas perturbaciones se han formulado varias hipótesis, pero ninguna es totalmente satisfactoria. La más plausible es la de que están producidas por un planeta desconocido. Después de muchos cálculos se ha llegado a estimar que este décimo planeta deberá tener una masa de unas 5 veces la de la Tierra, que girará alrededor del Sol en una órbita muy

excéntrica, muy inclinada con respecto al plano de la Eclíptica y con un periodo comprendido entre 700 y 1.000 años. Pero entre los astrónomos no hay unanimidad, ni con mucho, en estas estimaciones.

Una cuidadosa medida de la trayectoria que sigue el Pioneer 10 y de sus posibles perturbaciones puede ayudar a resolver esta cuestión. De hecho, la no detección hasta la fecha de perturbaciones en dicha trayectoria ha servido para descartar algunas de las hipótesis que se habían formulado.

En el estudio del espacio lejano y en la posible solución de las cuestiones que acabamos de citar colabora otro vehículo espacial, el Pioneer 11, gemelo del Pioneer 10, lanzado un año más tarde (6 de abril 1973), que pasó también cerca de Júpiter (5 de diciembre 1974), después cerca de Saturno (1 de septiembre 1979) y que también se aleja indefinidamente del Sol, pero en sentido opuesto al Pioneer 10, hacia la constelación de Acuario. Su distancia a la Tierra es menor, era, "tan solo",

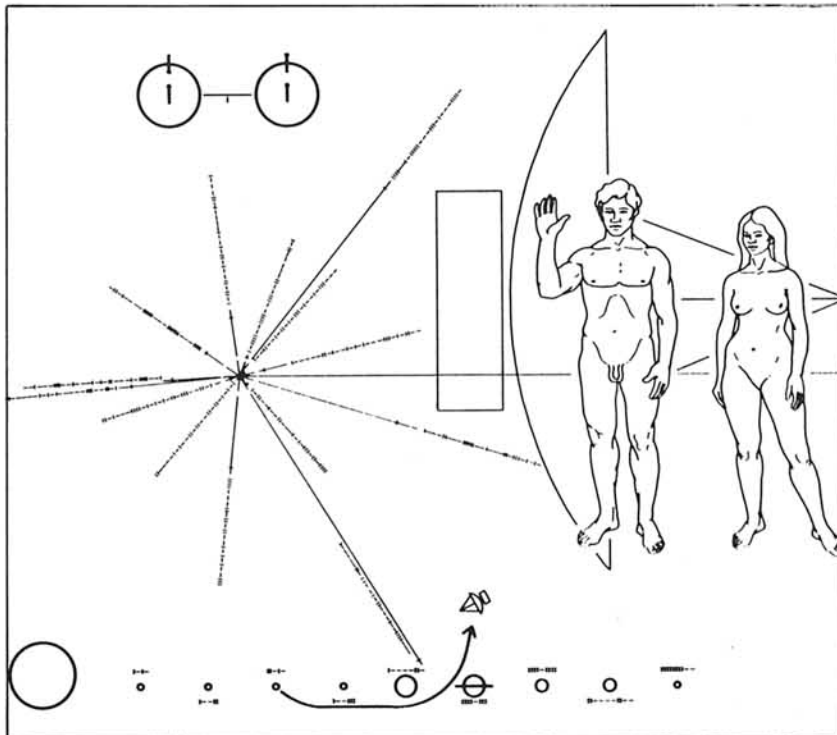


Vista general del Pioneer 10.

de 4.517 millones de kilómetros al 1 de julio de 1990.

Ya para terminar estas líneas, a título de curiosidad científica podemos citar la pequeña placa grabada montada en los Pio-

neer 10 y 11. Si en su futuro camino por los espacios interestelares fuese capturado uno de estos vehículos por cualquier civilización extraterrestre, los dibujos contenidos en la placa, adecuadamente interpretados, indicarían cuándo fue lanzado, la posición en la galaxia del sistema solar de procedencia, el planeta desde donde partió y la forma y dimensiones de los seres que lo construyeron. La explicación de cómo puede deducirse toda esta información es muy larga. Digamos únicamente que para utilizar unidades de medida que puedan ser universalmente conocidas, ha habido que olvidarse de las unidades a que estamos acostumbrados, tales como el metro y el segundo, que carecerían de significado para cualquier civilización extraterrestre. Se ha recurrido a la longitud de onda (21.1 cm) de la radiación emitida por los átomos neutros de hidrógeno al cambiar el sentido del spin del electrón, y a las señales recibidas del 14 pulsares, mostrando las direcciones en que se reciben. ■



Placa montada a bordo del Pioneer 10.