

L'autopista del Sistema Solar

per FERNANDO BALLESTEROS

Els punts de Lagrange són regions d'equilibri gravitatori en l'entorn de dos astres en què és possible deixar una nau i que aquesta hi romanga amb molt poc esforç. El més intuïtiu d'aquests punts, el L1, es troba entre els dos astres i és el lloc on la força de gravetat d'ambdós cossos es neutralitza, encara que hi ha quatre punts més en què, per al balanç de forces, cal considerar també la força centrífuga. Excepte L4 i L5, aquests punts són inestables, i el més interessant és que la seua inestabilitat és de naturalesa caòtica. Sense correccions, una nau situada en un al cap del temps se n'allunyarà arbitràriament sense necessitat de consumir propel·lent. On acabarà és ardu de dir, perquè, per la mateixa naturalesa dels sistemes caòtics, una petita pertorbació pot produir resultats finals radicalment sorprenents. És complicat calcular amb precisió la trajectòria final, però avui dia mitjançant càlcul massiu per ordinador és possible fer-ho.

L'estudi matemàtic de les inestabilitats dels punts de Lagrange mostra que hi ha famílies de trajectòries que s'allunyen d'un punt de Lagrange formant un tub; les trajectòries s'enrosquen al voltant d'aquests tubs. I per cada tub de trajectòries que s'allunya, n'hi ha un altre que s'acosta al punt de Lagrange. De fet, prop de cada punt inestable hi ha multitud d'aquests parells de tubs, que s'enrosquen d'una manera molt complexa i que van en múltiples direccions fins estendre's molt lluny de la regió d'origen.

Més interessant és el fet que alguns d'aquests tubs de trajectòries s'encreuen de vegades amb els d'altres sistemes, com els de Mart, Júpiter o Saturn. Amb un petit canvi de velocitat, és possible saltar a un d'aquells tubs i així viatjar quasi sense despesa energètica, per exemple fins a Júpiter (o fins i tot sense cap despesa, perquè hi ha trajectòries de zero consum que són usades de manera natural per alguns asteroides o cometes, com el cometa 39P/Oterma). Per descomptat, la configuració exacta d'aquestes trajectòries canvia a cada moment depenent de la posició dels planetes.

Aquest conjunt de trajectòries conforma la que ha estat batejada com a Xarxa de Transport Interplanetari (ITN, per les seues sigles en anglès), una xarxa tan antiga com el Sistema Solar que sense el poder dels ordinadors mai hauria estat descoberta. Algunes poques missions espacials han usat ja les carreteres



Representació artística de la Xarxa de Transport Interplanetari (ITN). La cinta verda representa un camí entre els molts que són matemàticament possibles al llarg de la superfície del tub delimitador verd més fosc.

«Algunes missions espacials han usat ja les carreteres de la Xarxa de Transport Interplanetari, com la sonda 'Gènesi'»

d'aquesta autopista, com la sonda *Gènesi*, que va aconseguir anar fins al punt L1 entre la Terra i el Sol amb molt poca despesa energètica; només el 5% de la seua massa era propel·lent, comparat amb la missió *SOHO*, que va anar al mateix lloc, però usant un recorregut més directe (i ràpid), i en què la massa de propel·lent va ser el 50% del total. O la missió xinesa *Chang'e 2*, que, després d'estar en òrbita lunar, va anar fins al punt L2 del sistema Terra-Lluna, i d'allí va volar fins a l'asteroide (4179) Toutatis usant una altra de les rutes de la ITN.

Això fa atractiu situar una estació espacial permanent en el punt L1 del sistema Terra-Lluna, perquè, a més de tenir fàcil accés a la superfície de la Lluna o de la Terra, seria un excel·lent punt de partida per a missions a la resta del Sistema Solar, un portal d'accés a la Xarxa de Transport Interplanetari. Fins i tot si els astronautes viatgen per rutes ràpides de gran consum energètic, des d'ací es podrien enviar béns i mercaderies usant rutes lentes de poc consum. Hem comentat que hi ha trajectòries sense cap consum energètic, com les que usen de manera natural alguns cossos celestials, però només ells tenen la paciència que aquestes rutes requereixen: un vol de consum zero fins a Mart costaria milers d'anys. ☺

Fernando Ballesteros. Investigador de l'Observatori Astronòmic de la Universitat de València.