

19. HACIA LA HELIOSFERA

Vivimos en el interior de una enorme burbuja, pero nadie conoce con seguridad hasta dónde se extiende o cómo son sus límites. Un pequeño ingenio mecánico lanzado hace treinta años se dirige a toda velocidad hacia esta frontera con la intención de alcanzar el espacio interestelar, el más allá de nuestro sistema planetario. Esta nave se encuentra en la heliopausa, una discontinuidad brusca donde se desarrollan fenómenos físicos intrigantes y desconocidos sobre los que sólo podemos especular.

La apuesta era fuerte. En septiembre de 1977 nadie sabía cuánto podrían durar o si completarían con éxito su ambicioso viaje. Los planes originales de la NASA contemplaban el lanzamiento de las últimas cuatro naves de la serie *Mariner* con la intención de explorar todo el Sistema Solar exterior, incluido Plutón. Finalmente la flotilla se redujo a la mitad y los ingenios automáticos que quedaron, por entonces conocidos como *Mariner-Jupiter-Saturn* 1977, fueron rebautizadas con su nombre actual: *Voyager 1* y *Voyager 2*.

La misión fue diseñada para aprovechar una alineación planetaria que podría permitir el viaje a los cuatro gigantes de gas empleando poca cantidad de combustible y en un tiempo récord. Esta peculiar distribución geométrica que sólo se repite cada 175 años permite a una sonda seguir una trayectoria que la haga impulsarse sin necesidad de costosos y complejos sistemas de propulsión. El sobrevuelo de cada planeta modifica la trayectoria de la nave y añade un empujón gravitatorio que permite llevarla a su próximo destino. Gracias a esta técnica, demostrada por primera vez con la misión *Mariner 10* hacia Venus y Mercurio, el tiempo de vuelo hasta Neptuno se redujo de 30 a 12 años. Se estudiaron más de 10.000 posibles trayectorias antes de elegir las dos que llevarían a los «viajeros» a las cercanías de Júpiter y Saturno. En el caso de la *Voyager 1*, su acercamiento a Titán la obligó a tomar el camino hacia el Norte del plano de la eclíptica, impidiéndola visitar más planetas. El coste del sacrificio era asumible, pues su gemela *Voyager 2* gozaba de buena

salud y tras algunos reajustes (algunos fueron verdaderamente heroicos, como la reprogramación desde la Tierra del ordenador principal) podría alcanzar Urano y Neptuno en apenas una década.

Debido a su peculiar trayectoria *Voyager 1* es hoy el artefacto construido por el hombre más veloz y que más lejos ha llegado. A la vertiginosa velocidad de 1,6 millones de kilómetros al día, esta nave se encuentra en el borde mismo del Sistema Solar. Pero en su camino hacia las estrellas ha tenido que superar una última prueba: atravesar el borde de la enorme burbuja en la que nos encontramos inmersos.

EN LA BURBUJA

En el interior del Sistema Solar el espacio no está vacío, sino repleto de partículas cargadas que emanan del Sol y fluyen velozmente en continuo torrente que con frecuencia sopla en ráfagas repentinas. Este flujo de electrones, protones y otras partículas atómicas recibe el nombre de *viento solar*, y se expande por el espacio interplanetario llevando consigo líneas de fuerza de campo magnético que forman un patrón espiral a medida que el Sol gira sobre sí mismo cada 27 días. Su velocidad está comprendida entre los 300 y 750 kilómetros por segundo (tiende a aumentar con la distancia y la actividad de la estrella), y su densidad es de unos 5 millones de partículas por metro cúbico en las inmediaciones de la Tierra. La cascada de iones y el campo magnético

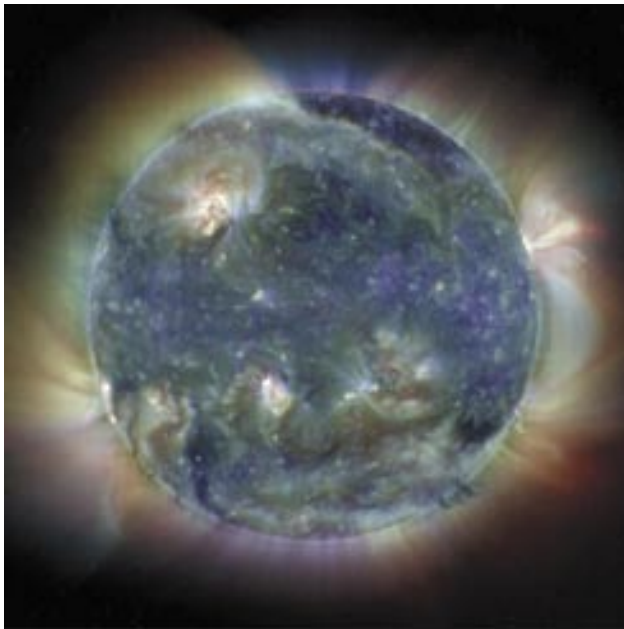


Figura 19.1. El Sol visto en la longitud de onda del ultravioleta por el telescopio SOHO. La corona solar es una capa de gas altamente ionizado y caliente (unos dos millones de grados Kelvin) que rodea al Sol. De ella procede el viento solar, un flujo de electrones, protones y otras partículas atómicas que viajan a gran velocidad hasta una distancia superior a 110 UA (SOHO/Extreme Ultraviolet Imaging Telescope).

solar que llevan consigo producen una ingente cavidad esférica en el medio interestelar, una enorme burbuja que sobrepasa la órbita de los cuerpos más distantes del sistema. Esta gigantesca región semiesférica dominada por el Sol recibe el nombre de heliosfera.

Cabría imaginar que conforme se aleja del Sol la heliosfera irá desvaneciéndose poco a poco hasta convertirse en una frontera difusa donde las partículas del viento solar se mezclan con la brisa interestelar. Pero no es así. En su avance se expande hasta cubrir un volumen cada vez mayor, formando una capa tan fina y tenue (entre 0,1 y 10 átomos por centímetro cúbico) que ya no es capaz de empujar contra la pequeña presión que ejerce el tenue medio cósmico. Llegado a ese punto, el viento solar no decelera de modo paulatino, sino que sufre un violento y repentino frenazo en el que pierde aproximadamente el 75% de su velocidad. La energía cinética del viento se convierte parcialmente en calor, y hace que la temperatura del plasma aumente hasta alcanzar un millón de grados. Otra parte se gasta en comprimir el campo magnético que venía arrastrando desde las inmediaciones del Sol. Esta región donde el chorro de partículas procedente de la corona solar cambia velocidad por calor, turbulencia y compresión, recibe el sugerente nombre de choque terminal.

Tras el choque terminal el viento solar va frenando poco a poco hasta llegar a la heliopausa, donde choca directamente con el viento interestelar procedente de la región de la galaxia en la que nos encontramos. Éste lo constituyen electrones, protones, todos los núcleos pesados desde el helio al uranio (generados por las explosiones de estrellas moribundas) y demás partículas que viajan a la velocidad de la luz y parecen poblar todas las zonas del universo. La localización de la heliopausa no es fija, sino que varía tanto con el ciclo de actividad solar como con los propios cambios que sufre el viento cósmico. Algunos investigadores creen que a escalas de tiempo muy grandes éste puede llegar a presionar la heliopausa y afectar incluso a la climatología terrestre.

AMENAZA ESTELAR

¿Cómo puede afectar la radiación estelar al clima de la Tierra? El secreto está en las supernovas. El arsenal nocivo que puede llegar a desplegar una estrella al final de sus días es más que respetable: radiación ultravioleta, rayos-x y gamma, neutrinos y rayos cósmicos. El poder de estos rayos es inmenso; una simple partícula atómica de un haz cósmico puede tener suficiente energía para elevar a una persona a 3 centímetros del suelo. Afortunadamente, cuando estos rayos inciden sobre la atmósfera superior su energía se disipa al fragmentar átomos del aire, produciéndose una cascada de partículas subatómicas de menor energía. Habitualmente éstas llegan al suelo en forma de una «lluvia» suave que no constituye ninguna amenaza para la vida.

Un fuerte incremento en el flujo de rayos cósmicos en los niveles altos de la atmósfera aceleraría la producción de óxido nitroso (NO), molécula que actúa como catalizador en la destrucción de moléculas de ozono (O₃). La capa de ozono de la atmósfera nos protege de la radiación ultravioleta del Sol, por lo que una disminución sensible de la misma podría llegar a producir un grave perjuicio para la biosfera. Conscientes de que esta es una amenaza real, tanto para nuestro planeta como para futuras misiones tripuladas a la Luna o Marte, en enero de 2005 la agencia espacial estadounidense anunció la aprobación del proyecto IBEX (Interstellar Boundary Explorer), una pequeña nave que a partir de 2008, y desde las inmediaciones de nuestro planeta, se dedicará a cartografiar la heliopausa y estudiar el flujo de rayos cósmicos que alcanzan el Sistema Solar interior.

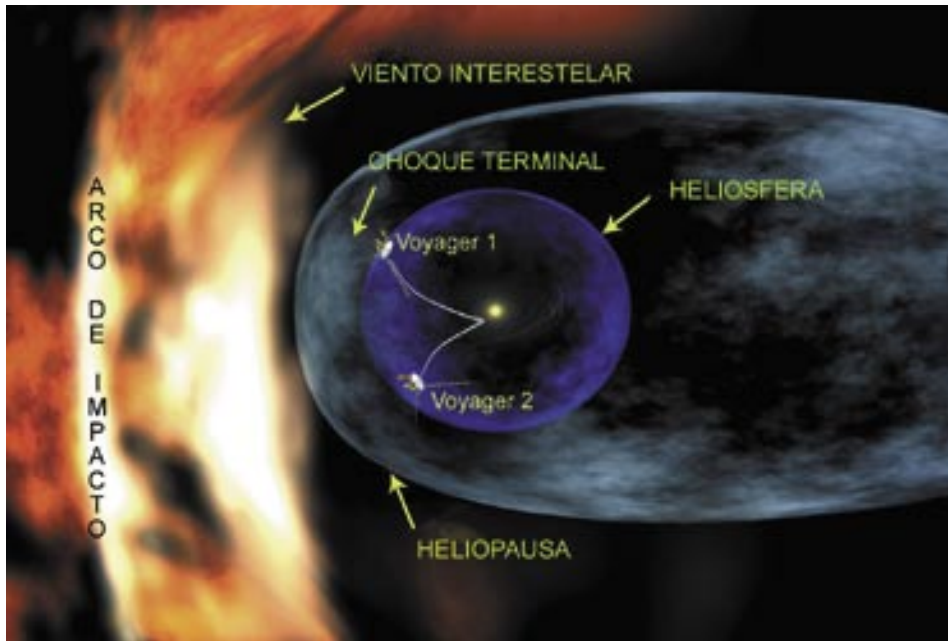


Figura 19.2. Aún no sabemos con seguridad dónde termina la influencia solar. Nuestra estrella se comporta como un gigantesco corazón de energía que palpita a un ritmo de 11 años, y a ese ritmo el viento solar se expande por el espacio y crea una burbuja magnetizada de plasma caliente llamada heliosfera. La superficie donde el viento solar cae bajo la presión de la radiación estelar recibe el nombre de choque terminal, y ocupa unas 75-90 UA. Algo más lejos, donde entran en contacto los iones solares y los de la Galaxia, se sitúa la heliopausa. Ésta se mueve y deforma a través del medio interestelar local creando un arco de impacto al frente que podría oscilar de 110 a 230 UA (JPL/NASA).

Mientras, la sonda *Voyager 1* prosigue su viaje. Goza de buena salud y continúa enviando datos desde una distancia de 14.000 millones de kilómetros. Los investigadores creen que ha rebasado ya la heliopausa y en los próximos años podría tomar medidas directas del frente de choque con el medio galáctico. Sin embargo, la NASA ha anunciado que no dispone del presupuesto que permita mantener abiertos indefinidamente los canales de comunicación con la nave... Quizá la próxima vez que intente llamar a casa descubra que la hemos abandonado en su viaje hacia las estrellas.

