

“EL RESPLANDOR FÓSIL DE LA CREACIÓN”

(Extracto y adaptación de un artículo de igual nombre aparecido en la revista *UNIVERSO* del mes de Abril de 1999, cuyo autor es Luis Ruiz de Gopegui)

“LOS ESFUERZOS POR ENTENDER EL UNIVERSO SON UNAS DE LAS POCAS COSAS QUE ELEVAN EL NIVEL DE LA VIDA HUMANA UN POCO POR ENCIMA DE LA FARSA Y LE DAN ALGO DE LA GRACIA DE LA TRAGEDIA”.

(STEVEN WEINBERG)

A pesar de lo que cuenta la Biblia, no todo empezó con la luz. Al principio fueron las tinieblas impenetrables, porque el Universo fue *opaco* durante sus primeros tres mil siglos de existencia. Oscuro como la noche más oscura de todas las noches y de todos los tiempos. No se podía ver nada dentro de él. La teoría cosmológica más admitida en la actualidad, establece que el Universo proviene de una gran explosión (*el Big Bang*). En el preciso momento de la explosión se empezó a crear el espacio, el tiempo y la materia/energía. No se trataba de una explosión localizada como las explosiones normales que se conocen, que parten de un punto determinado y se extienden en todas las direcciones, sino de una explosión generalizada de todo el espacio, que ocurrió simultáneamente en todas partes llenándolo todo con infinitas partículas que se separaban vertiginosamente unas de otras. Cuando el tiempo era aproximadamente de una diezmilésima de segundo, el tiempo más primitivo del cual podemos hablar con una cierta confianza (anteriormente la teoría no es capaz de explicar lo que pudo pasar), la temperatura de todo lo que existía era de cien mil millones de grados, muy superior a la de las estrellas más calientes. A esa temperatura ninguno de los componentes fundamentales de la materia (átomos, moléculas y ni siquiera los núcleos de los átomos) podía existir porque era imposible que sus partes elementales se mantuvieran unidas. La agitación térmica era tan grande que impedía esa unión. Las partículas que se separaban unas de otras eran las “partículas elementales” que obedecen a las leyes de la física de altas energías. Había gran cantidad de electrones, así como fotones, positrones y neutrinos. Poco a poco el Universo se fue enfriando como consecuencia de la expansión y la temperatura llegó a ser sólo de 3000 grados, pero hasta entonces, como los electrones libres existían en gran abundancia y absorbían prácticamente toda la radiación, es decir, todos los fotones, el Universo fue opaco.

Sin embargo, aproximadamente 300.000 años después de la gran explosión, la temperatura había descendido hasta 3000 grados y las partículas elementales se empezaron a unir dado que la agitación térmica reinante, muy inferior a la anterior, se lo permitía. Así se formaron los primeros átomos de hidrógeno y entonces los fotones (que son partículas elementales con masa y carga eléctrica nulas, pero con energía y *momento*) se hicieron notar, por eso en aquella época el Universo *se hizo transparente*. A partir de entonces los puntos calientes del Universo emitían radiación en forma de fotones, que iban en todas las direcciones y permitían detectar esos puntos cuando los fotones interceptaban con algún elemento que los captara como el ojo humano, aunque entonces no había seres humanos.

Los más recientes descubrimientos parece que confirman la teoría del Big Bang, Por tanto se puede mirar hacia los puntos más distantes del Universo, el espacio más profundo, y como los fotones que vienen desde allí tardan 10.000 ó 15.000 millones de años en llegar hasta nuestros telescopios, gracias a la información contenida en ellos, se pueden ver los comienzos de los tiempos y todo lo que ha ocurrido en el Universo desde que se hizo transparente, es decir, desde que tenía una edad de sólo 300.000 años. Lo que pudo pasar antes es un gran misterio que nunca podremos ver directamente, aunque sí podremos elucubrar teóricamente sobre ello. En consecuencia, el “objeto” más lejano que tendríamos que ver mirando a lo más profundo del espacio exterior sería el *resplandor* (la radiación), consecuencia de la gran explosión que debería aún perdurar cuando el Universo se hizo transparente.

¿Por qué NO nos abrasa el rescoldo del *Big Bang*?

Si el Universo fuera estático, es decir, si no estuviera en expansión y las galaxias se encontraran siempre a la misma distancia unas de otras, este tremendo resplandor nos tendría que “achicharrar vivos”, porque llegaría a nosotros con prácticamente toda su intensidad ya que el espacio cósmico está “mayoritariamente vacío”, pero, afortunadamente, el Universo está en expansión, consecuencia de la explosión primigenia, por lo que el resplandor abrasador nos llega afectado por un fuerte efecto Doppler o corrimiento hacia las longitudes de onda más largas, es decir, hacia el rojo, según la expresión usada por los Astrónomos. Este corrimiento alarga la longitud de onda de la consiguiente radiación disminuyendo su energía y la temperatura correspondiente. Por tanto, la luz visible del gran resplandor primigenio se transforma en radiación de microondas (longitud de onda mucho más larga), que es una radiación mucho menos energética que la luz, por lo que afortunadamente no nos abrasa y ni siquiera la percibimos. Los cosmólogos han calculado con gran precisión el factor que debe afectar al corrimiento Doppler,

empleando en sus cálculos la velocidad aproximada de expansión del Universo, y han encontrado que es un número del orden de 1000. En consecuencia, en lugar de los 3000 grados indicados se deberían “ver” unos 3 K.

En 1948 algunos de los primeros expertos en cosmología, como Ralph Alpher, Robert Herman y George Gamow, habían señalado la necesaria existencia de este fósil o rescoldo si la teoría del Big Bang era correcta. Si se “miraba” con suficiente detalle al espacio exterior habría que “ver” la temperatura equivalente propia de ese rescoldo primigenio, dijeron, aunque entonces no se sabía aún si se trataba de 3 K o de 30 K cualquier otro valor. Sin embargo, en aquellos años nadie tomó en serio las predicciones de esos cosmólogos por diversas razones. En primer lugar, porque entonces se pensaba que todo lo relacionado con el Big Bang eran puras especulaciones llenas de lagunas; pero sobre todo porque en el supuesto de que existiese tal radiación de fondo, sería imposible detectarla experimentalmente.

Sin embargo, como sucede muchas veces en Ciencia, unos años después ocurrió algo inesperado. En 1964 y 1965 dos desconocidos astrofísicos, Arno Penzias y Robert Wilson estaban usando una antena de la *Bell Telephone* de bajo ruido para mejorar las comunicaciones por satélite. Deseaban medir en la banda de las microondas el ruido procedente de la galaxia en el plano perpendicular a su plano principal para poder mejorar así las comunicaciones espaciales. Al tratar de interpretar sus numerosas medidas encontraron que independientemente de la dirección en que observaban, siempre aparecían una “temperatura de ruido” de unos 3 K. (La temperatura de ruido es una forma de medir intensidades de radiación muy débiles).

Penzias y Wilson pensaron que habían cometido algún error de tipo experimental y examinaron la antena, creyendo que ahí estaba la fuente de error. Con asombro, al desmontarla por completo, hallaron nidos y excrementos de palomas, a los que asignaron la culpa de esos molestos 3 K. Tras limpiar y volver a montar la antena, repitieron sus medidas y volvieron a aparecer los 3 K. Examinando de nuevo la antena, hallaron que las palomas habían vuelto. Limpiaron de nuevo y midieron una vez más: los 3 K seguían apareciendo. Volvieron a examinar la antena, observando que, otra vez, estaban allí las palomas de siempre. Esta vez no tuvieron contemplaciones con los bichos y las hicieron pasar a mejor vida. Repitieron la medida, y comprobaron que el sacrificio de las palomas había sido inútil, pues los 3 K seguían apareciendo.

Penzias y Wilson, que no sabían nada de cosmología estuvieron a punto de rendirse y admitir que había algo en sus medidas que no sabían explicar y que por tanto, no valían para nada. Comentaron este hecho con algunos colegas, y uno de ellos, Bernard Burke, les comentó que había oído hablar, en una conferencia, a un joven físico teórico de la universidad de Princeton, James Peebles, “algo sobre una radiación” de rescoldo del Big Bang y que debería aparecer como una temperatura de ruido en torno a los 10 K. Puestos en contacto con él, publicaron sus trabajos en un mismo número del *Astrophysical Journal Letters* y a partir de entonces, nada en cosmología fue igual. Penzias y Wilson recibieron por ello un controvertido premio Nobel, pues en él no se hacía mención a la tarea interpretativa llevada a cabo por Peebles.

El descubrimiento y detección de la que desde entonces se ha denominado *radiación de fondo cósmica*, (RFC) ha sido considerada el hallazgo más importante en cosmología, después de la recesión de las galaxias de Hubble. Ese hallazgo de Penzias y Wilson, supuso además, un fuerte revés al modelo estacionario del Universo.

¿Cómo se formaron las galaxias?

Ajustes más finos en las medidas de la RFC, han dado como valor de ésta el de 2,73K, y aunque contribuyó a afirmar la bondad del modelo del Big Bang, planteó otros nuevos inconvenientes. Uno de ellos es fundamental: ¿cómo pudieron formarse las galaxias? Si hubo una perfecta explosión, atestiguada por el descubrimiento de Penzias y Wilson, y si el espacio entero se llenó de gas caliente que se expandía con uniformidad, ¿de dónde surgieron las galaxias? Para su formación era preciso que en aquella nube gigantesca de polvo y gas uniformemente caliente, aparecieran ciertas “imperfecciones” (inhomogeneidades) que actuaran como “embriones gravitatorios cósmicos” para que a su alrededor se empezara a condensar polvo y el gas debido al fenómeno del colapso gravitatorio, y no se sabía qué podía haber originado esas implosiones.

A partir de entonces, los cosmólogos empezaron a sospechar que una posible explicación del origen de las galaxias podría estar ahí. Posiblemente, la RFC no era tan perfecta como Penzias y Wilson habían medido. Pero medir con más precisión hasta el extremo de detectar esas inhomogeneidades, no era nada fácil, sobre todo si se hacía desde la superficie de la tierra. Medir con más precisión que las centésimas de grado era prácticamente imposible y la RFC presentaba uniformidad perfecta hasta las centésimas de grado.

Si se querían mejorar las cosas, había “que salir fuera”. Así nació el proyecto COBE (Cosmic Background Explorer) para buscar esas variaciones de la RCF en el orden de la cienmilésima de grado en la temperatura de del ruido de fondo. En el año 1989, se lanzó el COBE, y tres años más tarde se publicaron sus resultados que mostraban “una serie de arrugas” (cambios de temperatura muy pequeños) en el resplandor (ruido de fondo) de la explosión primigenia. George Smoot, profesor de la Universidad de California de Berkeley, fue el encargado de ofrecer los resultados al mundo científico el 23 de abril de 1992.

Como casi siempre sucede en Ciencia, ya que parecía que el origen de las galaxias podía estar en esas irregularidades de la RCF, en esas arrugas del espacio-tiempo, surgía la pregunta inevitable: ¿cuál es el origen de esas arrugas?

La respuesta no es fácil.

Según los cosmólogos, cuando el Universo fue “creado” aparecieron sus cuatro únicos componentes: materia, radiación, espacio-tiempo y *vacío*. Ese “vacío” no es el vacío que podríamos entender en el lenguaje coloquial. En nuestro caso, se trataría “de un vacío cuántico”. Por ejemplo, si se cogiera una cierta región y se le eliminara toda la materia, se podría conseguir un elevadísimo vacío, pero si lo que se pretende es que desaparezcan todas las radiaciones, el intento fracasaría, ya que siempre quedarían algunas oscilaciones electromagnéticas y gravitatorias que se producen de forma aleatoria e incontrolable y que son creadas por las radiaciones que existen en las cercanías. El vacío, por tanto, “está lleno” de fluctuaciones de radiación, a las que es imposible hacer desaparecer.

Por tanto, las ideas actuales parecen apuntar a que cuando ocurrió la explosión primitiva que dio origen al Big Bang, al crearse el vacío, con él aparecieron también las fluctuaciones cuánticas que originaron las arrugas del espacio-tiempo descubiertas por el satélite COBE.

Sobre fluctuaciones cuánticas.

Las fluctuaciones cuánticas de las que hemos hablado, tienen un profundo significado filosófico. Supongamos que no existieran y que en un “lugar” determinado y en un “momento” determinado se provoca una explosión como la que dio origen al Universo, bajo exactamente las mismas condiciones en las que ocurrió el Big Bang. ¿Qué sucedería entonces? Sencillamente, volvería a “crearse” un Universo exactamente igual al nuestro, en la que los calvos volverían a ser calvos y en el que Cervantes volvería a escribir el Quijote. Todo tendría que ser igual, exactamente igual a como es ahora, ya que no existe, en el ejemplo del que hablamos, ninguna causa capaz de hacer que las cosas fueran de otro modo de cómo son en nuestro Universo.

Por suerte, las cosas no son así. Las fluctuaciones cuánticas lo cambian todo. En un nuevo Universo, las fluctuaciones cuánticas de naturaleza aleatoria darían origen a otras arrugas distintas en el espacio-tiempo. Éstas darían origen a otras galaxias distintas, que darían origen a otras estrellas también distintas y a otros planetas distintos al nuestro. Y si la vida fuera capaz de fructificar en esos planetas y engendrar seres conscientes, serían distintos a nosotros. Y los calvos no volverían a ser calvos y no existirían ni Cervantes ni el Quijote, sino otros escritores y otros calvos distintos.

(Extracción y adaptación del citado artículo, Rafael Glez. Farfán)