



EXPLORANDO LOS CONFINES DE LA ÚLTIMA FRONTERA

MIRAR al cielo nocturno desde un lugar apartado de las luces de la ciudad es sin duda uno de los espectáculos más majestuosos que nos ofrece la naturaleza. No es extraño pues que el ser humano se interesase desde tiempo inmemorial por esos diminutos puntos de luz sobre nuestras cabezas. Durante siglos nos tuvimos que conformar con mirarlos y estudiarlos con el ojo desnudo. Esto cambió en 1609 cuando a Galileo Galilei se le ocurrió utilizar un reciente invento -el antejo- para observar el cielo. Al hacerlo descubrió en la bóveda celeste mucho más de lo que se nos muestra a simple vista. Y así nació la astronomía moderna.

Desde esa lejana noche en la que Galileo usó por primera vez un telescopio, los instrumentos empleados por los astrónomos han mejorado de manera increíble. Hemos conseguido enviar nuestros telescopios al espacio y hemos abierto nuevas ventanas al universo: ya no nos limitamos a la luz visible, sino que también podemos observar el cielo usando ondas de radio y microondas a rayos X y rayos gamma. Y cada una de estas ventanas nos muestra nuevos fenómenos.

Pero mirar al cielo en realidad es ver el pasado. La luz viaja a 300.000 kilómetros por segundo, por lo que el sol que vemos en el cielo es de hecho el astro rey tal y como era hace unos ocho minutos. Si apuntamos un telescopio a la galaxia Andrómeda, la imagen que observamos tiene una antigüedad de algo más de 2.500.000 años. Cuanto más lejos está el objeto, más antiguo es.

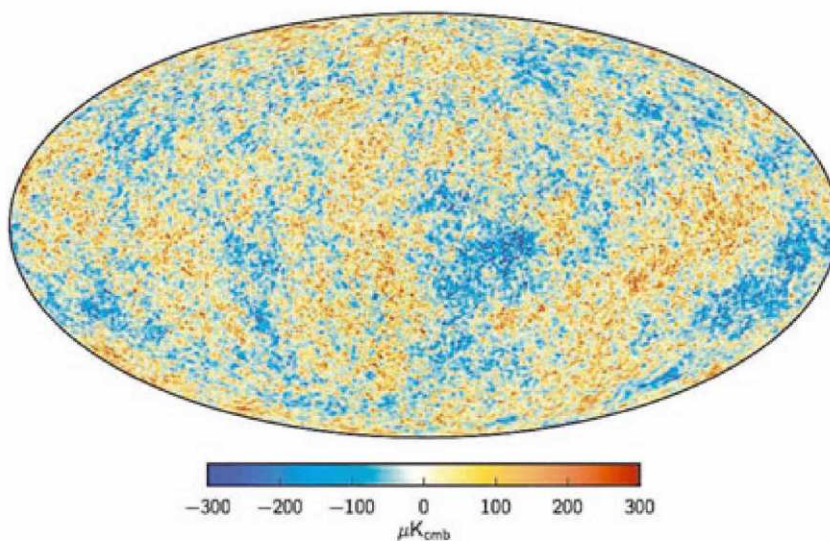
Este viaje en el tiempo nos muestra algo muy interesante: el universo en el pasado era más pequeño que en la actualidad. Por lo tanto se está expandiendo. Pero aún hay más sorpresas. En algún momento esta expansión comenzó a acelerarse. Es como si hubiese algo que "estirase" el espacio. A falta de una explicación mejor, llamamos a ese algo energía oscura.

El universo primitivo no solamente era más pequeño que el actual, sino más denso y más caliente. Por ello cuando miramos muy atrás en el tiempo, antes de que se formasen las estrellas y las galaxias, no nos encontramos un espacio vacío por el que la luz viajaba sin obstáculos, sino una "sopa" muy caliente de partículas elementales que llena el universo. Esta sopa es opaca, por lo que no podemos mirar a través de ella. Solamente ve-

mos su superficie que afortunadamente "brilla", aunque no con luz visible sino con microondas, el mismo tipo de radiación electromagnética que usamos para calentarnos el desayuno. Es el llamado fondo cósmico de microondas (CMB, por sus siglas en inglés).

Conocer la esencia de nuestro mundo nos ayudará a desentrañar algunas de las grandes incógnitas del universo, ese gran desconocido. Así

lo ve Miguel Ángel Vázquez-Mozo, investigador del Departamento de Física Fundamental de la Universidad de Salamanca.



HUELLA. Los colores de la imagen del universo captada por el satélite Planck reflejan las variaciones de temperatura.

mos su superficie que afortunadamente "brilla", aunque no con luz visible sino con microondas, el mismo tipo de radiación electromagnética que usamos para calentarnos el desayuno. Es el llamado fondo cósmico de microondas (CMB, por sus siglas en inglés).

El satélite Planck ha obtenido la imagen más precisa hasta el momento de la superficie de esa sopa primigenia (ver figura). Los distintos colores representan diminutas variaciones de temperatura. En realidad lo que estamos viendo aquí no es más que una gigantesca huella dactilar dejada por el universo primitivo. Estudiándola podemos obtener información sobre lo que ocurrió antes de que el universo se volviera transparente.

Al igual que los investigadores forenses pueden reconstruir, a partir de los rastros dejados en la escena del crimen, la sucesión de acontecimientos en la comisión de un delito, los cosmólogos son capaces de conocer muchas cosas sobre el universo primitivo analizando la estructura matemática de las variaciones de temperatura del CMB. Para ello tienen dos herramientas fundamentales. Una es la teoría general de la relatividad de Einstein, que nos dice cómo se comporta la gravedad y en consecuencia el universo en su

conjunto. La segunda es el modelo estándar de la física de partículas, que rigiere el comportamiento de las partículas elementales que componen la sopa cósmica.

Pero el resultado es sin duda inquietante: ¡ignoramos de qué está hecho el 95% del universo! Tan solo alrededor de un 5% de lo que hay en el cosmos está constituido por la materia que conocemos y de la que nosotros mismos estamos hechos. Aproximadamente un 26% es materia oscura, que no podemos "ver" -no interactúa electromagnéticamente- pero que sí podemos detectar a través de la gravedad que produce. Y el resto, un 69%, es la energía oscura responsable de la expansión acelerada del universo.

EL LHC. La naturaleza de la materia oscura es uno de los grandes problemas abiertos en física. Ninguna de las partículas conocidas en el modelo estándar puede explicar ese 26% que nos indica el CMB. Por eso es necesario que existan nuevas partículas elementales aún no detectadas. El problema cosmológico se ha convertido pues en un problema para la física de partículas.

El Gran Colisionador de Hadrones (LHC) en el CERN, en el que en 2012 se descubrió el bosón de Higgs, podría todavía enseñar-

nos algo sobre el problema de la materia oscura. En cualquier caso habrá que ir más allá y explorar energías aún más altas. Nuevos aceleradores de partículas están siendo planeados para este y otros fines. Además, la detección de las ondas gravitacionales en 2015 nos abrió una nueva ventana al universo, a través de la cual podríamos en principio "ver" directamente hasta el mismísimo big bang.

Nuestras investigaciones sobre el universo primitivo están limitadas no sólo por la potencia de nuestros instrumentos astronómicos, sino también por la validez de la relatividad general y del modelo estándar. Estas teorías fallan cuando nos acercamos mucho al "big bang". Para comprender mejor el universo necesitamos saber más sobre la física de partículas elementales, conocer qué hay más allá de las energías exploradas. La última frontera de lo muy lejano está indisolublemente unida a la frontera de lo muy pequeño. Cuanto más aprendamos acerca de los constituyentes básicos del mundo, más sabremos de ese grandioso y fascinante universo que continuamente navegamos montados sobre una frágil roca.

La última frontera de lo muy lejano está indisolublemente unida a la frontera de lo muy pequeño

Tan solo cerca de un 5% de lo que hay en el cosmos está constituido por la materia que conocemos