



LES DIMENSIONS DE LA VIDA

Quan un fa rodar el cap sobre el tema de la vida en l'univers i de l'habitabilitat d'aquest, tard o d'hora es planteja la pregunta de quins són els requisits mínims imprescindibles perquè la vida siga, com a mínim, factible: És necessària l'aigua? És indispensable la química del carboni? Ha d'haver-hi un estel prop? Són inevitables els planetes?

Des del meu punt de vista, la resposta correcta a aquesta pregunta va ser la que va donar Carl Sagan en la seua famosa recepta de la coca de poma: «Si es vol fer una coca de poma partint de zero, cal inventar primer l'univers.» No és una obvietat. Encara que ho donem per sabut, la vida no podria existir sense l'espai tridimensional, on hi ha les coses, i sense el temps, que permet que hi haja processos. Com a mínim, ambdós han d'existir. I ambdós van aparèixer amb l'univers.

Un moment! He dit «espai tridimensional». No hauria d'haver dit simplement espai? Sembla obvi que, sense espai d'algun tipus, no pot haver-hi éssers vius, però per què necessàriament tridimensional? Al cap i a la fi, alguns organismes, com els platihel·mints, són pràcticament plans. Com que no tenen sistema circulatori, les cèl·lules reben oxigen per difusió a través de la pell, i el cos ha de ser extremadament pla perquè tot l'organisme tinga la seua ració d'oxigen. Pareixen apanyar-se-les molt bé vivint en dues dimensions.

Una cosa semblant ocorre amb els *cheela*, els intel·ligents protagonistes de la novel·la *Dragon's Egg*, de Robert Forward. *Dragon's Egg* és el nom d'un estel de neutrons on les reaccions nuclears fan un paper anàleg al de les reaccions químiques en el nostre món. Allí s'ha desenvolupat tot un ecosistema d'éssers vius de matèria neutrònica que, a causa de l'enorme gravetat superficial (uns quants milers de milions de g) són extremadament plans. Les muntanyes de *Dragon's Egg* tenen quasi un mil·límetre d'altura i una caiguda des d'una d'elles és mortal de necessitat.

Aquests organismes són exemples estimulants que ofereixen solucions a alguns dels problemes de viure en dues dimensions. Però *pràcticament pla* no és igual a *pla*, i encara que la tercera dimensió sembla tenir molt poca rellevància en el dia a dia de *cheelas* i platihel·

mints, en realitat no podrien viure sense ella (sense anar més lluny, els platihel·mints reben el seu oxigen «des de dalt»). És llavors impossible la vida en un món estrictament bidimensional?

En la novel·la *Planilàndia* (*Flatland* en l'original), publicada el 1884 pel clergue anglès Edwin A. Abbott, se'ns presenta un univers bidimensional poblat per organismes realment plans. El protagonista, A. Square, és un quadrat que té la possibilitat de viatjar a la tercera dimensió i visitar éssers unidimensionals. Però, podria tenir el protagonista bidimensional, per exemple, un tub digestiu que el travessara?

Stephen Hawking, partidari de la impossibilitat de la vida en dues dimensions, assegura que no, perquè l'organisme quedaria partit en dues meitats. Però si el tub digestiu fóra prou zigzaguejant, ambdues meitats podrien romandre unides com a peces de puzzle, encara que, això sí, no hi hauria comunicació entre elles. Encara que es

podria pensar en les dues meitats com dos organismes simbiòtics que cooperen, compartint un tub digestiu. També podria haver-hi organismes amb una bossa estómac l'única obertura de la qual servesca al mateix temps de boca i anus.

Encara així, amb menys de tres dimensions la complexitat es redueix molt. De fet, els impediments per a la vida en un món bidimensional poden ser més profunds: la majoria de les molècules que componen els organismes tenen una estructura tridimensional que és tan

important com la seua composició química. A més, fins i tot les interaccions entre molècules «bidimensionals» (com la de l'aigua) en molts casos es donen només a través de la tercera dimensió.

I què ocorre amb la vida en quatre o més dimensions espacials? Hom podria pensar que tot el que ocorre en tres dimensions també podrà ocórrer en quatre, ja que el primer és un subconjunt de la segona cosa. I a més, si amb tres dimensions hi ha més complexitat que amb dues o amb una, amb quatre en tindrem encara més. I no obstant això...

Si fem cas de les teories de supercordes, que intenten unificar la física quàntica amb la gravitació einsteiniana, l'univers té un mínim de 9 dimensions espacials! (alguns models arriben fins i tot a la barbaritat de 25). El proble-

«LA VIDA NO PODRIA EXISTIR SENSE L'ESPAI TRIDIMENSIONAL, ON HI HA LES COSES, I SENSE EL TEMPS, QUE PERMET QUE HI HAJA PROCESSOS. I AMBDÓS VAN APARÈIXER AMB L'UNIVERS»



© Fernando Ballesteros



Si A. Square, el protagonista de *Planilàndia*, tinguera un tub digestiu que el travessara de banda a banda, quedaria partit per la meitat, un fet molt inconvenient. Llevat que fóra un tub tan zigzaguejant que ambdues meitats quedaren unides com a peces d'un puzle, però no seria això un cas de doble personalitat? Una opció millor: un sac digestiu i que la boca siga al mateix temps l'anus (encara que, això sí, amb greus conseqüències per al bon alè).

© Fernando Ballesteros



Portada original de 1884 del llibre d'A. Abbott *Planilàndia* en què l'autor imagina un univers bidimensional en què els seus habitants són completament plans.

© Fernando Ballesteros



Vida en dues dimensions: el platihelminx planària, una bestioleta quasi sense grossària.

ma és que només en veiem tres. Com conciliar observació amb teoria? Mitjançant un truc ben enginyós.

Per a entendre-ho, fem una paradeta just abans del *big bang*. Si mirem en aquell moment al voltant veurem que l'univers és extraordinàriament simple: no hi ha ni matèria, ni energia, tan sols un ínfim espai buit amb una grandària milions de vegades més petita que la d'un àtom. Però l'elevadíssima densitat d'energia que té aquest minúscul espai buit el deforma, corbant-lo fins a un extrem increïble: si hi viatgem en línia recta (en la direcció de qualsevol de les seues nombroses dimensions), tornem al punt de partida després d'haver recorregut a penes 10^{-20} cm. En realitat, no ens adonaríem si haguérem fet aquest viatge. I aquesta és la clau.

Just després seguirà l'etapa inflacionista, una expansió accelerada de l'univers causada (simplificant-ho molt) per l'aparició d'una incommensurable allau de bosons de Higgs (una partícula predita per la teoria quàntica de camps): n'apareixen tantíssims en el minúscul univers original que, senzillament, no hi caben. La pressió de tanta partícula en un espai tan reduït fa que aquest s'haja d'expandir acceleradament per fer-los lloc. Vés per on, un *big bang* com si diguérem.

Però no totes les dimensions de l'univers es *bigbangitzen*. Només ho fan tres! Les restants continuen sent tan petites com sempre. Així, si vostè viatja en línia recta per una d'aquestes altres dimensions perpendiculars a les tres conegudes (i possiblement ho estiga fent en aquest mateix moment), tornarà al punt de partida després d'avançar tan sols 10^{-20} cm, de manera que no se n'adonarà. Així, els teòrics de supercordes aconseguixen resoldre l'absoluta discrepància dels seus models multidimensionals amb l'observació. Encara que no ofereixen cap explicació de per què tres i només tres dimensions van patir tal destí.

Així doncs, els deixaré amb una reflexió de collita pròpia. Resulta que l'espai tridimensional té una propietat exclusiva que no tenen els espais de qualsevol altra dimensió, ni menor, ni tampoc major: una operació matemàtica entre vectors que *tan sols* pot donar-se en un espai vectorial tridimensional: el producte vectorial. I resulta que moltes de les lleis fonamentals de la física són productes vectorials, com el camp magnètic, el moment angular, el moviment de càrregues elèctriques... lleis que no tindrien significat en un espai que no fóra tridimensional. Va forçar això l'existència d'un univers amb tres dimensions espacials gegants? Força que la vida haja de ser necessàriament tridimensional? Per descomptat, no ho sabem, però a mi almenys em fa veure amb altres ulls aquelles avorrides lliçons sobre espais vectorials. I això ja és ben bé alguna cosa.

FERNANDO BALLESTEROS
Observatori Astronòmic de la Universitat de València