

Seis números nada más. Las fuerzas que ordenan el universo

MARTIN REES

Debate, Madrid, 240 págs.

Trad. de Fernando Velasco

Los nueve números del cosmos

MICHAEL ROWAN-ROBINSON

Editorial Complutense, Madrid, 224 págs.

Los números cósmicos y el principio

antrópico

Antonio Fernández-Rañada

1 diciembre, 2002

Una de las constataciones más intrigantes de la física de hoy es que las características fundamentales del universo quedan determinadas en lo esencial por un conjunto sorprendentemente reducido de números que miden las intensidades de unas pocas leyes de la naturaleza. Para mayor asombro, resulta que, si el valor de uno cualquiera de ellos fuese tan solo un poco distinto del que tiene, no estaríamos aquí para contarlos, pues la vida sería imposible. Es decir, que esos números toman los valores precisos y necesarios, con poco margen de variación, para que puedan haber nacido la vida, primero, y la inteligencia, después.

En las grandes leyes de la naturaleza hay que distinguir entre la forma y la intensidad. La primera viene dada por cómo depende el efecto estudiado de las circunstancias, o sea por cuáles son los factores que influyen en él. Una vez conocida esta forma, es preciso multiplicarla por un número que cuantifica la intensidad del efecto. En la teoría de la gravitación de Newton, por ejemplo, la forma es la manera en que la atracción entre dos astros depende de su distancia o de sus masas (según la conocida frase «es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de su distancia»); la intensidad está dada por la famosa constante G de Newton, que multiplica a la forma. Si G fuese mayor, el Sol tiraría más de la Tierra, ésta más de nosotros y el Sistema Solar y las galaxias girarían más deprisa; si fuese menor ocurriría lo contrario. Pues bien, los números de que hablamos desempeñan papeles parecidos a G respecto a otros fenómenos.

Pondré un ejemplo, bien explicado por Rees. Una de las cuatro fuerzas fundamentales, la llamada interacción fuerte o nuclear, actúa entre los nucleones (nombre común de protones y neutrones), manteniéndolos unidos en los núcleos atómicos (que son como racimos de nucleones), de modo que la materia es estable gracias a ella. Según la cosmología del *big bang*, un segundo tras el tiempo cero los nucleones estaban todos separados unos de otros. Desde entonces, muchos de ellos se han aglutinado en los núcleos de los átomos gracias a un proceso de evolución cósmica llamado nucleosíntesis y gobernado por la interacción fuerte. La cosa ocurrió en dos etapas, la primera durante los tres primeros minutos del universo (el título de un famoso libro de Steven Weinberg). El núcleo del hidrógeno normal ya existía, es el protón; durante unos tres minutos se formaron en cantidades apreciables los algunos otros núcleos ligeros, el del isótopo del hidrógeno llamado deuterio, con dos nucleones, y los de helio y litio, con entre tres y cuatro, más trazas de los de boro y berilio. La nucleosíntesis hizo una pausa entonces, cuando la química era aún demasiado simple para la vida, reanudándose el proceso más tarde, tras la formación de las estrellas y en su interior, en donde se generaron todos los núcleos más pesados por agregación de los ligeros. Así surgió toda la diversidad de los átomos, base de la diversidad mucho mayor aún de las moléculas. Al final de su ciclo vital, muchas estrellas riegan en su entorno esos materiales pesados, que sirven luego para que nazcan de ellos otras, es decir, sus hijas, los planetas y los seres vivos, al menos en la Tierra. Los núcleos de los átomos de oxígeno, carbono, calcio o hierro que forman nuestros cuerpos, o los que están por toda la tierra mineral o por la biosfera, han sido cocinados en esos enormes hornos

termonucleares que están dentro de las estrellas. Las interacciones fuertes en los núcleos son así las mantenedoras de una ecología estelar y nuclear a la vez, en la que se sustenta la vida. Por eso se dice que somos literalmente hijos de las estrellas.

El rendimiento de esa doble ecología se mide por la fracción de la masa de los neutrones y protones que se transforma en energía al formar un núcleo de helio, según la conocida fórmula de Einstein $E = mc^2$. Esa fracción vale siete milésimas, 0,007, y sirve como medida de la intensidad de la interacción fuerte (como G lo es de la gravedad). Son siete milésimas que determinan cuánto viven las estrellas. ¿Qué pasaría si ese número fuese un poco distinto, digamos si valiese 0,008 o 0,006? Podría pensarse que las cosas no cambiarían mucho, simplemente que la evolución cósmica iría un poco más deprisa o quizá algo más despacio. Pero no es así: los cambios serían enormes, tanto que no habría podido nacer la vida. Si sólo valiese 0,006, el hidrógeno sería un combustible nuclear algo menos eficaz y las estrellas vivirían menos, pero el hecho crucial es que no se podría formar deuterio, pues la atracción entre el protón y el neutrón que forman su núcleo sería demasiado débil. La generación de núcleos agrupando sucesivamente nucleones se habría abortado antes de poder juntar a dos de ellos, al faltarle ese escalón necesario en el camino hacia los núcleos más pesados: las estrellas serían frías y no habría planetas rocosos como la Tierra. Si, por el contrario, ese número fuese igual a 0,008, las cosas se estropearían por el otro lado. La atracción entre los nucleones sería tan fuerte que no quedaría hidrógeno, todo él convertido en núcleos más pesados. No habría agua y a la química vital le faltarían elementos esenciales. No podría haber vida. Ese estrecho resquicio entre seis y ocho milésimas tiene la anchura conveniente y justa, la que permite singularmente que la atracción entre nucleones sea lo bastante intensa como para que se unan en núcleos, pero también lo bastante débil como para que queden muchos sin unirse a otros (en otro caso no habría hidrógeno), dos condiciones esenciales para la vida.

Rees examina otros cinco números, el cociente entre las fuerzas electromagnética y nuclear, la intensidad de la gran explosión, la constante cosmológica de Einstein (que, si no es nula, rige la gravedad repulsiva), el cociente entre la energía gravitatoria de las grandes estructuras y su energía en reposo y el número de dimensiones del espacio. Con todos se encuentra la misma pauta: variaciones muy pequeñas en esos números y el cosmos cambiaría tanto que la vida sería imposible.

Sin duda el mundo parece estar «finamente ajustado» o, al menos, dominado por intrigantes coincidencias. Para algunos, hay que ir más allá, admitiendo que está hecho a la medida del hombre («tailor made» en la expresión inglesa). Esta es la base del llamado «principio antrópico», que en su forma débil afirma: «Los valores observados de las cantidades básicas de la física no son cualesquiera, sino que están restringidos por dos condiciones: que en torno a alguna estrella pueda aparecer la vida basada en el carbono, como la nuestra, y que el universo debe ser lo bastante antiguo como para que eso haya ocurrido ya». Tomándolo al pie de la letra, algunos afirman que la mera existencia de seres pensantes tendría poder explicativo sobre las leyes del mundo, pues éstas estarían así condicionadas por el hecho de que hay seres inteligentes que las observan. Es un enunciado que apunta en dirección opuesta a la hipótesis de Copérnico ya que, aun sin vivir en el centro del cosmos, la singularidad humana se colaría de rondón por unas leyes naturales que son, sin duda, especialmente adecuadas para la vida y la inteligencia.

Pero la astronomía está acostumbrada a considerar a esa hipótesis copernicana como un punto de

partida irrenunciable, para evitar que proyectemos sobre el cosmos nuestros deseos ocultos o poco meditados, destruyendo así la objetividad científica. De hecho, la hipótesis de Copérnico aparece radicalizada, ya desde los libros más elementales de texto, como una base de nuestro entendimiento del cosmos, con el nombre de «principio cosmológico»: el universo es igual por todas partes, salvo en detalles pequeños e irrelevantes. Y así lo parece en verdad, ya que todas las observaciones indican que es como una ingente ciudad, cuyas casas, calles o plazas fuesen todas iguales, cortadas por el mismo patrón, con la misma antigüedad y el mismo estilo arquitectónico, sin que se pudiese hablar para nada de peculiaridades de barrio. En el contexto de la eventual vida extraterrestre, esta proposición se suele conocer como «hipótesis de la mediocridad»: nuestro barrio cósmico no tiene nada de especial, vivimos en un planeta corriente, en torno a una estrella vulgar, que forma parte de una galaxia cualquiera, en un cúmulo ordinario situado en una región anodina del universo. Este aserto desempeña en cosmología un papel muy parecido al rechazo del vitalismo en biología o a la negación a interpretar a los seres vivos en clave teleológica, lo que Jacques Monod llamaba «principio de objetividad» en su famosa obra *El azar y la necesidad*.

Hay tres tipos de actitudes frente a esta cuestión. Unos, en la tradición de William Paley y los defensores de lo que se llamaba teología natural, sostienen que el principio antrópico es una indicación de que el universo está diseñado por un Dios creador. Otros admiten que, si bien es cierto que hay algo muy especial para nosotros en las leyes, eso no tiene ninguna implicación hacia ninguna trascendencia. Finalmente, y ésta es la opinión de Rees, muchos encuentran la salida a lo que ven como una contradicción en la idea del cosmólogo ruso Linde: no hay un solo universo sino muchos, formando una entidad ingente y compleja llamada «multiverso», yuxtaposición de muchos universos separados, formados a partir de distintas burbujas que crecieron separadamente desde un *big bang*, otros surgidos como rebotes tras la muerte por implosión (o *big crunch*) de uno precedente. Ese cosmos múltiple, ingente y eterno, se autorreproduciría mediante el nacimiento de sus universos a partir de singularidades y su muerte en enormes colapsos para dar vida a otros nuevos, en una evolución que no tiene final y quizá no haya tenido principio. ¿Qué diría Pascal, a quien estremecía la oscuridad y el frío de esos espacios inmensos, cuando ni siquiera se sabía de la existencia de galaxias?

Los infinitos universos de esa miríada se diferenciarían unos de otros en las leyes naturales que los rigen, caracterizadas por diversos números cósmicos, de modo que si estamos en uno que tiene leyes adecuadas para nuestra vida, eso no debe sorprendernos: simplemente no podríamos estar en otro cuyas leyes fuesen hostiles a la vida. De ese modo, el multiverso permitiría evitar la fuerte impresión de diseño que transmite el principio antrópico. Pero debe reconocerse que esa idea está hoy por hoy en el terreno de la metaciencia, o sea fuera de toda comprobación empírica, pues esos infinitos universos estarían necesariamente desconectados del nuestro, siendo inobservables por tanto para nosotros. Rees confía en que se llegarán a detectar efectos experimentales indirectos, aunque admite que en este momento esa esperanza no es más que una hipótesis tentativa. Otros creen que lo será siempre. Habrá que esperar, manteniendo abierta la mente.

Los autores de los dos libros, dos cosmólogos británicos de gran prestigio, con importantes contribuciones a su ciencia, han escrito dos excelentes libros de divulgación sobre cómo unos pocos números determinan las grandes características del universo. Pero son obras distintas. A Martín Rees

le interesan más las leyes de la física como base de las cosmológicas. Michael Rowan-Robinson se coloca de entrada en el nivel cosmológico, examinando cómo sus números gobiernan leyes ya formuladas a escala universal. Rees no menciona explícitamente al principio antrópico, pero éste está presente de modo implícito a lo largo de su obra y lo discute en su valoración final, a Rowan-Robinson, en cambio, no parece preocuparle. Los dos se leen con facilidad y son muy recomendables para quienes sientan la curiosidad por el universo, una de las más antiguas sentidas por el hombre.