



¿EL PRINCIPIO ANTRO...QUÉ?

Uno de los temas recurrentes que suele surgir en una conversación sobre la vida en el universo es el del principio antrópico, un principio que no suele ser muy bien comprendido, y del que hay dos versiones: la débil y la fuerte. Para que no se quede con la curiosidad, le daré aquí sus definiciones. El principio antrópico débil dice: «Dado que existimos, las leyes naturales han resultado ser tales que han permitido la vida», mientras que la versión fuerte dice: «Las leyes del universo deben ser las que son *para* que permitan que existamos».

La versión débil le sonará a tautología, y seguramente la fuerte la verá imposible de demostrar. ¿Entonces por qué se arma tanto alboroto con un tema tan baladí? Porque en realidad no es tan inocuo como parece. El principio antrópico está remarcando que, dado que nosotros existimos y somos como somos, se pueden sacar ciertas conclusiones sobre el universo. O sea, nuestra propia existencia es una fuente (limitada) de información cósmica. Y se ha usado con éxito en algunas ocasiones.

Probablemente la más famosa sea la predicción sobre la resonancia del carbono. Sabemos que los elementos químicos más complejos que el hidrógeno y el helio se forman en el interior de las estrellas por fusión nuclear. En concreto, las estrellas más masivas en un momento de su vida comienzan a quemar helio para producir carbono, en un proceso llamado «triple alfa». En este proceso, dos núcleos de helio colisionan y durante un breve tiempo se mantienen unidos. Justamente durante ese breve lapso debe chocar un tercer núcleo de helio contra este par. Del *menage à trois* resultante surge un núcleo de carbono. El problema está en que ese lapso es extraordinariamente breve: 0,00000000000000000001 segundos. La probabilidad de esa triple colisión es increíblemente baja, del orden de 10^{-50} . Por tanto, apenas debe haber carbono en el universo.

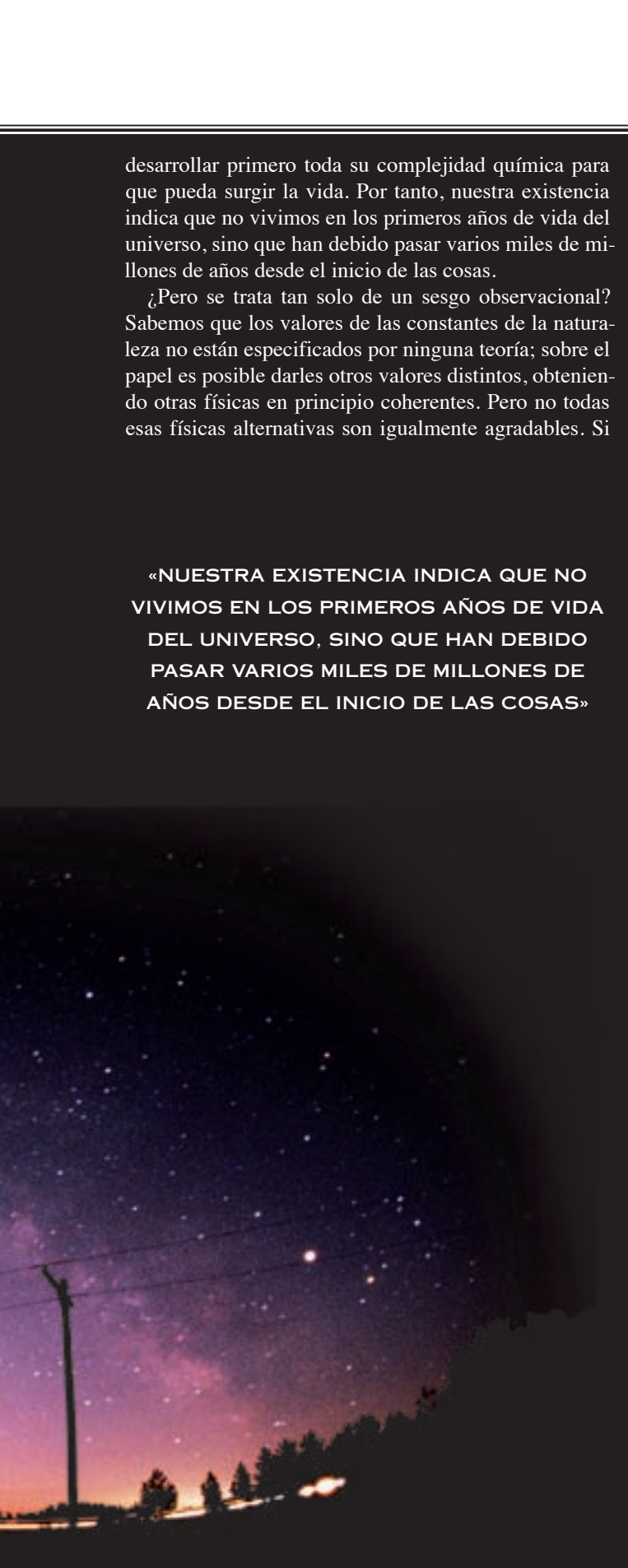
Pero el caso es que estamos aquí y estamos formados de carbono. A partir de este hecho, el astrónomo británico Fred Hoyle propuso en 1952 que debería existir una «resonancia en el carbono»: el carbono debería tener un nivel energético aún desconocido que fuera igual a la energía de esa combinación de núcleos. Este tipo de resonancia incrementaría la intensidad de la interacción, dando una producción de carbono mayor de lo esperado. Por otro lado, no debería existir una resonancia similar con una energía algo mayor en el oxígeno, ya que de lo contrario la conversión de carbono en oxígeno sería tan eficiente que el carbono desaparecería. Años después se descubrió que, efectivamente, la resonancia

del carbono sí existía, con la energía predicha (y que el oxígeno tenía una resonancia con una energía algo inferior, aunque muy cerca de la zona de peligro).

El principio antrópico también nos indica que la vida solo puede surgir y existir durante una cierta época del universo: no podría haber seres racionales como nosotros en una época temprana de la evolución cósmica, en la que solo hubiera hidrógeno y helio. El universo ha de

«EL PRINCIPIO ANTRÓPICO ESTÁ REMARCANDO QUE, DADO QUE NOSOTROS EXISTIMOS Y SOMOS COMO SOMOS, SE PUEDEN SACAR CIERTAS CONCLUSIONES SOBRE EL UNIVERSO»

Philip Chee



desarrollar primero toda su complejidad química para que pueda surgir la vida. Por tanto, nuestra existencia indica que no vivimos en los primeros años de vida del universo, sino que han debido pasar varios miles de millones de años desde el inicio de las cosas.

¿Pero se trata tan solo de un sesgo observacional? Sabemos que los valores de las constantes de la naturaleza no están especificados por ninguna teoría; sobre el papel es posible darles otros valores distintos, obteniendo otras físicas en principio coherentes. Pero no todas esas físicas alternativas son igualmente agradables. Si

«NUESTRA EXISTENCIA INDICA QUE NO VIVIMOS EN LOS PRIMEROS AÑOS DE VIDA DEL UNIVERSO, SINO QUE HAN DEBIDO PASAR VARIOS MILES DE MILLONES DE AÑOS DESDE EL INICIO DE LAS COSAS»

la fuerza electromagnética fuera mucho más fuerte, los electrones caerían al núcleo y la química no existiría. Con que fuera más débil, el agua no sería un líquido sino un gas. Una fuerza nuclear más débil haría que buena parte de los átomos fueran radiactivos. Si la gravedad fuera mayor, las estrellas morirían más deprisa y no daría tiempo a que se formara vida en los planetas... Parece que la menor modificación de las leyes de la naturaleza haría inviable la vida. Este hecho es justamente el punto de sustento de la versión fuerte del principio antrópico, que suele dejar un cierto regusto religioso.

Pero no se preocupe, hay varias escapatorias: podría ocurrir que existieran otros universos. La no demostrada teoría de los multiversos tiene bases teóricas fundamentadas por la física cuántica: podría haber una infinidad de universos, cada uno con sus propias versiones de las leyes físicas. De ellos, solo en un pequeñísimo subconjunto las leyes naturales permitirían la existencia de seres vivos, siendo el universo en el que existimos uno de ellos.

Por otra parte, quizás no haría falta echar mano de algo tan exótico como los multiuniversos. El investigador australiano John Webb parece haber encontrado indicios de que al menos algunas constantes de la naturaleza (como la de estructura fina a que determina la fuerza del campo eléctrico) no son las mismas en todo el universo, sino que cambian de región a región. De ser así, tal vez distintas zonas del universo (que es inmenso y del cual nosotros solo podemos ver una minúscula parte) tengan leyes naturales distintas. Nosotros viviríamos en una región «amistosa» para la vida.

Pero si me preguntan, yo tengo la impresión de que la complejidad emergería en cualquier tipo de universo: hemos diseñado sistemas exóticos con leyes sin ningún punto en común con la realidad, como el «juego de la vida» de John Conway, y hemos encontrado que surgen estructuras complejas (incluso autorreplicantes), inimaginables a partir de las leyes básicas que definen estos sistemas. A fin de cuentas, ¿podría alguien a partir de las propiedades de las partículas elementales deducir la existencia de las galaxias, de los volcanes, de la evolución darwiniana o del comportamiento social? ¿De verdad estamos seguros de que en un universo con otras reglas del juego sería imposible la vida? ¿Qué tipo de estructuras, del todo insospechadas por nosotros, podrían darse en otros universos distintos?

En esto, opino como Ian Malcolm en *Parque Jurásico*: la vida se abre camino.

FERNANDO BALLESTEROS
Observatorio Astronómico de la Universitat de València