

La autopista del Sistema Solar

por FERNANDO BALLESTEROS

Los puntos de Lagrange son regiones de equilibrio gravitatorio en el entorno de dos astros en los que es posible dejar una nave y que esta permanezca allí con muy poco esfuerzo. El más intuitivo de estos puntos, el L1, está entre los dos astros y es el lugar donde la fuerza de gravedad de ambos cuerpos se neutraliza, aunque hay cuatro puntos más en los que, para el balance de fuerzas, hay que considerar también la fuerza centrífuga. Salvo L4 y L5, estos puntos son inestables, y lo más interesante es que su inestabilidad es de naturaleza caótica. Sin correcciones, una nave puesta en uno de ellos al cabo del tiempo se alejará arbitrariamente sin necesidad de consumir propelente. Dónde acabará es arduo de decir, pues, por la propia naturaleza de los sistemas caóticos, una pequeña perturbación puede producir resultados finales radicalmente sorprendentes. Es complicado calcular con precisión la trayectoria final, pero hoy día mediante cálculo masivo por ordenador es posible hacerlo.

El estudio matemático de las inestabilidades de los puntos de Lagrange muestra que existen familias de trayectorias que se alejan de un punto de Lagrange formando un tubo; las trayectorias se enrollan alrededor de estos tubos. Y por cada tubo de trayectorias que se aleja, existe otro que se acerca al punto de Lagrange. De hecho, cerca de cada punto inestable existen multitud de tales pares de tubos, que se enrollan de una forma muy compleja y que van en múltiples direcciones hasta extenderse muy lejos de la región de origen.

Más interesante resulta el hecho de que algunos de estos tubos de trayectorias se cruzan en ocasiones con los de otros sistemas, como los de Marte, Júpiter o Saturno. Con un pequeño cambio de velocidad, es posible saltar a uno de aquellos tubos y así viajar casi sin gasto energético, por ejemplo hasta Júpiter (o incluso sin ningún gasto, pues hay trayectorias de cero consumo que son usadas de forma natural por algunos asteroides o cometas, como el cometa 39P/Oterma). Por supuesto, la configuración exacta de estas trayectorias cambia a cada momento dependiendo de la posición de los planetas.

Este conjunto de trayectorias conforma la que ha sido bautizada como Red de Transporte Interplanetario (ITN, por sus siglas en inglés), una red tan



Representación artística de la Red de Transporte Interplanetario (ITN). La cinta verde representa un camino entre los muchos que son matemáticamente posibles a lo largo de la superficie del tubo delimitador verde más oscuro.

«Algunas misiones espaciales han usado ya las carreteras de la Red de Transporte Interplanetario, como la sonda ‘Génesis’»

antigua como el Sistema Solar que sin el poder de los ordenadores nunca habría sido descubierta. Algunas pocas misiones espaciales han usado ya las carreteras de esta autopista, como la sonda *Génesis*, que logró ir hasta el punto L1 entre la Tierra y el Sol con muy poco gasto energético; solo el 5 % de su masa era propelente, comparado con la misión *SOHO*, que fue al mismo lugar, pero usando un recorrido más directo (y rápido), y en el que la masa de propelente fue el 50 % del total. O la misión china *Chang’e 2*, que, tras estar en órbita lunar, fue hasta el punto L2 del sistema Tierra-Luna, y de allí voló hasta el asteroide (4179) Toutatis usando otra de las rutas de la ITN.

Esto hace atractivo situar una estación espacial permanente en el punto L1 del sistema Tierra-Luna, pues, además de tener fácil acceso a la superficie de la Luna o de la Tierra, sería un excelente punto de partida para misiones al resto del Sistema Solar, un portal de acceso a la Red de Transporte Interplanetario. Incluso si los astronautas viajan por rutas rápidas de gran consumo energético, desde ahí se podrían enviar bienes y mercancías usando rutas lentas de poco consumo. Hemos comentado que hay trayectorias sin ningún consumo energético, como las que usan de manera natural algunos cuerpos celestes, pero solo ellos tienen la paciencia que tales rutas requieren: un vuelo de consumo cero hasta Marte llevaría miles de años. ☺

Fernando Ballesteros. Investigador del Observatorio Astronómico de la Universitat de València.