LA RADIACION COSMICA DE FONDO

Francisco Pavía Alemany
pacopavia@terra.es

En este artículo se pretende seguir completando la descripción de la estructura del cosmos, iniciada en números anteriores. Haciendo hincapié en algunas peculiaridades de la RCF.

En unos artículos anteriores de esta misma revista Huygens (Ver Bibliografía), el autor, apoyado en premisas generalmente aceptadas por el mundo científico, aporta la novedad de sustituir el protagonismo de la velocidad de propagación de la luz por el de la velocidad de propagación de los campos gravitatorios, y establece el siguiente Postulado:

La gravedad es la primera interacción o fuerza que se independizo de la Naturaleza, la propagación de su campo es totalmente isotropito, no es alterable por ningún campo ni por la materia, y en consecuencia no se frena ni se curva en su propagación, haciéndolo según superficies esféricas matemáticamente perfectas. Su velocidad de propagación "@" es la verdadera constante universal en sustitución de "c", ya que la fuerza electromagnética, la responsable de la luz fue la ultima de las interacciones en independizarse, por lo que "c" no puede ser causa y solo consecuencia de "@".

Este nuevo paradigma, al que el autor bautizo como "gravirelatividad" por ser compatible con algunos aspectos de la teoría de la relatividad pero obliga a modificar otros conceptos de esta, como es el caso de la curvatura del espacio, nos permite un abordaje diferente en algunos aspectos de la física relativista y de nuestro intento en comprender la Naturaleza.

UN COSMOS ESTRUCTURADO Y CON CENTRO

La "gravirelatividad" nos permite una concepción del Cosmos nueva, mas inteligible, con centro, con frontera, con referenciales, formado por una serie de capas esféricas concéntricas diferenciadas y con características propias, resultado de los diversos acontecimientos que ha sufrido el Cosmos en su proceso evolutivo.

El concepto basado en el Principio Cosmológico de que a grandes escalas el Universo es homogéneo, que todas sus partes son idénticas, que es uniforme, queda sustituido por un cosmos estructurado y diferenciado por superficies esféricas que son reflejo de las diferentes etapas.

La historia del cosmos no ha sido fruto de un proceso continuo, borroso, sin transiciones. Al contrario, en su proceso de enfriamiento, a unas determinadas temperaturas o sea en unos precisos momentos, se han producido acontecimientos determinantes que han marcado puntos de discontinuidad en su evolución y esto ha quedado reflejado en su estructura.

La aceptación de un Universo homogéneo implicaba la ausencia de un "Centro Cósmico". Este concepto ha sido así mismo sustituido, dado que al quedar organizado según unas esferas concéntricas, al menos conceptualmente resulta matemáticamente definido ese centro, independientemente de la dificultad que podamos encontrar al intentar determinarlo experimentalmente.

Ante la imposibilidad de establecer el centro de las superficies esféricas de los primeros campos gravitatorios, los que formaron el triplete de ondas del "Ultra fondo cósmico gravitacional", como referenciales teóricos, el centro de las superficies esféricas que contienen la Radiación Cósmica de Fondo es una aproxima-

ción aceptable para el "Centro del Cosmos".

EL ORIGEN DE LA RCF

En los artículos mencionados, definimos la "Corteza del Cosmos" como la parte de este mas allá de la Radiación Cósmica de Fondo (RCF). Distinguiendo en ella tres diferentes capas y estimando sus respectivos espesores.

En este artículo vamos establecer algunas características de la capa de la Radiación Cósmica de Fondo (RCF) e intentar determinar también su espesor.

Como veremos estas consideraciones y sus conclusiones sustituyen algunos conceptos en los que se basa la actual Cosmología.

Recordemos que tras el "Big Bang" Y su Periodo Inflacionario, la materia se encontraba en forma de quarks y antiquarks, que la materia equivalente era del orden de 10^9 la masa del cosmos actual, que con la expansión y el enfriamiento consecuente, en un cosmos de unos diez microsegundos de edad y con una temperatura de $2*10^{12}$ grados los quarks empezaron a unirse para componer neutrones y protones, que en estos encuentros cuando lo hacia un quark con su antiquark correspondiente se aniquilaban ambos, transformándose en su equivalente de energía radiante.

En este proceso, dado que la cantidad de materia era similar al de antimateria, la aniquilación fue casi absoluta, librándose una mínima porción, aproximadamente una por cada 10^9 partes.

Esa ínfima parte de materia superviviente es la que actualmente constituye el Cosmos.

El resto, la mayoría de la materia y la totalidad de la antimateria, convertidas en energía radiante, quedo reclusa de la parte ínfima de materia superviviente que formaba una esfera opaca, compuesta por protones, neutrones y electrones independientes, todos agitándose con altísima energía, conocido como plasma, que impedía que la radiación escapase.

Tuvieron que transcurrir unos 380.000 años para que la temperatura del Cosmos descendiera hasta unos 3.000 ºK y la energía disminuyese lo suficiente para que se formasen los átomos neutros, al capturar los núcleos los electrones que hasta el momento se movían libres.

En ese momento el Cosmos se hizo transparente, permitiendo escapar a esa inmensidad de energía radiante, que en la actualidad conocemos como Radiación Cósmica de Fondo (RCF).

TAMAÑO DE LA RCF

Para intentar imaginarnos la posición y el tamaño de la RCF, debemos considerar que la transición de esfera opaca a transparente que ocurrió en el Cosmos se efectuó en poco tiempo, que en todas sus partes existían fotones propagándose en todos los sentidos, por lo que podemos agruparlos según la dirección y sentido en que se propagaban (Figura-1).

Todos esos fotones que emprendieron el viaje juntos por poseer la misma dirección y sentido son como pasajeros que comparten un vehiculo con plazas asignadas, empezarán y continuarán todo el viaje sin escalas conservando su disposición en el vehiculo. Se desplazarán formando un conjunto en forma de esfera y entre el foton que marcha en la "proa" y el que lo hace en la "popa"

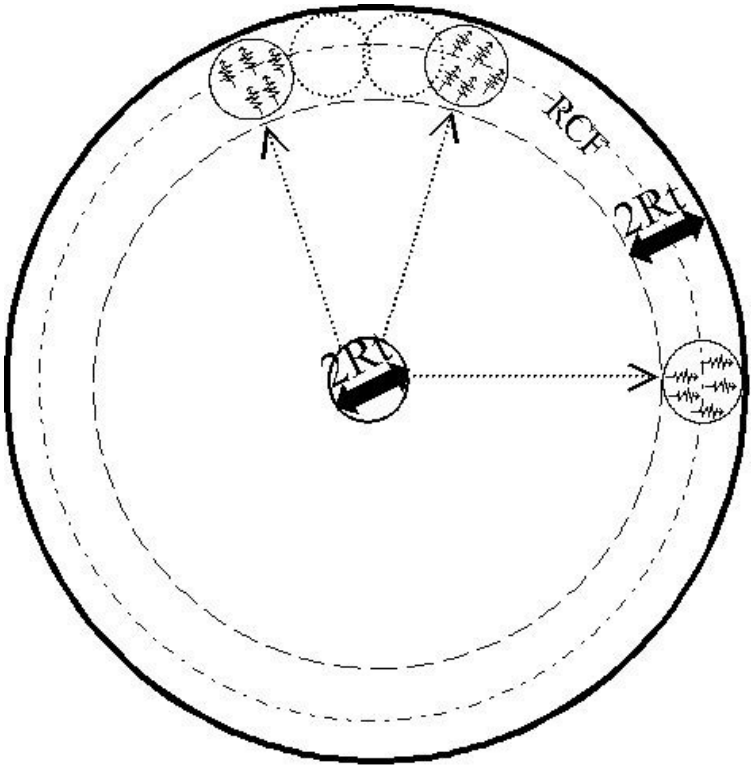

Figura 1.- Representación de la RCF, manteniendo sus distancias y posiciones relativas en el momento de conseguir la "transparencia".

siempre existirá la distancia inicial, el valor del diámetro del "Cosmos masivo" en el momento de hacerse transparente.

Debemos recordar que los campos gravitatorios forman parte del Cosmos y estos llevaban una ventaja de 380.000 años con relación a la RCF.

De forma similar podemos ir agrupando conjuntos de fotones para cada dirección y sentido del espacio, quedando la totalidad confinada entre dos superficies esféricas que crecen con el tiempo.

Si nos fijamos en cada una de estas remesas existe un foton que ocupaba el centro del Cosmos en el momento que se hizo transparente, la totalidad de todos estos "fotones centrales" forman la "superficie esférica central de la RCF". El radio de esta esfera será igual al tiempo transcurrido desde que el cosmos se hizo transparente multiplicado por la velocidad de la luz.

Si llamamos "Rt" al radio del cosmos masivo en el momento de la transparencia, los fotones de la "proa" estarán "Rt" mas alejados de los centrales y los de la "popa" "Rt" mas próximos al centro del Cosmos.

En consecuencia la RCF tendrá un espesor de 2*Rt. Ocupara un volumen igual a la "superficie esférica central de la RCF" multiplicada por 2*Rt .

DIFERENTES CRECIMIENTOS

El aumento del volumen de la "RCF" no es una función cúbica del tiempo, sino una función cuadrática de este, al mantenerse constante la distancia entre las dos superficies esféricas que lo limitan.

La densidad de radiación entre estas dos esferas no es constante con relación al espacio que las separa, es mínima en el límite de la esfera interior, crece mucho al acercarnos a la esfera central, para volver a disminuir hasta alcanzar la esfera exterior.

Dado que acabamos de ver que el radio de la "RCF" crece según una función lineal del tiempo, y que su volumen lo hace en una función cuadrática, compararemos con otras partes del cosmos.

El radio total del Cosmos, el que llega hasta el triplete de ondas gravitatorias o "Ultra fondo cósmico gravitacional", crece según una función lineal del tiempo, su volumen según una función cúbica.

El cosmos más próximo, el "Cosmos másico" lo hace aumentando su radio según la Ley de Hubble y su constante "Ho".

Y el volumen del "Cosmos másico" crecería según el cubo del crecimiento de dicho radio.

Dejamos los detalles del desarrollo de este tema para una próxima publicación, en esta misma revista.

Como acabamos de ver la expansión del Cosmos es distinta dependiendo de la parte de este al que nos estemos refiriendo.

LAS SEIS CAPAS

Dado que el "Cosmos másico" es menor que la RCF, queda entre ambos una capa que designaremos por "Cosmos fotónico".

De esta forma (Figura-2) podemos definir seis capas diferenciadas en el Cosmos con sus características

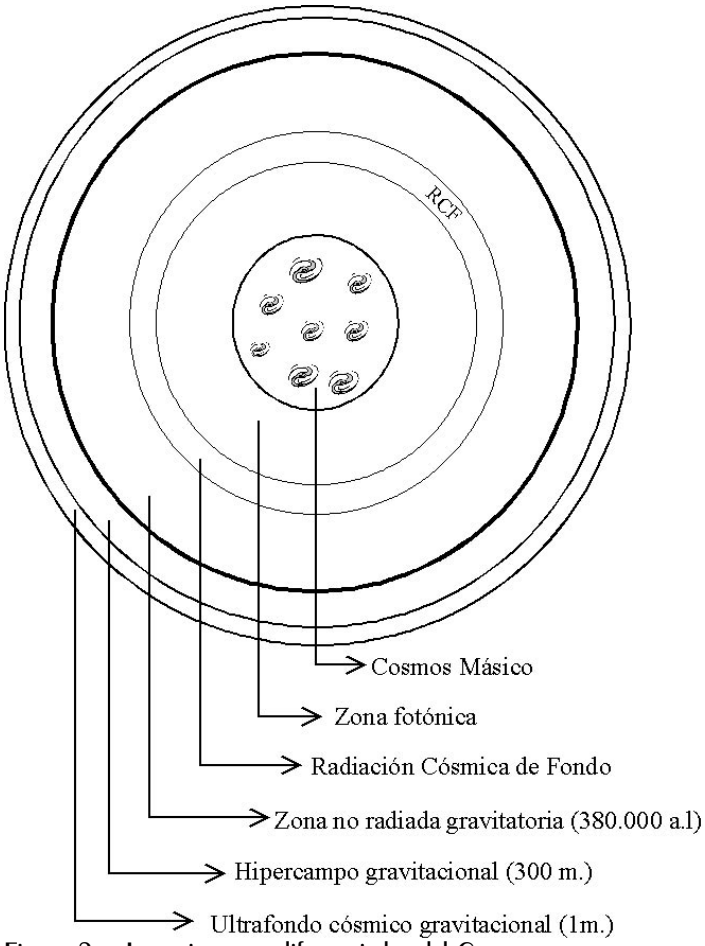

Figura 2.- Las seis capas diferenciadas del Cosmos

propias sus dimensiones y sus velocidades de expansión.

Siguiendo el orden cronológico de aparición, que coincide con su posición desde la parte mas externa hacia el interior estas son: El Ultra fondo cósmico gravitacional, el Hipercampo gravitatorio, Zona no radiada gravitatoria, Radiación Cósmica de Fondo, Zona fotónica, y el Cosmos másico.

LOS FOTONES NO SE ESTIRAN

Volvamos a la Radiación Cósmica de Fondo. Aclaremos que la exposición que hemos presentado referente a la RCF, no es conforme con los conceptos comúnmente aceptados por la Cosmología Académica.

Según esta ultima, los fotones liberados al convertirse el Cosmos transparente han ido "alargándose", como un elástico que se estira, consecuencia de la expansión del espacio.

No estamos de acuerdo con esta interpretación debido a las razones que mencionamos:

-Dado que los fotones solo los podemos percibir si se dirigen a nosotros debido a la dirección y sentido de la emisión original, o al interactuar por reflexión con materia, o por absorción y posterior emisión de acuerdo a las leyes del cuerpo negro. No deberíamos poder captar las radiaciones de la RCF. Que se propagarían en un sentido totalmente centrífugo en el caso de tratarse de los fotones originales y simplemente "estirados".

-Al "alargarse" los fotones aumentan su longitud de onda y consecuentemente disminuyen su frecuencia. La energía de un fotón es proporcional a la frecuencia, ese "alargamiento" supone una perdida de energía. ¿Qué ocurre con ella?

-En caso del "alargamiento" ¿Qué patrón se seguiría? ¿La ley de Hubble, o alguno de los otros patrones de crecimiento que hemos expuesto?

-Como todos los fotones en el momento de emisión tenían una distribución de frecuencias correspondientes a las de un cuerpo negro, al "alargarse el espacio", todos ellos serian afectados por la misma constante y la curva transformada del espectro de frecuencias obtenida debe corresponderse a la de un cuerpo negro. Esta objeción, que en principio parece tener mucho peso, no puede considerarse dado que la forma del espectro transformado si se corresponde en fracciones de energía con el espectro a la nueva temperatura. (Ver Apéndice.)

-Pensamos que el Espacio lo estructuro las primeras ondas gravitatorias, las del triplete, todo lo demás, ha andado sobre un camino ya trazado y con sus hitos bien hincados.

LA ALTERNATIVA AL ESTIRAMIENTO DE LOS FOTONES

Siguiendo nuestra vía de raciocinio, invalidada la idea del "estiramiento del espacio", intentaremos explicar la propuesta alternativa para justificar el actual espectro de la RCF:

El equilibrio térmico de los cuerpos negros se alcanza al absorber la energía de los fotones incidentes y luego emitirla de acuerdo con el espectro correspondiente a su temperatura.

Pero los fotones que surgieron inicialmente de aquel Cosmos, recientemente transparente, no podían encontrar materia con la que interactuar y depositar su energía para que posteriormente se emitiese con otras longitudes de onda.

La gran cantidad de fotones iniciales no salieron de un lugar puntual, surgieron de todas las partes de aquella esfera, un poco antes opaca, por lo que llevando direcciones levemente divergentes podrían colisionar entre ellos, consecuencia de la convergencia al partir de puntos distintos. (Figura-3)

Estas colisiones causarían que los fotones se rompiesen en paquetes menores de energía, es decir en una cantidad mayor de fotones con

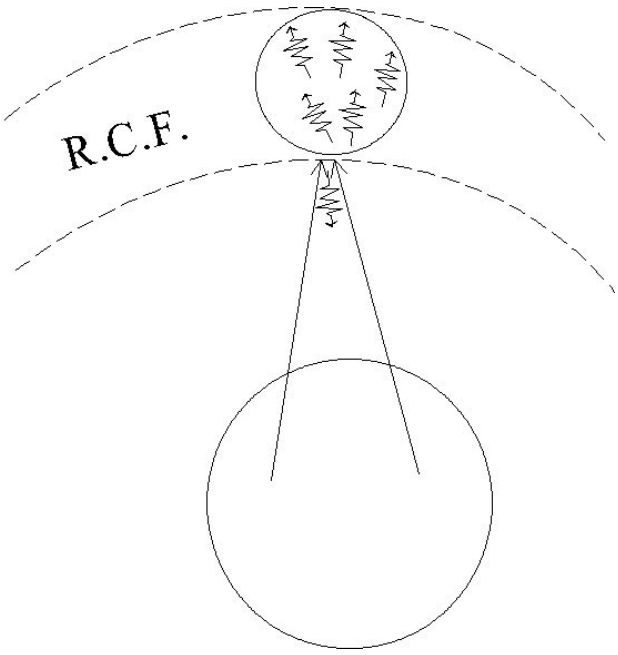

Figura 3.- En su viaje, los fotones interactúan entre ellos, rompiéndose en paquetes menores de energía, de acuerdo con la expansión. Algunos de estos fotones fragmentados, vuelven hacia nosotros permitiendo la detección de la RCF.

menor energía.

Probablemente este fenómeno se produjese aprovechando la propiedad de la dualidad "onda-materia" del fotón.

De esta forma al crecer el volumen de la RCF según una función cuadrática del tiempo la cantidad de fotones también crecería y así como su longitud de onda, todo de acuerdo con el espectro de cuerpo negro que le corresponde según la expansión indicada.

HACE 7000 MILLONES DE AÑOS

La Radiación Cósmica de Fondo que captan nuestros instrumentos es consecuencia del fraccionamiento de los fotones, una pequeña parte de estos retorna hacia nosotros.

Dado que la velocidad de propagación de los fototes era la misma, cuando todos en conjunto avanzaban formando la RCF, que cuando retornan en dirección a nosotros, haciendo la suposición de que nos encontramos próximos al centro del cosmos, en realidad estaríamos recibiendo las RCF de cuando el cosmos tenia aproximadamente la mitad del tiempo actual, es decir, de hace unos 7000 millones de años.

(En el caso de mantenerse en la afirmación de que la radiación que recibimos de la RCF tiene unos 14000 millones de años, tendremos que duplicar la antigüedad estimada del Cosmos).

ESTAMOS PROXIMOS AL CENTRO

Supongamos que nos encontramos alejados del centro.

Cuanto mas próximos de la parte periférica del Cosmos másico nos encontrásemos, mayor seria la anisotropía bipolar con relación a la RCF debida a la expansión de Hubble.

Además al no equidistar de la RCF las radiaciones que recibiríamos de la parte mas próxima y mas alejada de la RCF procederían de distinto momento histórico, es decir con distinta temperatura, proporcionándonos otra anisotropía bipolar que se añadiría a la anterior.

Los valores aportados por el COBE y el WMAP no han diferenciado estas procedencias, siendo el valor acumulado bajo.

Por consiguiente podemos afirmar que nos encontramos cerca del Centro del Cosmos.

Esperamos que sistemas mas precisos nos permitan en un futuro diferenciar que parte de la anisotropía bipolar de la RCF es debida al efecto Doppler y que parte esta causada al leer momentos distintos de la historia de la RCF, como consecuencia de la excentricidad de nuestra situación.

APENDICE - LA RADIACION DEL CUERPO NEGRO

Las referencias al "cuerpo negro" son frecuentes en la actualidad, e imprescindibles si se intenta hablar de la Radiación Cósmica de Fondo.

Dado que he utilizado este concepto básico de la Mecánica Cuántica intentare resumir las ideas principales al respecto.

Cuando vemos los objetos, en la mayoría de las circunstancias cotidianas, lo hacemos porque la luz incide en ellos y rebota, alcanzando nuestros ojos.

En otros casos los objetos pueden estar suficientemente calientes, por lo que no necesitan estar iluminados, los fotones que ellos despiden debido a su propia temperatura nos permiten verlos. Es el caso de los objetos incandescentes.

A estos objetos que emiten todos sus fotones debido a su temperatura y ninguno debido a la reflexión procedente de otra fuente les llamamos cuerpos negros.

Esta idea se extiende más allá de las radiaciones visibles y se aplica

figura 4.- Gráfica de la emisión de un cuerpo negro

a todo el campo del espectro electromagnético: las ondas de radio, las radiaciones infrarrojas, la luz visible, la luz ultravioleta, los rayos X, y los rayos gama.

Los cuerpos, independientemente del tipo de materia, según su temperatura emiten un espectro de radiación característico. (Figura- 4)

El espectro de radiación muestra un máximo. La longitud de onda correspondiente a este máximo (L.max) es inversamente proporcional a la temperatura absoluta o grados Kelvin.

Ley del desplazamiento de Wien: L.max = $(2{,}898*10^{-3})$ / T (metros.)

La energía total radiada (W) por unidad de superficie es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta, este enunciado se conoce como:

Ley Stefan-Boltzmann: W = $(5{,}67 * 10^{-8}) * T^4$ (vatios/metro cuadrado)

La figura característica del espectro de radiación del cuerpo negro esta determinada por la función de Plank que depende únicamente de la temperatura absoluta.

Para una temperatura definida (T) a cada frecuencia (f) le corresponde una cantidad de energía de radiación (B) determinada por la:

Función de Plank: $B = 2h(f^3)/(c^2)*e^{(hf/kT)-1}$

Estas tres ecuaciones expresan las propiedades de todos los cuerpos negros.

De estas se obtiene otra (no mostrada) que nos proporciona una propiedad muy interesante y en principio inesperada, dada la linealidad de la ecuación de Wien y la complejidad de la de Plank

Esta expresa:

La fracción de la intensidad de radiación emitida por un cuerpo negro a la temperatura "T" en una región del espectro entre las longitudes de onda "L1" y "L2", es la misma que la de otro cuerpo negro con una temperatura "K" veces menor entre las longitudes de onda "KL1" y "KL2"

PLANK Y EL ESTIRAMIENTO DE LOS FOTONES

Volviendo al concepto propuesto por la cosmología del "alargamiento de los fotones":

En el momento en que el Cosmos se hizo transparente tenia una temperatura de 3000 ºK. La temperatura medida de la RCF es de 2,725 ºK. El cociente de estos dos valores es 1100.

Según la ley de Wien la L.max del espectro actual debería ser 1100 veces mayor. Consecuentemente todos los fotones se habrían estirado 1100 veces.

La curva transformada del espectro de radiación a 3000 ºK al aplicarle la constante 1100 equivale en forma y proporción de energías al espectro según la Función de Plank a 2,725 ºK según acabamos de exponer.

No obstante la conservación de la energía de cada fotón en particular así como la energía total consecuencia del modelo de estiramiento de los fotones nos proporciona problemas:

La energía de cada fotón debería disminuir en 1100 veces al aumentar en este valor su longitud de onda, en consecuencia la energía total debería disminuir en esta misma proporción, infringiendo la ley de conservación de la energía.

Según la Ley de Stefan-Boltzman la energía emitida bebería disminuir según la cuarta potencia de 1100.

Todo lo expuesto nos indica que la idea del "estiramiento de los fotones" no es defendible.

Y como hemos indicado esos fotones se desplazaron por un espacio estructurado y conmensurable, dejado atrás por tres ondas gravitatorias superpuestas consecuencia del periodo inflacionario y de una magnitud equivalente a la correspondiente a 10^9 toda la masa del Cosmos actual, consecuencia del efecto de toda la materia y de la antimateria antes que se aniquilasen.

BIBLIOGRAFIA:

F. Pavía Alemany:
-HUYGENS Nº 49 Julio-Agosto 2004 .mc2 versus m@2
- Nº 58 Enero-Febrero 2006 .La corteza del Cosmos y el ---
- Nº 65 Marzo- Abril 2007 .De Michelson al Cobe.

C. Sánchez del Río -FISICA CUANTICA .Pirámide