

químico Paul Crutzen, galardonado con el Premio Nobel en 1995 por sus estudios acerca de la capa de ozono, ha tenido una idea digna de la ciencia – ficción, que consiste en diseminar partículas de azufre en la estratosfera a fin de reflejar los rayos solares, favoreciendo así el enfriamiento del planeta y ganando un poco de tiempo para cumplir los acuerdos internacionales relativos a

las emisiones (Crutzen, *Climatic Change*, 77, 211).

Y para terminar esta reseña saliendo ya de los límites de nuestro propio planeta, conviene dejar constancia de que los debates acerca de si en Marte existe agua en cantidades significativas, o de mayor o menor antigüedad (Bibring y col., *Science*, 312, 400), pueden tener unas derivaciones insospechadas por

el hallazgo de un fluido con las propiedades del agua líquida que puede considerarse relativamente reciente, ya que data solamente de la pasada década (Malin y col., *Science*, 314, 1573). De confirmarse esta noticia, no tendríamos que preocuparnos por la pertinaz sequía marciana.

Fernando Peral Fernández

Dpto. de Ciencias y Técnicas Fisicoquímicas

## SEMBLANZAS DE LOS PREMIOS NOBEL

### Premio Nobel de Física 2006

El Premio Nobel de Física de 2006 fue concedido a John C. Mather (Virginia, 1946) y Geoge Smoot (Florida, 1945) «por el descubrimiento del carácter de cuerpo negro y la anisotropía de la radiación cósmica de fondo».

En 1933, Karl Jansky, un ingeniero de telecomunicaciones de los Laboratorios Bell en Holmdel, New Jersey, recibió el encargo de identificar los ruidos parásitos que interferían en las radiocomunicaciones. Tras minuciosos estudios, Jansky pudo demostrar que parte de este ruido tenía origen extraterrestre. Había nacido la radioastronomía.

Algo más de 30 años después, en 1964, y en los mismos Laboratorios Bell, dos físicos americanos, Arno Penzias y Robert Wilson, trataban de adaptar para su utilización en radioastronomía una antena de cuerno que había sido diseñada originalmente para realizar comunicaciones a través de satélites en el rango de las microondas. Por mucho que lo intentaban se veían incapaces de eliminar un extraño ruido de fondo. Buscaron todo tipo de explicaciones para determinar el origen del ruido, incluyendo la presencia de «material dieléctrico blando», que era como llamaban a los excrementos de palomas que habían anidado en la antena, pero todo fue inútil. El

ruido era el mismo ya apuntase la antena al cenit o al horizonte, lo que excluía que el origen del ruido fuera cualquier fenómeno atmosférico, pues el «espesor» de atmósfera explorado en ambos casos era muy diferente. Además, el ruido también era el mismo en cualquier dirección y cualquier época del año, lo que parecía indicar que provenía del exterior del Sistema Solar e incluso de nuestra propia galaxia.

Sin embargo, había una explicación, entonces desconocida para Penzias y Wilson. Ya a finales de los años 40 y principios de los 50 del siglo pasado, Gamow, Alpher y Hermann habían conjeturado que la casi absoluta dominancia del hidrógeno y del helio en el universo requería que, en una etapa primitiva, éste debería haber estado lleno de radiación a una temperatura muy alta, que habría impedido la formación de núcleos más pesados. En realidad, estas estimaciones estaban basadas en una hipótesis errónea sobre la nucleosíntesis primordial; pero, en cualquier caso, si el Universo se estaba expandiendo, como Hubble había descubierto en 1929, y si la cantidad de materia/radiación permanecía constante, en una etapa primitiva habría sido muy denso y caliente: un estado de plasma en el que partículas cargadas y radiación interactuaban libremente. La dis-

tribución de energía de la radiación sería así una distribución correspondiente al equilibrio térmico, es decir, una distribución de Planck. Con el tiempo (según las estimaciones actuales, unos 380.000 años después del Big Bang) el Universo se habría enfriado lo suficiente para que protones y electrones formaran átomos de hidrógeno. En estas condiciones, el Universo se habría hecho básicamente transparente a la radiación. Mientras el Universo seguía expandiéndose, esta radiación se iría enfriando hasta que hoy estaría a varios grados por encima del cero absoluto. En otras palabras, la radiación se manifestaría a longitudes de onda en el rango del infrarrojo y las microondas.

En aquellos años nadie se interesó en la búsqueda de dicha radiación, probablemente debido tanto al desconocimiento general de la predicción como a una subestimación de las posibilidades experimentales. Sin embargo, en los años 60, Robert Dicke y Jim Peebles, de la Universidad de Princeton, también en New Jersey, llegaron a conclusiones parecidas y animaron a dos físicos experimentales de su universidad, Peter Roll y David Wilkinson, a montar una antena para detectarla. Fue entonces cuando Penzias y Wilson, casi por azar, supieron de estos trabajos y los dos grupos entraron en contacto. Parecía claro que el ruido que Penzias y Wilson encontraban tan molesto era la radia-

ción de fondo buscada. Finalmente, Penzias y Wilson publicaron un artículo de apenas página y media en *Astrophys. J.*, **142** (1965) dando los detalles de su descubrimiento. Este artículo iba precedido de otro de Dicke, Peebles, Roll y Wilkinson en el que daban la posible explicación. La carta de Penzias y Wilson tenía por título «Una Medida de Exceso de Temperatura de Antena a 4080 Mc/s», que, no sin razón, ha sido calificado como el título más modesto de la historia de la física. Su descubrimiento les valió el Premio Nobel de Física de 1978 (compartido con Piotr Kapitza).

Tras este primer hallazgo se empezaron a hacer exploraciones más sistemáticas. Los propios Roll y Wilkinson detectaron el ruido de fondo en una longitud de onda de 3 cm, la mitad de la longitud de onda en la que trabajaban Penzias y Wilson. Sin embargo, para ver si el espectro de la radiación de fondo correspondía realmente a una distribución de Planck era necesario llegar a longitudes de onda submilimétricas, en el infrarrojo, y esto era imposible para instrumentos situados en tierra, ya que la atmósfera filtra buena parte de dichas radiaciones. Medidas más completas realizadas con instrumentos a bordo de globos empezaron a mostrar más detalles; en particular, que la radia-



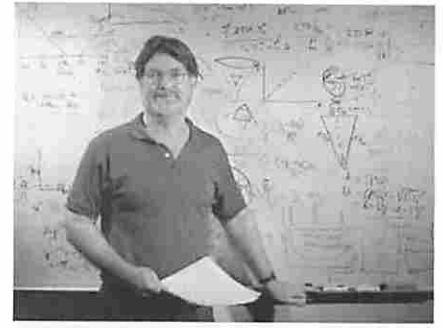
John C. Mather.

ción era prácticamente isótropa. Si se descontaba la anisotropía dipolar debida a la velocidad peculiar de nuestra galaxia, la radiación era isótropa, al menos hasta una parte en 10000.

Esto planteaba un problema: si el Universo en sus etapas tempranas era perfectamente homogéneo e isótropo, ¿cómo era posible que en el universo actual veamos regiones ocupadas por galaxias, y cúmulos de galaxias, separadas por enormes vacíos intergalácticos? Si la distribución de materia en el universo actual presenta anisotropías en la escala de galaxias, estas anisotropías también debían haber existido, en una escala menor, en el universo primitivo. Así, los modelos cosmológicos decían que la radiación de fondo debía presentar anisotropías de una parte en 100000 que se manifestarían a separaciones angulares de algunos grados. Tales medidas solo podían hacerse desde satélites que pudieran examinar todo el cielo y a escalas angulares suficientemente pequeñas.

En 1974 la NASA convocó un concurso de proyectos científicos que pudieran realizarse a bordo de satélites. Tres de las propuestas recibidas trataban precisamente de determinar diversos aspectos de la radiación de fondo, y se decidió fusionarlas. Así nació el proyecto COBE (Cosmic Background Explorer) cuyos directores científicos eran John C. Mather y George Smoot. (El primero se ocuparía principalmente de estudiar el espectro de la radiación y el segundo de la anisotropía.) Tras algunos retrasos, debidos entre otras razones a la catástrofe de la lanzadera espacial Challenger en 1986, el satélite COBE fue puesto en órbita finalmente el 18 de noviembre de 1989.

COBE llevaba a bordo 3 delicados instrumentos: un espectrofotómetro, enfriado por helio líquido, para detectar ondas en un rango entre 1 m y 1 cm; un radiómetro diferencial de microondas con una resolución angular de 7° y un tercer aparato para detectar la emisión del polvo intergaláctico.



George Smoot.

Además de diseñar los instrumentos, fue necesario elegir una órbita apropiada, para proteger a los aparatos contra la radiación solar directa, y dar una ligera rotación al satélite (algo menos de una vuelta por minuto) para poder calibrar los aparatos y eliminar posibles errores. Con todo esto, cada seis meses podía hacerse una exploración completa del cielo y obtener un mapa detallado de la radiación.

Los resultados, publicados en 1992, colmaron todas las expectativas. El espectro de la radiación encajaba perfectamente con un espectro de cuerpo negro correspondiente a una temperatura  $T = 2,725 \pm 0,002$  K, con una anisotropía dipolar de unos 3 mK y una anisotropía de órdenes superiores de  $\Delta T/T = 5 \times 10^{-6}$ . Smoot llamó a estas pequeñísimas variaciones «arrugas en el tiempo».

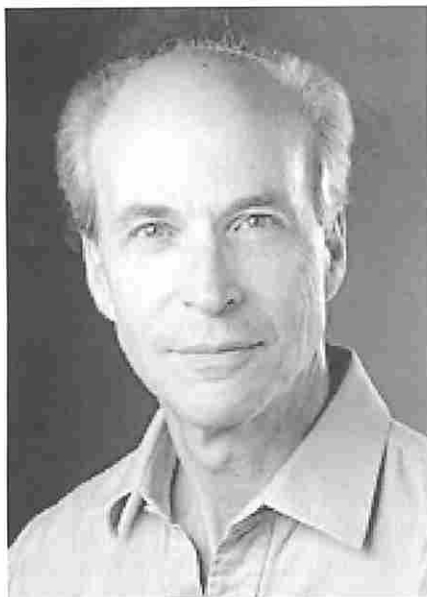
COBE no fue el final, ni mucho menos, del programa de exploraciones de la radiación de fondo desde el espacio. Hasta hoy, las medidas más completas las ha proporcionado la sonda WMAP, que puede explorar el cielo con una resolución angular de menos de 1°. Además, WMAP fue situada en el punto lagrangiano L2 de la Tierra, a aproximadamente 1,5 millones de kilómetros de distancia. (A esta enorme distancia la influencia de la Tierra es despreciable. Además, en el punto lagrangiano la sonda se mueve en torno al Sol con la misma velocidad angular que la Tierra, de modo que la sonda está siempre «eclipsada» por la Tierra y protegida de la radiación solar.) Las siglas MAP corresponden a Microwave Anisotropy Probe, pero se les antepuso una W en honor de

David Wilkinson, uno de los padres del proyecto, muerto apenas unos meses antes del lanzamiento. Ya le hemos encontrado en Princeton, formando parte del grupo pionero en los intentos de detección. Sin duda Wilkinson habría sido también un digno merecedor del Premio Nobel.

J. Javier García Sanz  
Dpto de Física Fundamental

## Premio Nobel de Química 2006

La Real Academia Sueca de las Ciencias en Estocolmo ha concedido al estadounidense Roger D. Kornberg el Premio Nobel de Química 2006 por sus estudios sobre la base molecular de la transcripción eucariótica. El científico recibirá el galardón por haber sido el primero en explicar lo que se ha llamado «la historia familiar sobre la vida», es decir, cómo la información almacenada en los genes es copiada y posteriormente transferida a las partes de las células que producen proteínas. Kornberg fue el primero en dar una descripción de este proceso a nivel molecular para el grupo de organismos llamados eucariotas.



Roger D. Kornberg.

### Breve descripción de los trabajos de Roger D. Kornberg

Para que nuestros cuerpos hagan uso de la información genética en el ADN, primero se ha de hacer una copia y transferirla a la parte exterior de las células, el proceso de copia se llama *transcripción*.

Esta función es llevada a cabo por el ARN mensajero, una molécula que se encarga de transportar esta información hacia las partes de las células responsables de la síntesis de las proteínas, que son las que realmente construyen los organismos y sus funciones.

Si la transcripción se detiene, la información genética deja de ser transferida a las diferentes partes del cuerpo, y el organismo no tarda en morir, ya que cesa la producción de proteínas en las células. Esto es lo que sucede en casos de envenenamiento con ciertos tipos de hongos, como la Amanita Muscaria. La toxina de este hongo bloquea la función de una enzima, la ARN-polimerasa, que tiene un papel fundamental en el proceso de transcripción.

El conocimiento del proceso de transcripción es fundamental para entender cómo las células madre evolucionan hasta dar diferentes clases de células con funciones bien definidas en diversos órganos. El interés de las células madre para aplicaciones terapéuticas se basa en su capacidad para convertirse en cualquier clase de célula de un organismo vivo. Entender cómo se regula la transcripción es, por lo tanto, uno de los pasos que es necesario dar si queremos aprovechar el gran potencial terapéutico de las células madre. Muchas enfermedades humanas, como el cáncer, enfermedades cardíacas y algunos tipos de inflamación, implican desajustes en el proceso de transcripción.

El proceso de transcripción comienza cuando la doble hélice de la molécula del ADN se abre y se genera un filamento de RNA que constituirá una especie de «negativo» de ADN progenitor. La pregunta fundamental es cómo se produce este proceso, ya que de la traduc-

ción correcta de la información va a depender la salud del nuevo organismo. Se considera que un fallo entre diez mil puede ser tolerado sin que el organismo sufra un serio deterioro. Se entiende que el mecanismo que debe asegurar que los aminoácidos sean copiados en el ARN de manera correcta debe ser muy específico. La llave del proceso la tiene una enzima llamada ARN-polimerasa, que es la que controla todo el proceso.

Roger Kornberg fue el primero en conseguir explicar cómo trabaja la transcripción a nivel molecular en el importante grupo de organismos denominados eucariotas. La contribución de Kornberg ha culminado con la consecución de detalladas imágenes cristalográficas, usando rayos X, que describen el aparato transcriptor en plena acción en una célula eucariota. En sus figuras (todas creadas a partir del año 2000) se puede ver la nueva hebra de ARN desarrollarse gradualmente, así como el papel de varias otras moléculas necesarias para el proceso de transcripción. En la Figura 1 se muestra una imagen de la ARN-polimerasa en plena acción. Fue creada por Kornberg en 2001. La molécula blanca y grande, que parece un puñado de alambres es la ARN-polimerasa, sirviendo de soporte a un filamento de ADN (en azul). La molécula de ARN-polimerasa mantiene al filamento de ADN en la posición correcta durante la transcripción y crea una minúscula «cavidad», tan pequeña que solamente aceptará el bloque de ARN (rojo) opuesto al bloque del ADN. Si un bloque incorrecto de ARN trata de colocarse en la cavidad, simplemente no cabe.

Una vez que un nuevo bloque ha sido insertado en la posición correcta, el filamento de ADN es empujado hacia delante por una pequeña estructura en hélice (en verde) de la polimerasa. De esta manera, el filamento de ADN es colocado una y otra vez en la posición correcta para añadir un nuevo bloque al filamento de ARN que se construye. Las imágenes, mostradas por el científico galardonado, son tan detalladas que