



PENZIAS, WILSON, DICKE Y EL FONDO DE MICROONDAS

En julio de 2015 se cumplirá el 50 aniversario del descubrimiento, por Penzias y Wilson, de la radiación del fondo cósmico de microondas.

Arno Penzias nació en Munich, Alemania, en 1933. Su familia era de origen judío, y su padre, intuyendo los luctuosos acontecimientos que estaban por llegar, emigró con su mujer y sus dos hijos a los EE.UU. en 1939. En 1946, Penzias adquirió la nacionalidad estadounidense. Tras acabar su doctorado en 1962, Penzias consiguió un contrato en la sede de los laboratorios Bell de AT&T, en la colina de Crawford. Los laboratorios Bell tenían allí una antena de seis metros de diámetro, en forma de bocina o claxon gigante, pensada para la recepción de señales de comunicaciones muy tenues. Unos años antes, en 1959, los EE.UU. habían lanzado al espacio el *Echo 1*, un satélite en forma de gigantesco globo cuyo objetivo era utilizarlo como satélite de comunicaciones. La antena de Holmdel se había construido específicamente con este fin. Penzias estaba interesado en el uso radioastronómico de la antena y, afortunadamente, la antena pronto estuvo libre para ese fin. Además, a principios de 1963, los laboratorios Bell contrataron a otro radioastrónomo, Robert Wilson, quien había acabado de defender su doctorado en radioastronomía en Caltech. Robert Wilson (EE.UU., 1936) era el mayor de tres hijos de una familia de clase media de Texas. De adolescente solía reparar, por gusto, radios y televisores. A buen seguro, este precoz dominio de la electrónica sirvió de gran ayuda en lo que fue la inesperada detección del exceso de temperatura del fondo cósmico.

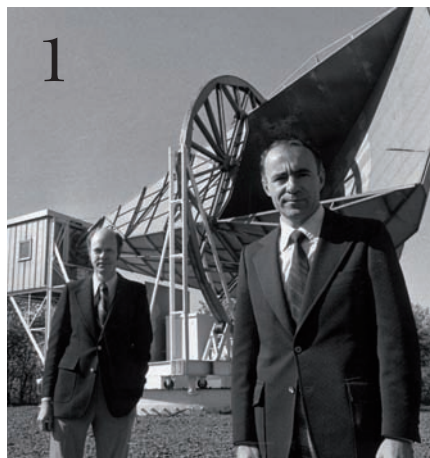


FIGURA 1 Robert Wilson (izquierda) y Arno Penzias (derecha) posando en 1978, tras haber recibido el premio Nobel de Física, delante de la antena con la que se detectó la radiación del fondo cósmico de microondas. (©2004 Thomson - Brooks/Cole)

UN EXCESO DE TEMPERATURA DE ANTENA DE 3,5 KELVIN

«Las medidas de la temperatura cenital efectiva de ruido de la antena reflectora de 20 pies en el laboratorio de la colina de Crawford, Holmdel, New Jersey, a 4080 Mciclos/s han dado un valor de unos 3,5 K más de lo esperado. Este exceso de temperatura es, dentro de los límites de nuestras observaciones, isotrópico, no polarizado y libre de variaciones estacionales (julio 1964-abril 1965). Una posible explicación para el exceso de la temperatura de ruido observada es la que dan Dicke, Peebles, Roll y Wilkinson (1965) en otro artículo de este volumen.»

Así comienza el artículo de Arno Penzias y Robert Wilson, gracias al cual ambos recibieron el premio Nobel de Física en 1978. El resto

del artículo es una redacción concisa y precisa, aunque tremendamente aburrida para cualquiera que no sea un ingeniero de antenas, de todos los elementos que determinan la temperatura de la antena. Penzias y Wilson apuntaron su antena hacia el halo de la Galaxia que, en base a medidas a otras longitudes de onda, debía tener una temperatura de no más de 0,1 K a la longitud de onda de 7 cm. En cambio, encontraron un valor de 3,5 K, 35 veces mayor de lo esperado. El exceso de temperatura estaba fuera de toda duda, y lo que se necesitaba era una explicación satisfactoria, fuera esta debida a la calibración de todo su sistema, o a una causa externa. Pero Penzias y Wilson no dan ninguna. La única mención en el artículo es la frase del principio: «una posible explicación... es la que dan Dicke *et al.*»

Lo cierto es que Penzias y Wilson no tenían ni idea de lo que habían encontrado: la emisión fósil del fondo cósmico de microondas, que validaba la teoría del Big Bang. Penzias y Wilson llegaron a especular con la posibilidad de que la causa del exceso de temperatura fuera un «material dieléctrico blanco» o dicho en castizo, «cagadas de paloma», pues la antena era extremadamente sensible y, casi literalmente, podría haber detectado variaciones tan pequeñas como las deposiciones de estas aves. Tras limpiar la antena cuidadosamente de los excrementos de las palomas, repitieron el experimento, obteniendo idéntico resultado: un exceso de temperatura, que además se veía en todas las direcciones. Afortunada-

mente para ellos, un colega, Bernard Burke (autor de un libro muy recomendable, *Introduction to Radio Astronomy*), del Instituto Tecnológico de Massachussets, sugirió que quizá la señal tuviera un origen cosmológico, y les animó a que se pusieran en contacto con Dicke y Peebles. Y llegó la fatídica llamada... para Dicke: «May I speak to Dr. Dicke, please?»

LA LLAMADA QUE HIZO PERDER EL NOBEL A DICKE

«Se nos han adelantado.» Esta es la escueta frase que dijo el cosmólogo observacional Robert Dicke una mañana de principios de 1965, tras responder a una llamada de teléfono que había recibido en su oficina. Dicke había invitado a almorzar a su despacho a los colegas que trabajaban junto a él en el experimento de la detección de la radiación cósmica de fondo: Peebles, Wilkinson y Roll. La llamada la habían hecho Arno Penzias y Robert Wilson, dos ingenieros de los laboratorios Bell, que no podían explicar un exceso de temperatura a longitud de onda de 7 cm, utilizando una antena ultrasensible. El resultado es bien conocido: Penzias y Wilson recibieron el premio Nobel de Física de 1978. Los cosmólogos Dicke y Peebles, así como sus colegas Roll y Wilkinson, se quedaron con un palmo de narices.

Dicke (EE.UU., 1916-1997), un físico brillantísimo tanto para la teoría como para los experimentos, había inventado en 1946 un radiómetro diferencial de microondas, un instrumento muy sensible para medir diferencias de temperatura en el cielo. Años más tarde, Dicke empezó a utilizar su radiómetro con el fin de detectar distintos tipos de radiación cósmica. Dicke utilizó el radiómetro para explorar el cielo, y concluyó que si había alguna radiación de fondo, su temperatura debía ser menor de 20 K. En aquellos años, Dicke no buscaba una radiación proveniente del Big Bang, sino cualquier tipo de radiación.

La comunidad astrofísica había olvidado por completo lo que Gamow, Alpher y Herman habían pre-

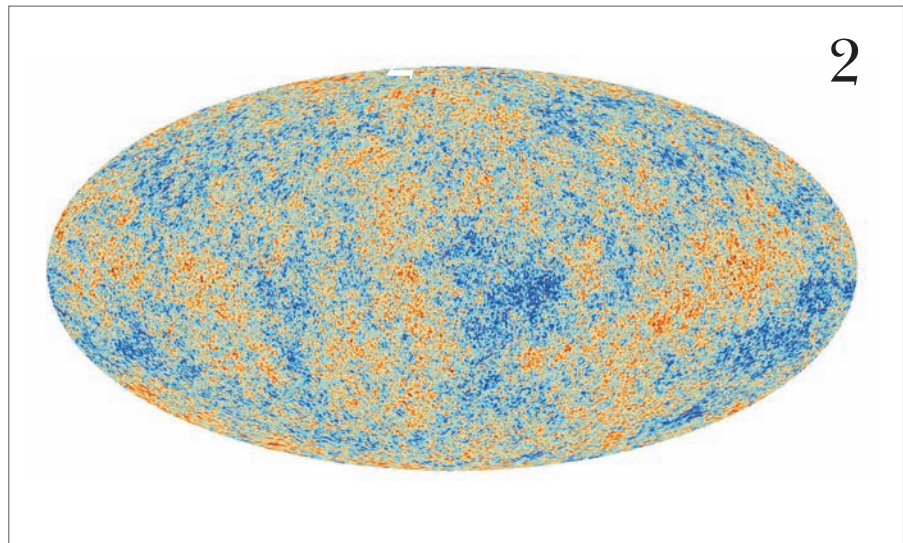


FIGURA 2 El fondo cósmico de microondas, obtenido a partir de observaciones del satélite Planck. (ESA/Planck Collaboration)

dicho ya en 1948. Es decir, que si el Big Bang era la teoría correcta, entonces debería de haber una emisión residual que permeara el Universo, y cuya temperatura sería actualmente de unos 5 K (ver *Astronomía* 184, octubre 2014). En los primeros años de la década de los 60, el cosmólogo Peebles había dado una serie de conferencias sobre el modo en que los elementos ligeros, como el hidrógeno y el helio, podrían haberse formado en el universo primigenio, sugiriendo que quedaría una radiación fósil de aquella época, redescubriendo lo que Gamow, de un lado, y Alpher y Herman, de otro, habían descubierto en 1948. Dicke y Peebles sugirieron, de modo independiente, que si el Big Bang era la teoría correcta, el fondo cósmico debía existir y ser detectable, estimando una temperatura de 10 K. Convencidos de este resultado, idearon un experimento para detectar la emisión de fondo.

En contraste con el artículo de Penzias y Wilson, el artículo que aparece justo antes del suyo, y firmado por Dicke, Peebles, Roll y Wilkinson, lleva el directísimo e informativo título «Cosmic Black Body Radiation», la «Radiación cósmica de cuerpo negro». Cinco páginas y media, todas ellas sin desperdicio alguno y donde, a diferencia de Penzias y Wilson, explican por qué es de esperar una emisión de

cuerpo negro del Universo, qué temperatura esperan, y por qué han diseñado un receptor a 3 cm, la longitud de onda que maximiza la detección del fondo cósmico (el receptor y la antena los diseñaron Roll y Wilkinson).

El descubrimiento del fondo cósmico de microondas por parte de Penzias y Wilson fue, por encima de todo, un hecho accidental y muy afortunado para ellos. Dicke y Peebles tenían claro que una predicción de la teoría del Big Bang era el fondo cósmico y pusieron manos a la obra para detectarlo. Tenían la explicación teórica, sabían cómo detectarlo y para ello habían involucrado a otros dos colegas, Roll y Wilkinson, que habían diseñado un sistema para detectar la emisión del fondo cósmico a 3 cm. Estaba claro que en breve lo detectarían, pero... la sugerencia de Bernard Burke y la llamada de Penzias y Wilson les hizo ver que, en efecto, la detección del fondo cósmico de microondas estaba ya ahí, aun cuando quienes la habían encontrado no tuvieron ni idea de qué era. El Big Bang quedaba confirmado. (A)

Miguel Ángel Pérez-Torres es científico titular del Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC).



Para contactar: torres@iaa.es