

# Viatjar en el temps, de la fantasia a les lleis fonamentals de la natura

Des del 1985, la cerca teòrica d'una màquina del temps –de la demostració que es podria anar al passat o al futur– ha esdevingut recerca científica i ha trobat, en els forats de cuc, una possible resposta. Ara, dos físics experts en mecànica quàntica, Greenberger i Svozil, han demostrat que, encara que el viatge al passat fos viable, seria impossible modificar res que afectés el futur del viatger.

**T**ot va començar a principi de la dècada dels vuitanta amb una truca. Carl Sagan, reconegut divulgador de la ciència, guardonat amb el premi Pulitzer per la seva obra *Els dragons de l'Edèn*, havia escrit la novel·la *Contact*, que posteriorment fou duta al cinema pel director Robert Zemeckis, amb la participació de Jodie Foster i Matthew McConaughey. Sagan no acabava d'estar satisfet de com Eleanor Arroway, la protagonista de la seva història, viatjava amunt i avall en el temps, per la qual cosa decidí consultar Kip Thorne, un físic teòric especialitzat en relativitat general. La resposta de Thorne, que prengué la forma d'un desenvolupament matemàtic de més de cinquanta línies, va significar l'inici d'una aferrissada recerca científica centrada en la possibilitat de viatjar en el temps. Físics de tot el món, entre els quals destaquen el rus Igor Novikov i el britànic Stephen Hawking, començaren a dedicar els seus majors esforços a una activitat que probablement havien declinat fins llavors per la mateixa preocupació que manifestà el mateix Thorne: "El meu temor era l'expressió 'màquina del

temps' al títol, ja que podia induir la premsa popular a la tergiversació, de manera que els nostres col·legues científics no hi donessin importància o ho tractessin com una mera elucubració." En la mateixa línia argumental, per bé que més irònic, Hawking comenta en un dels seus llibres que "Especular obertament sobre els viatges en el temps és molt delicat. Hom s'arrisca o bé a una denúncia per malversació de fons públics en una cosa tan extravagant, o bé a una petició que aquesta recerca sigui mantinguda en secret per ser utilitzada en aplicacions militars".

## Brevíssima història del temps.

La idea de poder-se desplaçar lliurement en el temps, endavant i enrere, ha subjugat sempre la fantasia de l'home. Des que el 1895 H. G. Wells va escriure *La màquina del temps* i durant tot el segle XX han aparegut in comptables novel·les i pel·lícules que descriuen les vicissituds que pateixen els agosarats viatgers del temps. Tanmateix, no deixa de ser curiós que l'anàlisi rigorosa d'aquesta possibilitat comencés a partir d'una obra de ficció. Però per comprendre aquesta anàlisi i el seu desen-

volupament posterior, cal remuntar-se un cert temps enrere.

La primera descripció matemàtica del temps la donà Isaac Newton el 1687. En la seva teoria, el temps fluïa contínuament i de la mateixa manera per a tothom, és a dir, era absolut, etern i immutable. A més, segons Newton, l'espai i el temps eren dues entitats separades i independents, noció encara habitual fora dels cercles més especialitzats. El 1905, però, Albert Einstein proposà que el temps no era absolut, sinó que, sota certes condicions, podia fluir a ritmes diferents. Les idees d'Einstein van culminar el 1915 amb la formulació de la teoria de la relativitat general, que representà el primer dels dos toms que havia de patir la física el segle XX. Aquesta teoria estableix que el temps i l'espai no són independents, sinó que resten units en una nova entitat anomenada espai-temps. L'espai-temps, format per tres dimensions espacials i una de temporal, ja no és immutable. Es tracta d'una entitat que pot patir deformacions causades per la presència de matèria i energia i provocar alteracions sorprenents en els fenòmens físics, la majoria de les quals han estat comprovades experimentalment. D'aquesta manera, a més de revolucionar les nocions de temps i espai, la relativitat general proporciona una descripció de la gravetat mitjançant la curvatura de l'espai-temps. Segons aquesta teoria, per exemple, un estel com el sol doblega l'espai-temps de tal manera que és aquesta deformació la que fa que els planetes girin al seu voltant. A més de tot això, Einstein contribuï a assentar les bases de la teoria que significà la segona revolució física del segle: la mecànica quàntica. Aquesta teoria, a través d'una interpretació completament diferent de la natura, descriu el món microscòpic mitjançant les tres interaccions que, amb la gravetat,



Els viatges en el temps han deixat de ser matèria exclusiva de ciència-ficció per esdevenir tema d'investigació dels físics més agosarats. En la imatge, nau Enterprise, de la sèrie *Star Trek*.

EL TEMPS

constitueixen les quatre forces fonamentals: l'electromagnètica, la nuclear dèbil i la nuclear forta.

**L'acte quotidià de viatjar al futur.** És evident que tothom viatja en el temps: tots ens movem de forma contínua i inexorable cap al futur. El viatge en el temps, però, s'entén com la possibilitat d'alterar aquest ritme i poder-se traslladar al futur o al passat d'altres persones. Una de les conseqüències més contrastades a nivell experimental de la relativitat és l'alentiment del temps sota certes condicions. El temps passa més lentament per a un observador que es mou amb una velocitat elevada que per a un observador en repòs, i aquest efecte és més notable com més propera és la velocitat de l'observador a la velocitat de la llum. Per tant, es podria donar el cas que algú viatgés a bord d'una nau molt ràpida durant deu minuts del seu rellotge i, en tornar, a la Terra hagués passat un any sencer. Sens dubte, aquest viatge s'hauria

traslladat un any cap al futur. El fet que no existeixi una nau capaç d'assolir la velocitat suficient per fer real aquest viatge és una limitació exclusivament tecnològica. El viatge al futur continua sent físicament possible. De fet, tothom viatja al futur d'altres persones diàriament, perquè tothom es mou amb una certa velocitat respecte altres persones diàriament. Les velocitats habituals, però, són tan insignificants en comparació a la velocitat de la llum que aquests viatges quotidians al futur són imperceptibles.

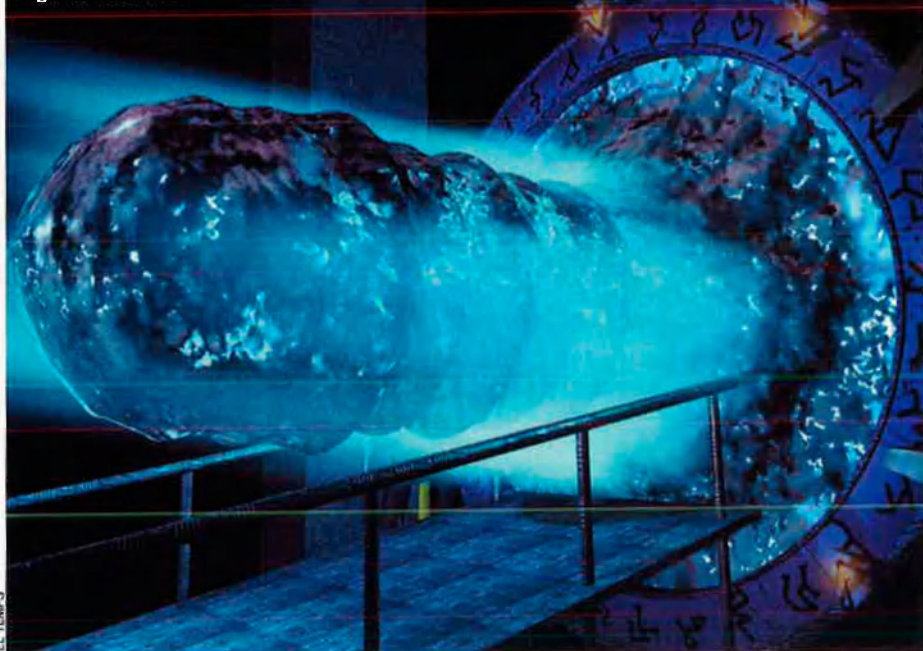
**Viatges al passat, una agència de viatges amb poc futur.** Des que Thorne obrí la capsa dels trons cap el 1985, físics teòrics de tot el món han cercat exhaustivament mecanismes que permetin tornar enrere en el temps, és a dir, s'han dedicat a la construcció teòrica de màquines del temps. Segons aquesta recerca, uns dels sistemes amb més punts per erigir-se en una bona màquina del temps són els anomenats

forats de cuc. Els forats de cuc són una mena de túnels que connecten regions allunyades de l'espai-temps a través de dimensions addicionals. Aquesta definició que sembla tan enrevessada no és difícil de comprendre si imaginem un espai pla de dues dimensions, una cosa com ara un full de paper, habitat per éssers bidimensionals, els planons. Si el full es manté pla, un planó que visqui en un dels extrems del paper està obligat a recórrer una camí força llarg per visitar la seva promesa que viu a l'altre extrem. Si es corba el full, el planó enamorat no hi guanya gran cosa i encara ha de recórrer el mateix llarg camí. Si entre els dos extrems del full corbat, però, el departament d'obres públiques de la planura construeix un túnel aprofitant la tercera dimensió, el planó seria feliç perquè podria visitar la seva promesa recorrent un camí molt més curt. Així, és possible desplaçar-se a punts de l'espai molt allunyats a través d'aquestes dreceres. Si entenem aquest espai no com un sim-

ple d'espai, sinó com un espai-temps en què el temps i l'espai estan inextricably enllaçats, és possible també, sota certes condicions, desplaçar-se a instants de temps allunyats emprant una quantitat de temps insignificant en el trajecte. Per tant, sembla que els forats de cuc permeten, en principi, viatjar en el temps. Ara bé, les preguntes que inevitablement sorgeixen a continuació demanen quines condicions calen per mantenir aquestes estructures a nivell macroscòpic i si aquestes condicions són plausibles en el nostre univers. Actualment es creu que per mantenir un forat de cuc obert, es requereix la presència d'un tipus de matèria molt diferent de la matèria ordinària que els físics anomenen matèria exòtica. La mecànica quàntica concedeix una certa probabilitat a l'existència d'aquesta matèria exòtica en petites quantitats i en circumstàncies força especials. Per tant, sembla que, segons aquesta teoria, els viatges en el temps siguin possibles a escala microscòpica. Malgrat això, tots els càlculs indiquen que l'existència i estabilitat d'un forat de cuc macroscòpic són altament improbables. Els físics Hawking i Cassidy han estimat que la probabilitat que algú pugui retrocedir en el temps és inferior a (un u dividit per un u i un bilió de bilions de bilions de bilions de bilions de zeros!), la qual es pot considerar, sense risc de perdre rigor, pràcticament nul·la. És a dir, que les lleis de la física conegudes avui indiquen que viatjar enrere en el temps és gairebé impossible. De tota manera, aquestes prediccions es fonamenten en una fusió provisional de la mecànica quàntica i la relativitat general, les dues teories fonamentals de la física que encara no se sap com fer encaixar correctament. La resposta final a totes aquestes qüestions, doncs, no s'obtindrà fins que no es tingui una teoria quàntica de la gravitació, o una sola teoria en el marc de la qual es puguin descriure les quatre interaccions fonamentals.

**Canviar el passat, paradoxes i lliure albir.** Un dels primers problemes que plantegen els viatges al passat és la possibilitat de canviar la història, cosa que condueix a paradoxes evidents. Per exemple, què succeiria si algú retrocedís en el temps i matés el seu

Recreació d'un "forat de cuc" segons la sèrie *Stargate*, on més que per viatjar en el temps es feien servir per traslladar-se per l'espai a grans distàncies.



Si algú es presentés al passat i provés de matar el seu avi, tot indica que les lleis de la natura li ho impedirien, malgrat que la física no pot dir què seria exactament allò que deturaria la seva mà

avi, evitant així el seu propi naixement i fent impossible el viatge al passat que li ha permès cometre aquest crim? Estudiant aquest tipus de paradoxes, Igor Novikov introduí un principi segons el qual la natura només permet comportaments absolutament autoconsistents. Des d'aquest punt de partida, aplicant les equacions de la relativitat general a sistemes físics senzills, Kip Thorne comprovà matemàticament la validesa d'aquest principi. Per tant, la conclusió d'ambdós científics fou que si es pot viatjar enrere en el temps, el passat mai no pot ser modificat de manera que afecti el futur. El passat mes de juny els físics Daniel Greenberger i Karl Svozil van presentar un treball que, emprant tècniques de mecànica quàntica, també arriba a aquest mateix resultat. Per tant, en aquest cas les dues teories fonamentals de la física estan d'acord, i tot indica que no van erra-

des. Ara bé, un sistema físic senzill és relativament fàcil d'estudiar. El comportament humà, en canvi, és extremadament complex. Si algú es presentés al passat i provés de matar el seu avi, tot indica que les lleis de la natura li ho impedirien, malgrat que la física no pot dir què seria exactament allò que deturaria la seva mà. Aquest resultat pot semblar inconsistent amb el concepte de lliure albir, però és que, efectivament, el nostre lliure albir està limitat per les lleis de la física. De la mateixa manera que ningú no pot volar ni respirar dins l'aigua sense l'ajut de cap aparell, tampoc no es pot canviar el passat. Com explica Novikov amb un somriure melancòlic als llavis, tot i que algú aconseguís retornar al Jardí de l'Edèn, no podria evitar que Eva collís la poma de l'arbre.

*Toni Pou*