

# BRANDON CARTER I EL PRINCIPI ANTRÒPIC

Armando Pérez-Cañellas i Jesús Navarro

A primers del proppassat setembre tingué lloc a la nostra universitat un congrés internacional sobre la física dels objectes estel·lars compactes. Una quarantena de físics de diversos orígens i especialitats, com ara física nuclear, astrofísica o cosmologia, s'ha reunit a l'IFIC durant cinc dies. Entre ells, hi havia el professor Brandon Carter, de l'observatori de París (Meudon, França), amb qui hem tingut una conversa al voltant del principi antròpic. Ens ha semblat interessant que els lectors de MÈTODE coneguen les idees actuals de qui va formular el principi antròpic a finals dels anys 1960.

Sembla que el principi antròpic haja estat poc divulgat per vostè mateix. Noms com ara John Barrow, han escrit moltíssim sobre el principi antròpic.

Sí, però el problema amb Barrow és que ha escrit molt, i, en el seu llibre amb Tipler, ha donat moltes definicions i variants del principi que han portat a alguna confusió. Jo no tinc més que una formulació del principi antròpic.

En algun dels seus llibres, John Barrow explica la presentació pública del principi antròpic de la següent manera. L'any 1973 es va celebrar un congrés a Cracòvia, per celebrar el cinquè centenari del natalici de Copèrnic. Quan tothom glossava la figura de qui ens va ensenyar que la Terra no ocupa el centre de l'univers, apareix un jove Brandon Carter per dir que res d'això, que nosaltres estem en un lloc privilegiat, perquè som aquí. És vostè un provocador?

[somriu] No, jo he conegut d'altres que sí que eren provocadors, per exemple Fred Hoyle, que era director de l'institut d'astrofísica on vaig tenir el meu primer contracte.

I tant, Hoyle és qui va inventar el nom de Big Bang per ridiculitzar la que considerava una teoria errònia sobre l'origen de l'univers...

Comparat amb Hoyle jo seria més aviat un conservador, però davant de gent conservadora sí que sóc un poc provocador, però suaument. De tota manera, jo vaig formular el principi uns anys abans d'aquest congrés, i no era per provocar ningú. Havia discutit aquestes idees amb els meus amics a Cambridge, i posterior-



© Fotos entrevista: Miguel Lorenzo

«NO PODEM DIR QUE SOM AL CENTRE DE L'UNIVERS, PERÒ TAMPOC NO PODEM DIR QUE LA NOSTRA SITUACIÓ SIGA TÍPICA DE L'UNIVERS»

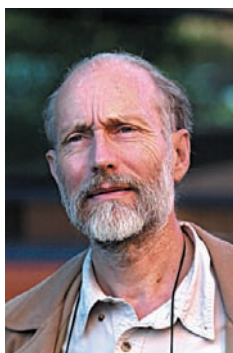
ment més en públic a Princeton, on hi havia John Wheeler. Sí que és cert, però, que va ser amb motiu d'aquesta reunió a Cracòvia quan vaig triar el nom de "principi antròpic", que, malgrat no ser el millor nom possible, sí que va tenir un èxit immediat.

Un bon colp de publicitat ...

[Riu.] Sí, és cert. En realitat, no té a veure amb l'*Homo sapiens*, sinó que fa referència a éssers intel·ligents, ací o en qualsevol altra part de l'univers, i de fet m'agrada més dir-li principi d'autoselecció. A Cracòvia, la meua intervenció sobre aquest tema no estava prevista, i va ser deguda a la insistència de Wheeler, qui demanà i obtingué dels organitzadors una xarrada fora de programa, i allí vaig triar aquest nom.

I què li va portar a formular aquest principi?

Una de les lectures que em va fer pensar en aquestes coses és el llibre de cosmologia de Bondi. En el seu capítol sobre el principi copernicà, parlava també de la



**«LES CONDICIONS FAVORABLES  
PER A LA VIDA EN LA TERRA  
DUREN JA UNS MILERS  
DE MILIONS D'ANYS  
I NO DURARAN PER SEMPRE»**

teoria de Dirac sobre la variació amb el temps de la constant de gravitació. Per mi això sí que era una provocació per part de Dirac i vaig reaccionar en contra.

Recorda en quin any va fer aquesta lectura?

Sí, el 1967, un any abans de la meua tesi. Aleshores en vaig parlar amb els meus amics Stephen Hawking i Martin Rees. I posteriorment, durant una estada postdoctoral a Princeton, vaig tenir l'oportunitat de discutir amb Wheeler i d'altres sobre aquest assumpte.

Tornem, doncs, al principi antròpic. En quin sentit diu vostè que sí que estem en una posició privilegiada?

Bé, la cosa té a veure amb la presència de la vida i amb un càlcul de probabilitats. Mireu, hi ha dos extrems. No podem dir que som al centre de l'univers, però tampoc no podem dir que la nostra situació siga típica de l'univers. Del fet que la constant de gravitació (en certes unitats adimensionals) siga igual a l'arrel

quadrada del nombre de partícules a l'univers visible no es pot deduir que aquesta situació siga típica de l'univers i s'hagi de produir sempre, tal com va afirmar de manera poc reflexiva Dirac. Com que l'univers està en expansió, el nombre de partícules visibles augmenta amb el temps, i Dirac va suposar que la constant de gravitació disminueix amb el temps. Ell va oblidar tenir en compte que estem en una posició prou limitada per diverses condicions. L'edat de l'univers ha de ser més o menys comparable a la vida d'un estel mitjà, perquè l'existència de la vida requereix l'existència d'estels prou vells per garantir la presència d'elements pesants. Dirac tenia raó en una cosa: la durada de vida d'un estel depèn del valor de la constant de gravitació. A l'hora de formular el principi antròpic, jo vaig tenir en compte les condicions a priori de la situació. A Princeton em vaig assabentar que el meu suggeriment sobre l'edat dels estels no era original, ja havia estat formulada per Dicke. Pels qui pensen que el principi antròpic, almenys en la versió dita feble, és gairebé evident, s'ha de recordar que Dirac no volgué acceptar el raonament de Dicke. El seu argument és que preferia un univers en què la vida siga possible en qualsevol instant.

Com que el Sistema Solar no ocupa, des d'un punt de vista físic, una posició privilegiada en l'univers, sembla raonable suposar que la vida, fins i tot en forma intel·ligent, pot aparèixer en aquesta època en algun altre lloc de l'univers.

Sí, efectivament, però s'ha d'anar amb cura. Els escriptors de ciència-ficció consideren sovint que tots els estels semblants al Sol han de posseir també planetes semblants a la Terra i, per què no?, també vida com la nostra. El principi antròpic no diu que això no siga possible, però assenyala que el raonament no és sòlid. Més aviat, el Sistema Solar forma part d'una petita fracció dels estels amb planetes. El fet que nosaltres observem ací condicions favorables no significa que aquestes condicions siguin típiques de qualsevol estel semblant al Sol. Les condicions favorables per a la vida en la Terra duren ja uns milers de milions d'anys i no duraran per sempre, perquè depenen de la vida del Sol. Estem a la meitat de la vida del Sol. I això és un fet important, perquè sabem ben poc sobre els mecanismes de l'evolució. Si aquest moment fóra més curt o més llarg, probablement no estaríem ací. Si el temps característic de l'evolució, per la presència de vida, fóra molt curt en comparació a la vida d'un estel, seria molt difícil explicar per què ha tardat tant en el nostre cas. Pel contrari, si fóra molt gran seria molt fàcil explicar-ho.





I què diu el principi antròpic sobre SETI (Search of Extraterrestrial Intelligence)?

Fa més de vint anys vaig fer la predicció que el programa SETI no trobarà vida intel·ligent a prop del nostre sistema solar, i fins ara tinc raó. És un simple càlcul de probabilitats. Naturalment, si algun dia troben alguna cosa a prop de nosaltres, reconeixeré estar equivocat. Jo no negue que hi haja vida en algun lloc de l'univers, però dic que és un fenomen rar, molt rar i que el més pròxim sistema semblant al nostre deu estar molt més lluny del que la gent de SETI espera. Naturalment, poden ser ells qui tinguen raó, però fins ara no han trobat res, com jo afirmo.

Per molta gent, el principi antròpic s'identifica amb la seua versió forta, que més o menys diu que l'univers implica la vida intel·ligent, l'existència de la qual esdevé inevitable.

Sí, la idea es basa en els valors de les constants fonamentals, com ara la constant de gravitació universal o

la constant d'estructura fina. Per què prenen els valors que prenen i no d'altres? Alguns científics hem fet notar que alguns processos crucials per a la nostra vida són molt sensibles als valors d'aquestes constants, de manera que es pot concebre que la vida no seria possible si els valors d'aquestes constants foren molt dife-

rents. Alguns han fet una hipòtesi suplementària, la dels multiversos, admetent que hi ha diverses branques de l'univers, amb valors diferents per a les constants universals en cada una d'elles. Si això fóra cert, el principi de selecció diria que estem en la part en què els valors són els que calen per a l'existència de vida. Però no sabem res d'això, i per mi aquesta formulació no és més que una possibilitat.

**«EL PROGRAMA SETI  
NO TROBARÀ VIDA  
INTEL·LIGENT A PROP  
DEL NOSTRE SISTEMA  
SOLAR»**

De fet hi ha físics que argumenten que la teoria de cordes acabarà calculant els valors de les constants fonamentals. Recentment Gordon Kane, amb alguns col·laboradors, ha escrit a la web un article titulat "The Beginning of the End of the Anthropic Principle" en aquest sentit.



**«PER MI, EL PRINCIPI ANTRÒPIC INSISTEIX A DIR QUE LA PRESÈNCIA DE LA VIDA ÉS UN ESDEVENIMENT MOLT RAR, QUE NO TÉ RES D'INEVITABLE»**

Naturalment, això afectaria només el principi fort. Però malgrat que la teoria de cordes tinga l'ambició de calcular els valors de les constants, encara no ha arribat a donar una formulació vàlida. No negue que es puga arribar a eliminar el principi fort amb la teoria de cordes, però parafrasejant el que va dir Churchill al principi de la Segona Guerra Mundial, diria que no està clar que siga el principi de la fi, potser és tan sols la fi del principi. I en qualsevol cas, no eliminaria la pregunta de per què nosaltres estem en aquesta regió de l'univers i no en altra, a la qual el principi antròpic feble aporta una resposta.

És evident que l'existència dels àtoms és una condició necessària per a l'existència de la vida. Però molts físics no dubten a identificar existència d'àtoms pesants amb existència de vida, com si la condició fóra

també suficient. Els biòlegs saben que la nostra presència aquí es pot considerar com un cúmul de casualitats. Per exemple, un cometa provocà l'extinció dels dinosaures, i això va obrir un hàbitat que va poder ser ocupat pels mamífers. No sabem què hauria passat si no fóra per la desaparició d'altres espècies.

I jo estic completament d'acord amb la visió dels biòlegs. Per mi, el principi antròpic abona aquest punt de vista, quan insisteix a dir que la presència de la vida és un esdeveniment molt rar, que no té res d'inevitable, sinó que depèn de factors aleatoris.

En aquest sentit, vostè ha introduït el concepte de passos "crucials" perquè aparega la vida intel·ligent

Sí, ja he dit abans que de l'observació de vida ací no podem deduir immediatament que hi haja també vida en planetes semblants al nostre; no solament no és evident, sinó més aviat al contrari. I a això cal afegir un raonament basat en el fet que hem utilitzat una gran part del temps disponible. Podem demanar-nos quants passos "crucials" o difícils en la nostra evolució són necessaris per produir la vida. Tot procés possible esdevé inevitable si el temps disponible és infinit. Fent un càlcul senzill podem veure que si no hi haguera cap pas crucial, la vida hauria d'haver aparegut en una fracció molt petita del temps disponible, el que no és el cas. Per contra, si es requereixen molts passos difícils, per exemple un centenar, podem estimar que la vida apareixeria cap al final de la vida del Sol. Com el temps de vida que queda és comparable al temps ja transcorregut, podem deduir, amb arguments estadístics prou elaborats, que el nombre de passos difícils és de l'ordre de la unitat, és a dir, potser 3 o 4, però no un centenar. És a dir, l'aparició de la vida és un fenomen difícil, però no massa.

**I quins serien aquests passos difícils?**

Aquesta és més aviat una pregunta per als biòlegs. Jo puc imaginar, per exemple, que una etapa important podria ser el sistema de visió, l'evolució del qual és llarga i complicada. Però des d'un punt de vista estadístic diria que el pas realment difícil seria l'aparició d'un primer detector de llum, per molt primitiu que siga, la resta es veuria afavorit pel procés de selecció darwinista. En la meua opinió, el repte per als biòlegs seria reconèixer quines etapes en la nostra evolució han estat difícils en aquest sentit, aquelles que representarien un blocatge que hauria impedit l'existència d'éssers comparables a nosaltres en altres planetes semblants al nostre situats en el nostre entorn pròxim. ☺

**Armando Pérez-Cañellas.** Departament de Física Teòrica - IFIC (centre mixt CSIC - Universitat de València).

**Jesús Navarro.** IFIC (centre mixt CSIC - Universitat de València).