

Transcurridos 35 años desde su lanzamiento, la sonda espacial Voyager I se ha convertido en el primer objeto fabricado por el hombre que ha abandonado el Sistema Solar. La nave de exploración ya viaja por el espacio Interestelar. Desde que inició su espectacular misión, esta sonda de la NASA ha explorado Júpiter, Saturno y su satélite Titán, proporcionando un enorme caudal de fotografías y datos científicos.

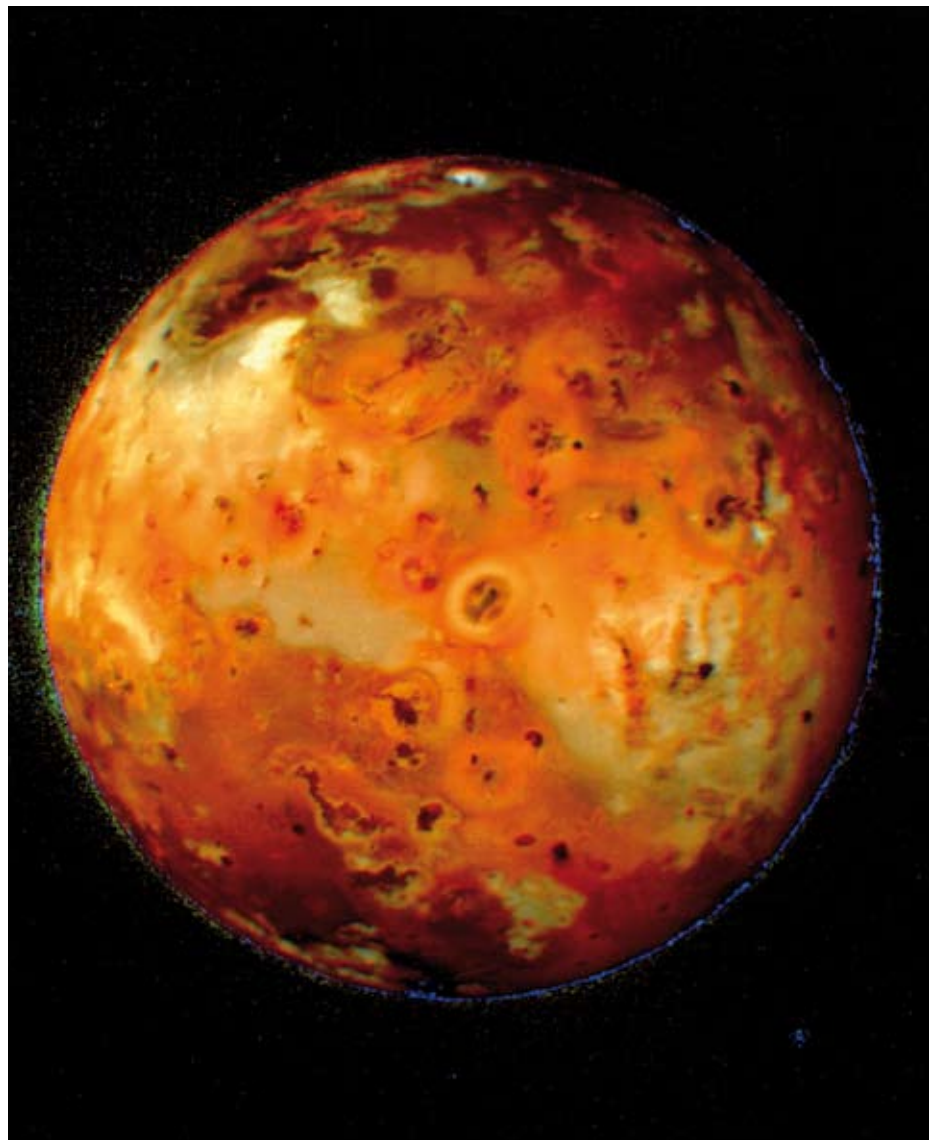
La sonda espacial Voyager abandona el Sistema Solar

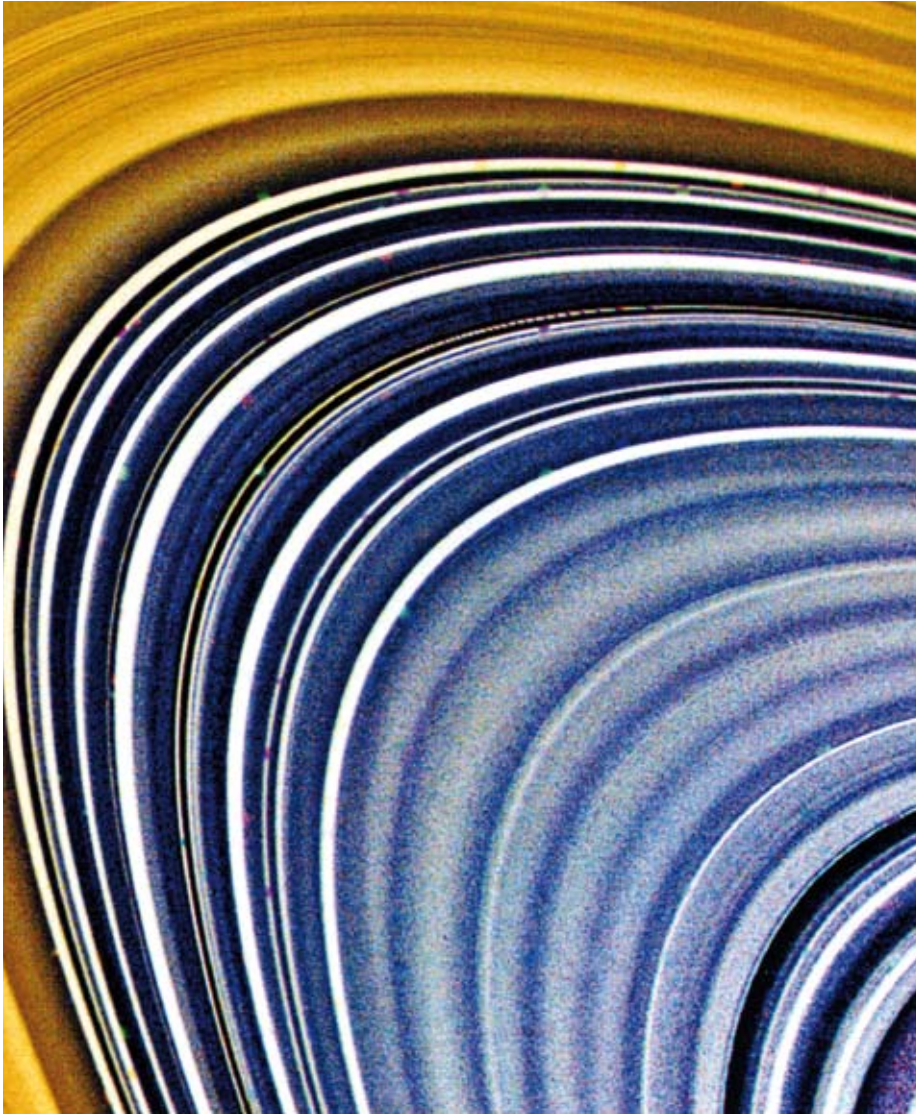
Francisco Enrique Sánchez-Lafuente Pérez,
Ingeniero Técnico de Telecomunicación

Los científicos de la NASA afirman que fue el pasado 25 de agosto cuando la sonda registró en su entorno exterior un aumento significativo de partículas procedentes del exterior del Sistema Solar y paralelamente una disminución de las procedentes de su interior. En aquel momento, los responsables de la agencia espacial estadounidense decretaron que la Voyager I había abandonado el Sistema Solar.

La *heliosfera* es el nombre que se le da a la región espacial que se encuentra bajo la influencia del viento solar y su campo magnético. Se compone de iones procedentes de la atmósfera solar y se extiende más allá de la órbita de Plutón. Protege al Sistema Solar de las partículas de alta energía tales como protones y núcleos de helio acelerados que alcanzan velocidades de la luz y que son generados por supernovas distantes y agujeros negros. La heliosfera forma una burbuja magnética en cuyo interior se encuentran los planetas de nuestro Sistema Solar. El límite teórico que impone esa burbuja es la **heliopausa** y señala el límite de la influencia del Sol.

La capa que separa la heliopausa del *frente de choque de terminación* es la región que se denomina *heliofunda*. Es la región anterior a la heliopausa y se caracteriza por una disminución del





Anillos de Saturno.

viento solar y donde ya comienzan a manifestarse los efectos del medio interestelar. Fue en fecha 7 de julio de 2009 cuando la Voyager 1 estando a 109,71 UA (16 414 millones de kilómetros) del Sol, cruzó el *frente de choque de terminación* y se introdujo en ella.

El 12 de septiembre de 2013 los científicos de la NASA alcanzaron un acuerdo, tras analizar las observaciones. Estas mostraban una importante disminución de electrones por metro cúbico a partir de la fecha 25 de agosto de 2012 (ésta se redujo hasta **0,08** electrones, lo que quedaba dentro de las estimaciones que los modelos actuales predicen para la zona situada más allá del Sistema Solar, que se estima entre **0,05** y **0,22** electrones por metro cúbico).

Añadido a lo anterior surgió la oportunidad de *comprobar* si el origen del plasma que rodeaba a la sonda procedía del Sol o del espacio interestelar. Una erupción del

Sol ocurrida en marzo de 2012 que solo es posible captar en un medio denso de plasma, como el exterior del Sistema Solar, fue captada por la Voyager 1 lo que confirmaría se encontraba inmersa en el medio interestelar tal como se había supuesto. De esta manera, la veterana sonda de exploración pasó a ser considerada como el primer objeto creado por el hombre en superar la heliopausa y en adentrarse en el espacio interestelar.



Imagen del disco con mensajes que transporta la sonda.

La sonda Voyager I fue lanzada el 5 de Septiembre de 1977 (hace 36 años) con un cohete Titán IIIE-Centaur/6, desde Cabo Cañaveral (Florida). Su misión original junto a la Voyager II, era el estudio de los cuatro planetas gigantes gaseosos más alejados en el Sistema Solar: Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno aprovechando la especial disposición de los mismos, hecho que sucede una vez cada 176 años y que permite sobrevolar uno de ellos para aprovechar su gravedad, lo que facilita aumentar la velocidad de la nave para seguir viaje hacia otro planeta. Esta maniobra, denominada impulso gravitacional, se repite al llegar a su segundo destino, y así sucesivamente. Todo ello hace posible disminuir el gasto de energía de la nave y el tiempo que invierte en una misión planetaria.

El uso de los propulsores propios de la nave se limita pues a realizar pequeñas correcciones en la trayectoria. Como misión extendida figura el estudio de los límites del Sistema Solar incluyendo el Cinturón de Kuiper (1). Los datos que obtiene la Voyager 1 se envían a la Tierra y al DSN (*Deep Space Network*) en tiempo real a 160 bps. Una vez a la semana graba durante 48 segundos datos que se envían a la Tierra.

El equipo que impulsa a esta sonda está constituido por tres generadores termoeléctricos de radioisótopos (RTG) dispuestos en serie que permiten la conversión del calor de desintegración del plutonio 238 en electricidad. Suministraban 470 W en el momento de su lanzamiento (en la actualidad menos). Actualmente, la Voyager I se encuentra a unos 18.000 millones de km de nuestro Sol y viaja a alta velocidad (1,6 millones de kilómetros al día).

El 5 de marzo de 1979, la Voyager I se situó a 349.000 kilómetros de la superficie de Júpiter, un planeta gigante gaseoso de unos 143.000 km de diámetro. Su atmósfera está constituida fundamentalmente por *hidrógeno* (>81%), **helio** (>17%) y en menor proporción amoníaco (0,02%), metano (0,1%), vapor

¹ El cinturón de Kuiper es un conjunto de cuerpos de tamaño entre 100 y 1.000 Km de diámetro y que orbitan a una distancia del Sol de entre 30 y 100 unidades astronómicas (UA), más allá de la órbita de Plutón.



de agua (0,1%), etano (0,0002%), fosfina (0,0001%) y sulfuro de hidrogeno (< 0,0001%).

Júpiter es el planeta que gira más rápido sobre sí mismo en nuestro Sistema Solar. La duración de un día varía desde 9 horas y 56 minutos alrededor de los polos a 9 horas y 50 minutos cerca del ecuador. Orbita alrededor del Sol una vez cada 11.86 años de la Tierra.

Júpiter es el mayor cuerpo celeste del Sistema Solar después del Sol. Tiene por lo menos 67 lunas conocidas. Una de ellas, Ganímedes, es la luna más grande en el Sistema Solar. El hidrogeno de las capas mas inferiores y cuando la presión se eleva lo suficiente pasa al estado liquido y más adelante a hidrogeno liquido metálico (protones y electrones ionizados). Su campo magnético se produce por corrientes eléctricas que se circulan en esta capa. Su núcleo probablemente está compuesto de elementos rocosos (silicatos y hierro). Carece de una superficie interior defi-



La nave Voyager 1 fue lanzada el 5 de septiembre de 1977.

nida y la capa atmosférica más baja, la troposfera, da paso al líquido interior del planeta.

La mayor parte de las observaciones de lunas, anillos, campos magnéticos, radiación y medio ambiente se realizaron en las 24 horas previas y 24 horas posteriores a su máxima aproximación. Terminó de fotografiar el planeta en abril, siendo sucedida por la Voyager II, que realizó su máximo acercamiento el 9 de julio a 570.000 Km. de las cimas de sus nubes.

El planeta cuenta con un sistema de tres anillos muy pequeños, descubierto por la sonda espacial Voyager I, en 1979. Los anillos se denominan Halo (a 100.000 km), Principal (a 122.800 km) y Gossamer (a 129.200 km). Los anillos de Júpiter fueron observados por primera vez por la sonda espacial Voyager I y han sido investigados más en profundidad durante los años 90 y los primeros años del siglo XXI mediante las sondas Galileo, Cassini y New Horizons. Están

compuestos por partículas y polvo arrancados de sus satélites por meteoritos.

Gracias a la Voyager I se pudo saber que la Gran Mancha Roja de Júpiter es una gran tormenta, de 12.000 a 25.000 km de diámetro que rota en sentido contrario a las agujas del reloj, que alcanza los 400 kilómetros por hora y que se encuentra activa en el planeta desde hace al menos unos 300 años. Júpiter presenta un fuerte campo magnético, 14 veces más fuerte que el de la Tierra.

Los equipos de ambas sondas fueron protegidos para soportar las previsible fuertes dosis de radiación a su paso por este planeta. Voyager I descubrió actividad volcánica en Io, luna de Júpiter siendo la primera vez que se detectó este tipo de actividad fuera de La Tierra.

El 12 de noviembre de 1980 y con ayuda de la aceleración proporcionada por el campo magnético de Júpiter, la Voyager I alcanzó Saturno. Meses después, el 25 de agosto de 1981, lo haría Voyager II. La mayor aproximación de la primera fue de 64.200 Km. y la de la segunda 41.000 km. Saturno es un planeta gigante gaseoso, sexto del Sol y de 143.000 km de diámetro. Su atmosfera está constituida fundamentalmente por hidrógeno (> 93%), helio (> 5%) además y en menor proporción amoníaco (0,01%),

Un paso "histórico" para la humanidad

Consideramos que la humanidad ha dado un paso histórico entrando en el espacio interestelar (entre el espacio del Sol y el de otro astro)", señaló el jefe de la misión Voyager. "Al abandonar la heliosfera y navegar por los mares cósmicos entre las estrellas, la Voyager I se ha unido a la historia de la exploración: la primera vuelta a la Tierra, los primeros pasos sobre la Luna".

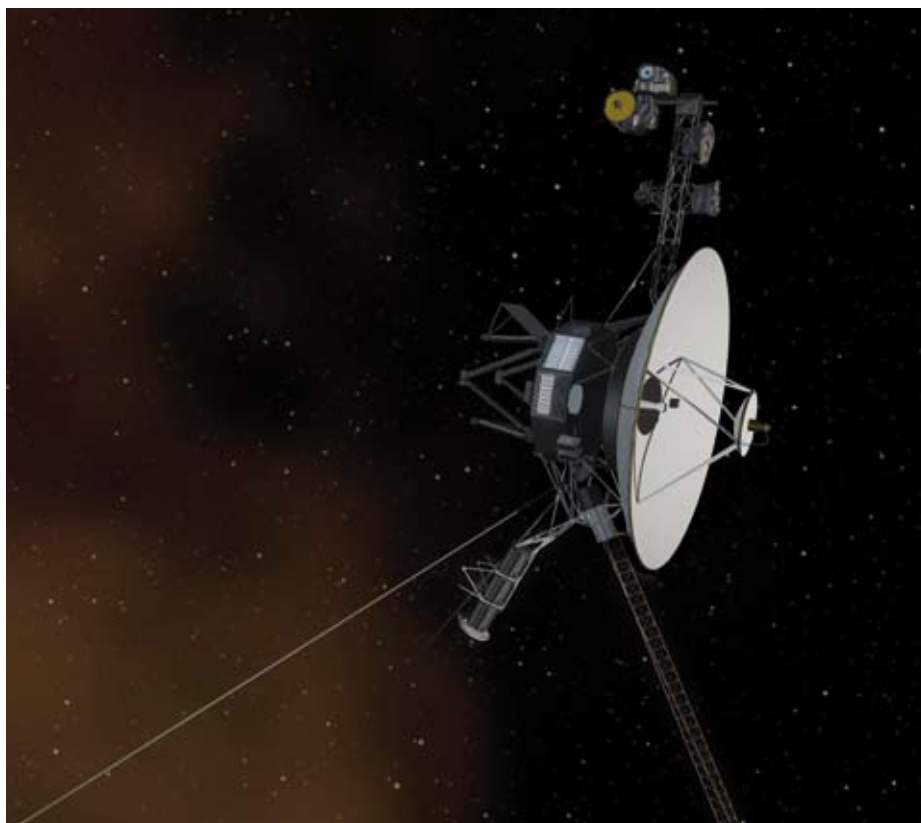
Nuevos análisis de la densidad del plasma alrededor de la nave resultaron ser coincidentes con las densidades estándares de la región interestelar, según los investigadores de la Universidad de Iowa, entre los que se encuentra Don Gurnett, que publicaron su estudio en el sitio de la revista americana *Science*.

Este momento histórico ha generado controversia en los últimos meses con los estudios publicados a principios de este año, el último en agosto pasado sobre la base de otros datos, ya habían llegado a la conclusión de que la sonda estaba fuera del Sistema Solar el año pasado, pero la NASA había considerado que estas investigaciones no eran concluyentes.

Uno de esos estudios apuntaba a que la Voyager-1, que se encuentra a más de 18.000 millones de kilómetros del Sol, abandonó la zona fronteriza denominada heliopausa, hacia el 25 de agosto de 2012.

Mientras, otro estudio del astrofísico Marc Swidak, de la Universidad de Meryland, señalaba que la sonda espacial había salido antes del Sistema Solar, en concreto el 27 de julio de 2012.

La sorpresa llegó cuando los responsable de la NASA observaron oscilaciones en los datos que demostraron que la sonda estaba en una zona totalmente nueva, "en consonancia con lo que cabría esperar en el espacio exterior y totalmente diferente de la heliosfera, la burbuja que forma la luz solar", explicó Don Gurnett el pasado mes de agosto. "Hemos cruzado claramente la heliopausa, la región fronteriza entre el plasma solar y el plasma interestelar", aseguró. ●



metano (0,2%), vapor de agua (0,1%), etano (0,0005%) y fosfina (0,0001%).

Tiene siete grupos de anillos, separados entre si y formados cada uno de ellos a su vez por miles de anillos. Cada uno de ellos está formado por polvo, hielo y piedras. Asimismo, tiene 31 lunas, siendo Titán la más grande de ellas. La duración de un día en el planeta es de cerca de 11 horas mientras que un día en la Tierra es de 24 horas. Saturno orbita alrededor del Sol una vez cada 29.4 años de la Tierra.

Se aproximó hasta una altura de algo menos de 6.500 km de la superficie de Titán, descubriendo atmosfera en este satélite de Saturno. Dado el interés que tenían los datos recogidos, se decidió un mayor acercamiento al mismo aunque fuera a costa de aumentar su impulso gravitatorio y consecuentemente abandonar la eclíptica planetaria, sacrificando así las siguientes etapas de su viaje a Urano y Neptuno que visitaría más tarde



Espectacular imagen de una tormenta en Júpiter captada por la Voyager.

su compañera, la Voyager II, tal como estaba previsto.

Uno de los descubrimientos más sorprendentes fue la vista próxima de los anillos, que desveló una estructura más compleja de lo se había pensado. La Voyager I no podía navegar a través de los anillos pero sus instrumentos lograron medir su anchura y grosor. Otro descubrimiento fue la actividad geológica del satélite Encelado confirmada posteriormente por la sonda de exploración Cassini, que logró captar imágenes de grandes geiser elevándose hacia el espacio.

Entre otros hallazgos, las sondas Voyager I y II descubrieron 22 nuevos satélites: 3 en Júpiter, 3 en Saturno, 10 en Urano y 6 en Neptuno. Localizaron 9 volcanes activos en **Io** (satélite de Júpiter), siendo la primera vez que se descubría actividad volcánica fuera de la Tierra, y estructuras tipo geiser en Tritón (satélite de Neptuno). Desvelaron que Júpiter tiene anillos y que Urano tiene otros dos,

lo mismo que Neptuno. En Neptuno observaron los vientos más rápidos de todo el Sistema Solar. Descubrieron las magnetosferas (2) de Urano y Neptuno, muy inclinadas respecto al eje de rotación, descentradas con respecto al planeta, lo que sugiere una fuente originaria diferente que en otros planetas. Asimismo, ambas naves han enviado un impresionante caudal de fotografías y datos de planetas y satélites que han permitido su estudio con un detalle mucho mayor que el practicado hasta entonces.

En su viaje fuera del Sistema Solar, la Voyager I lleva a bordo un disco de oro que incluye saludos de personas y selecciones musicales que en su conjunto retratan la diversidad de la vida y la cultura en la Tierra. Su odisea espacial y su sorprendente longevidad han hecho de esta nave un gran hito científico. Sin duda, su misión constituye un éxito sin precedentes para quienes la diseñaron y para los que todavía hoy siguen controlando su viaje interestelar. ●

² Magnetosfera: región alrededor de un planeta en la que el campo magnético de éste desvía la mayor parte del viento solar formando un escudo protector contra las partículas cargadas de alta energía procedentes del Sol.

Referencias

- <http://voyager.jpl.nasa.gov/>
- <http://www.taringa.net/>
- <http://es.paperblog.com/>
- <http://www.upv.es/>
- <http://www.serconet.com/>
- <http://es.wikipedia.org/>
- <http://www.upv.es/>
- <http://celestia.albacete.org/>
- <http://www.youtube.com/>
- <http://www.abc.es/>