

David Iranzo Greus

sensefronteres

De la Terra a l'espai

Com funciona
la tecnologia
que ens ajuda
des de l'exterior



1
COM ANEM A L'ESPAI

En el pròxim capítol veurem com, des de la prehistòria, l'ésser humà ha mirat cap al cel de dia i de nit per a intentar comprendre què hi havia allà dalt. Però després de milers d'anys d'observació, fa a penes cinquanta anys que hem aconseguit arribar a l'espai. Per què hem tardat tant? És tan difícil anar a l'espai?

Anar a l'espai i posar-se en òrbita

Abans de saber com anem a l'espai, cal saber on és l'espai. El planeta Terra és una gran bola de roca i aigua envoltada per una capa molt fina de gasos que anomenem atmosfera. Aquests gasos –nitrogen, oxigen i biòxid de carboni majoritàriament– ens protegeixen de les radiacions de l'espai i contribueixen a mantenir la Terra a una temperatura que permet l'existència de la vida. Si pugem cap amunt, es considera generalment que l'espai comença allà on acaba l'atmosfera. Però l'aire de l'atmosfera no s'acaba a una altura exacta, sinó que va minvant progressivament. Per tal de fer-nos-en una idea, a una altura de 90 quilòmetres hi ha un milió de vegades menys aire que al nivell de la mar: podem considerar que *l'espai comença a partir d'uns 100 a 120 quilòmetres d'altura.*

Per establir una comparació, els avions de transport de passatgers volen a una altura d'uns 10 quilòmetres.

I com anem a l'espai? La resposta és: només cal trobar un mitjà de transport que ens permeta pujar tan alt com necessitem. Isaac Newton, fa uns 350 anys, ens va donar les lleis de la física que són les claus que ens permeten anar a l'espai: les tres lleis del moviment i la llei de la gravitació universal.

Les tres lleis del moviment són:

1. *Si no s'hi exerceix cap força, un objecte parat continuarà parat sempre i si l'objecte es mou, continuarà movent-se a una velocitat constant per sempre.* Ací baix, a terra, és difícil veure com s'hi aplica aquesta llei, perquè quan empentem un objecte sempre acaba parant-se. Però si para, per exemple, quan colpegem un baló o empentem un carro de la compra, és perquè hi ha alguna força que el frena: la fricció de l'aire o del sòl. Però quan anem a l'espai, eixim de l'atmosfera, de manera que ja no hi ha aire i, aleshores, si un objecte es mou, continuarà en moviment fins que hi aparega alguna força.
2. *Quan exercim una força sobre un objecte, s'accelerará, i com més lleuger siga l'objecte, major serà l'acceleració.* Aquesta llei és bastant intuïtiva i l'apliquem inconscientment cada dia: si empentem amb la mateixa força un carro de la compra ple i un altre de buit, l'últim es mourà més de pressa.
3. *Si un primer objecte exerceix una força sobre un segon objecte, aquest últim exercirà una força igual de gran, però en sentit contrari, sobre el primer objecte.* Per exemple, imaginem dos patinadors enmig d'una pista de patinatge sobre gel. Si un d'ells empenta l'altre, el segon patinador

sentirà una força que el separarà del primer. Però, al mateix temps, el patinador que l'ha empentat sentirà també una força en direcció contrària, que també farà que se n'allunye, de l'altre patinador. Un exemple d'aquesta llei que explica més clarament com funcionen els coets és el fenomen que es produeix quan inflem un globus amb aire i el deixem anar sense tancar-lo. La pressió de l'aire dins del globus fa que l'aire n'escape ràpidament pel forat obert i empenta el globus en direcció contrària, com havia passat amb els patinadors.

La llei de la gravitació universal és la llei fonamental que regeix el moviment de tots els cossos de l'espai. Aquesta llei diu que dos objectes s'atrauen amb una força que augmenta com més pesen (o com més massa tenen) i com més pròxims estan. Aquesta llei explica per què quan deixem anar una pedra en l'aire, cau a terra. La Terra —el planeta— i la pedra s'atrauen però, evidentment, com que la Terra pesa molt més que la pedra, és la pedra la que accelera cap a la Terra —d'acord amb la segona llei de Newton.

Bé, i ara que ja tenim les lleis, com anem a l'espai? Si l'espai comença a partir d'uns 120 quilòmetres d'altura, no més caldria empentar molt fort un objecte cap amunt per tal que arribara a aquesta altura. Podríem dir així que l'hem enviat a l'espai? Sí. Però la pregunta següent és: què passarà quan arribe als 120 quilòmetres? La llei de la gravitació universal ens diu què passarà: l'atracció de la Terra farà que l'objecte torne a caure. I si l'enviem més amunt? A 200 km? A 10.000 km? A 100.000 km? No hi ha res a fer: l'objecte tornarà a caure.

La gent sol preguntar: fins a quina altura cal pujar per tal que no hi haja gravetat? I la resposta és que per més que ascendim *sempre* hi haurà gravetat.¹ Aleshores, per què floten els astronautes que veiem a la televisió? Per què no senten ells la gravetat? A quina altura estan? Els astronautes que veiem a la televisió, al transbordador nord-americà o a l'Estació Espacial Internacional estan a una altura entre 200 i 400 quilòmetres. I per què no cauen? La resposta és la mateixa que explica per què quan girem molt de pressa un poal amb aigua i el posem cap per avall durant un instant, l'aigua no cau. En girar el poal ràpidament en cercle, la velocitat crea una inèrcia que empenya l'aigua cap amunt i contraresta l'efecte de la gravetat. En realitat es tracta de la simple aplicació de la primera llei de Newton: l'objecte que es desplaça a gran velocitat té una tendència natural a continuar la mateixa velocitat i restar en la mateixa direcció i la gravetat «només» aconseguix desviar la velocitat, corbant la trajectòria. Els astronautes no hi floten sinó que «cauen» contínuament, però com es mouen a gran velocitat, la gravetat de la Terra no aconseguix fer-los caure i només en «desvia» la trajectòria i crea una circumferència al voltant de la Terra: l'òrbita.

Aquesta és la diferència entre «anar a l'espai» i «posar-se en òrbita». Per anar a l'espai, només hem de pujar uns 120 quilòmetres. Però si ens hi volem quedar, ens hem de posar en òrbita i, per aconseguir-ho, cal assolir una gran velocitat. Aquesta velocitat crearà la inèrcia (popularment coneguda

1. En realitat, si pugem molt amunt, a més d'un milió de quilòmetres, la força de la gravetat de la Terra serà molt feble, però allà la força de gravetat del Sol començarà a atraure'ns més.

com força centrífuga, tot i que, en realitat, aquesta força no té una existència física) que equilibrarà la força de la gravetat. I quan les dues forces s'anul·len mútuament ja no hi ha cap força: ja podem dir que estem en òrbita i hi podem surar tranquil·lament!

Veurem una altra forma d'expressar-ho. Fa uns quants segles, Isaac Newton va explicar què calia fer per posar-se en òrbita al voltant de la Terra. Imagineu que hi haguera una muntanya molt alta, d'uns 120 quilòmetres, que ens permetera eixir de l'atmosfera. Si pugem al cim de la muntanya i tirem una pedra, caurà al costat. Si tirem una altra pedra, amb una miqueta més de força, caurà més lluny. Si continuem tirant pedres cada vegada amb més velocitat, com que la Terra es rodona, finalment la pedra arribarà tan lluny que ens pegarà al cap per darrere, després d'haver fet la volta sencera a la Terra. Aquesta pedra ja estarà en òrbita.



Figura 1. Si tirem una pedra cap amunt a la velocitat suficient, arribarà a l'espai però tornarà a caure (1). Si la tirem cap avant a la velocitat necessària, uns 28.200 km/h, es posarà en òrbita (3).

I quina velocitat cal per anul·lar la força de la gravetat i posar-se en òrbita? L'Estació Espacial Internacional fa voltes al voltant de la Terra a una altura d'uns 300 quilòmetres i necessita una velocitat d'uns 27.800 quilòmetres per hora per quedar-se en òrbita i no caure! Aleshores, deu necessitar molt de combustible per mantenir-se allà dalt a aquesta velocitat, no? No, no necessita combustible per mantenir-hi la velocitat. Una vegada més, arriba la primera llei del moviment de Newton per ajudar-nos. Si la recordem, aquesta llei diu que si un objecte està en moviment, continuarà en moviment a la mateixa velocitat, sempre que no hi haja cap força. I com hem vist, quan estem en òrbita, la inèrcia anul·la la força de la gravetat i, com que som fora de l'atmosfera, ja no hi ha aire que ens frene. De manera que, com que no hi ha cap força, així que aconseguim una velocitat suficientment alta, l'objecte continuarà en òrbita al voltant de la Terra sense fer res!

Hem vist, per tant, que estar en l'espai no és gaire difícil: no cal fer res (tot i que, després, veurem que hi ha d'altres problemes). La dificultat principal és arribar allà dalt: pujar prou per a eixir de l'atmosfera i a la velocitat suficient per a posar-se en òrbita i quedar-se a l'espai. Per això necessitem llançadores. Però abans de descobrir què és una llançadora, fem una miqueta d'història.