LA DINAMICA DEL COSMOS Y LA GRAVIRELATIVIDAD

Francisco Pavía Alemany

pacopavia@terra.es

Un nuevo paradigma, la gravirelatividad, propuesto en números anteriores de HUYGENS (ver Bibliografía), nos ha mostrado un Cosmos distinto, estructurado y con centro. A la vez nos ha proporcionado elementos para efectuar ciertas previsiones sobre posibles futuros descubrimientos, como la anisotropía de la expansión de Hubble y otros.

En este número vamos a abordar la dinámica del Cosmos, considerando su estructuración, aportando nuevas e interesantísimas sorpresas como son: El que el Cosmos pueda ser simultáneamente cerrado, plano y abierto. O nuevas causas que aumentan la complejidad a la prevista anisotropía de la expansión de Hubble.

El hecho de que el Cosmos se encuentra actualmente en una fase de expansión es admitido generalmente desde las observaciones realizadas por Hubble. Investigaciones que condujeron a la ley que lleva su nombre.

Es conocida por todos la anécdota de Einstein cuando percibió que resultaba imposible, de acuerdo con la relatividad general, construir un modelo matemático de un Cosmos estático, e introdujo la "constante cosmológica", con el fin de que sus ecuaciones pudiesen representar la idea preconcebida que él se había hecho del Universo, según las creencias del momento.

Cuando Einstein aceptó la expansión del Cosmos, que Hubble estaba evidenciando, calificó como el mayor error de su vida, la introducción de la constante cosmológica en sus formulas.

De las ecuaciones de Einstein, y utilizando la métrica de Robertson-Walker de un universo espacialmente homogéneo e isótropo, Friedmann dedujo las ecuaciones que establecen la evolución macroscópica del Cosmos.

Las ecuaciones de Friedmann, eliminando la constante cosmológica, proporcionan tres posibilidades respecto a la forma de evolucionar del Cosmos en función de la masa de este, normalmente expresada en forma de densidad.

-Si se supone una densidad de masa suficientemente grande, las ecuaciones reflejan que las fuerzas gravitatorias detendrán con el tiempo la expansión, alcanzando este un tamaño máximo, para luego invertirse el movimiento, contraerse, y recolapsarse. Es el modelo conocido como Cosmos cerrado.

-En caso contrario, si la densidad de masa es baja y las fuerzas gravitatorias son débiles para interrumpir la expansión, ésta continuara indefinidamente. Tendremos el modelo de Cosmos abierto.

-Un tercer caso viene definido por la situación límite entre las dos circunstancias anteriores. La densidad de masa para la cual se produciría esta situación frontera, se llama "densidad critica". Es el modelo del Cosmos plano.

En los últimos años se están detectando, en objetos muy lejanos, ciertas irregularidades con relación a la ley de Hubble.

Para justificar estas anomalías se intenta introducir de nuevo a la constante cosmológica bajo diversas interpretaciones.

LAS PREMISAS DE LA HOMOGENEIDAD E ISOTROPIA

Debemos recordar que las condiciones del Principio Cosmológico, de homogeneidad e isotropía, que se le otorgan al Cosmos no son consecuencia de las ecuaciones de Einstein, ni de las de Friedmann, o de otro cualquier cálculo. Son premisas iniciales, condiciones de partida sobre las que se ha construido todo el edificio de la Cosmología,

al estar implícitamente incluidas en las ecuaciones en que se basa, como son las de Einstein y Friedmann.

Seria de suponer entonces, que estas hipótesis deben estar muy bien fundamentadas, con argumentos firmes y convincentes.

¿En que nos basamos, para sustentar estas propiedades defendidas por el Principio Cosmológico?

La extrapolación de la percepción que nos sugiere la parte del Cosmos observado, ante un espacio inmensamente más grande, es una razón tan pobre que no es una justificación valida.

¿Entonces que?

Son simples "hipótesis de trabajo", introducidas para iniciar un proceso lógico de investigación. Pero que deben quedar sujetas a una verificación continuada y ser objetivo de toda sospecha ante cualquier desajuste o indicio extraño. Quedando todas las conclusiones condicionadas a estas premisas de ensayo, y a la espera de nuevos elementos que las consoliden o al contrario aconsejen su sustitución.

Sin embargo, en este caso da la impresión que sobre el Principio Cosmológico se ha elevado más y mas el gran edificio de la Cosmología Académica pero desde arriba, a medida que iba creciendo, no se ha ido revisado la base sobre la que se ha erigido, para verificar si la solidez era la adecuada. ¿Por olvido?, ¿O probablemente por el miedo al vértigo de sentirse apoyados en el vació?

Esta circunstancia es la responsable de la existencia de un eslabón débil en la concatenación lógico-matemática en que se basa la actual Cosmología Académica.

LA GRAVIRELATIVIDAD Y LA EXPANSION DEL COSMOS

Si admitimos la característica de homogeneidad en el Cosmos las posibilidades de su comportamiento se simplifican dado que no existen partes, todo es idéntico y las posibilidades son las tres ya indicadas según su densidad sea: La critica, mayor o menor que esta.

El nuevo paradigma, la gravirelatividad, que venimos defendiendo en números anteriores de esta revista, nos describe un cosmos estructurado conforme al proceso evolutivo que ha realizado. (FIGURA- 1)

En consecuencia, no todas sus partes tienen por que comportarse de forma similar ante el fenómeno de la expansión. Debiéndose analizar por separado cada una de ellas.

Lo cual implica que las probabilidades del comportamiento del conjunto se multiplican.

LA EXPANSION DE LA CORTEZA DEL COSMOS

La Corteza del cosmos esta compuesta por sus tres capas: El Ultrafondo Cósmico Gravitacional; El Hipercampo Gravitacional; y la Zona no Radiada Gravitacional.

Cada una de estas estructuras tiene sus particularidades propias, a su vez, todas tienen una característica en común, el estar constituidas únicamente por campos gravitatorios en expansión isotrópica indeformable y con una velocidad constante, a los que nada les puede perturbar.

Toda la corteza seguirá expandiéndose a la velocidad de propagación de los campos gravitatorios, "@", limitada entre dos superficies esféricas, conservando entre ellas la distancia aproximada de unos 400.000 años-gravedad.

La Corteza del Cosmos nos proporciona, independientemente del comportamiento del resto, un modelo de Cosmos abierto.

Aunque la parte interna del Cosmos colapsase, la corteza con sus tres capas de campos gravitatorios seguirá expandiendose indefinidamente.

LA EXPANSION DE LA RADIACION COSMICA DE FONDO

La Radiación Cósmica de Fondo la describimos en su momento y la localizamos entre dos superficies esféricas que crecían a la velocidad de la luz y que equidistaban el valor del diámetro del Cosmos en el momento de la Recombinación.

La luz, al contrario que los campos gravitatorios, si es afectada por la gravedad. No obstante independientemente del comportamiento del Cosmos Másico, siga en expansión o inicie una contracción, el

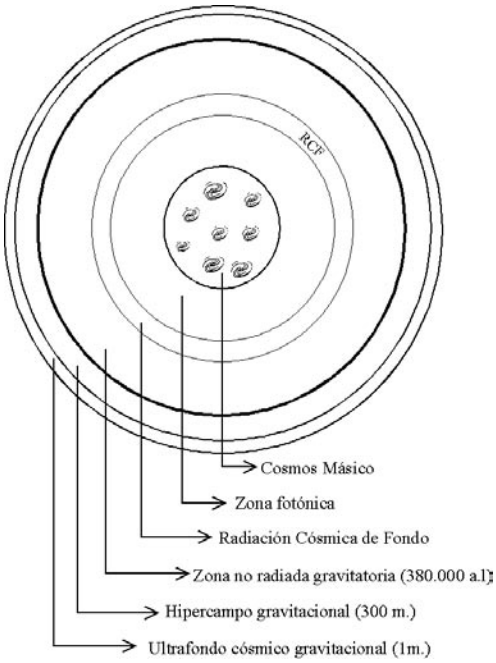

Figura 1 .- El Cosmos estructurado

efecto de la masa total sobre la RCF persistirá como si toda ella se encontrase en el centro de masas.

Si en tiempos pasados la gravedad no fue capaz de atraer sobre si a los fotones de la RCF como un gran agujero negro, esta influencia disminuirá en función cuadrática con el tiempo al aumentar la distancia de la RCF al centro de masas del Cosmos y disminuir las fuerzas gravitatorias según el cuadrado de la distancia que les separa.

LA EXPANSION DE LA ZONA FOTONICA

La zona fotónica del Cosmos la definimos por exclusión. Como el intervalo del Cosmos situado entre la RCF y el Cosmos másico.

Su expansión vendrá definida por la de las dos superficies que la limitan:

Su linde con la RCF, formado por fotones, se expandirá como estos lo hacen, a la velocidad de la luz.

Su linde con el Cosmos másico, estará formado por aquellas partículas o cuerpos provistos de masa que adquirieron la mayor velocidad inercial durante el proceso del Big Bang.

La velocidad de estas partículas, definirá la velocidad del linde interior de esta zona.

Dado que la esfera exterior crecerá con una velocidad lumínica y la interior con una menor, su espesor crecerá a la vez que los diámetros de las superficies que la limitan.

LA VELOCIDAD DE ESCAPE

Es muy conocida la expresión y el concepto de que la velocidad de escape de la superficie de la Tierra es de 11,2 Km/s.

La ecuación que nos proporciona este valor, se obtiene fácilmente al igualar la energía cinética del objeto al salir de un cuerpo astronómico, con el trabajo necesario para elevarlo a una distancia infinita, llegando con velocidad cero.

Su notación es:

$$Ve = \sqrt{2GM / R}$$

En la cual:

Ve= Velocidad de Escape

G = Constante de Gravitación Universal

M = Masa del cuerpo celeste

R = Radio del cuerpo celeste

Las ecuaciones de Friedmann que definen la geometría espacial, en cierta forma no son más que la simplificación de la Ecuación de Velocidad de Escape, para un medio homogéneo y aplicándole la ley de Hubble.

La Ecuación de la Velocidad de Escape, puede particularizarse para un cuerpo de densidad uniforme, sustituyendo la masa M por el volumen de la esfera y su correspondiente densidad.

$$M = 4\pi R^3 \rho / 3$$

Resultado:

$$Ve = R\sqrt{8\pi G\rho / 3}$$

En la cual:

"ρ" = Densidad

Como vemos la velocidad de escape, es proporcional al radio para cuerpos de una determinada densidad.

Es decir si hubiese un planeta con una densidad igual a la media de la de nuestra Tierra y con radio el doble que el de ésta, la velocidad de escape en ese planeta sería de 22,4 Km/s.

Esta particularización es la que se aplica en el caso del supuesto del Principio Cosmológico.

EXPANSION DEL COSMOS MÁSICO -EN EL CASO DE DENSIDAD UNIFORME-

El Cosmos másico o Universo, que venimos defendiendo, tiene un centro de masas, tiene una superficie esférica que lo limita y tiene una masa total.

¿Cómo se distribuye dicha masa en el Universo?

Sin duda existen diversas posibilidades.

Iniciaremos analizando la distribución de masas más simple, es decir una distribución uniforme, o sea con una densidad constante.

Si partimos del centro de masas y vamos aumentando el radio, la velocidad de escape, correspondiente a estas esferas hipotéticas, aumenta proporcionalmente al radio, de forma idéntica al ejemplo anterior del planeta.

Por otro lado la velocidad de separación de los objetos del centro de masas –de forma similar a la ley de Hubble- es igualmente proporcional al radio.

$$HR = R\sqrt{8\pi G\rho / 3}$$

Lo que nos permite eliminar el radio como variable.

$$H = K\sqrt{\rho}$$

Es decir para todos los puntos la condición de escape es idéntica, no depende del radio, sólo depende de la constante de expansión "H" y de

la densidad "ρ".

Podemos expresar a "ρ" en función de H.

$$\text{“}\rho\text{”} = 3H^2 / 8\pi G$$

Esta relación es la ecuación que determina la densidad crítica.

Es la misma relación a la que llega Friedmann, pero conceptualmente a ella hemos llegado por una particularización, mientras que Friedmann introduce las propiedades del Principio Cosmológico como condiciones iniciales.

Para un Universo con distribución de masas uniforme, o todas las partes que lo componen consiguen escaparse, o no lo consigue ninguna de ellas.

Obteniendo las tres posibilidades siguientes:

1. Un Universo abierto.
2. Un Universo cerrado.
3. Un Universo plano.

Similares a las establecidas para el Cosmos según la Cosmología Académica:

EXPANSION DEL COSMOS MÁSICO
-EN EL CASO DE DENSIDAD NO UNIFORME-

Normalmente asociamos, por la costumbre a la ley de Hubble, a cada posición del Universo a una velocidad.

Pero el sentido de la relación causa-efecto debe de ser el contrario.

Cada cuerpo esta donde esta, como consecuencia de su velocidad inercial obtenida durante el Big Bang. Si un cuerpo adquirió doble velocidad inercial que otro, se encontrará consecuentemente a doble distancia del centro de masas. Punto que corresponde con el verdadero centro de expansión.

En un artículo anterior de HUYGENS mostramos, utilizando el ejemplo de unos corredores en una pista, luego en un prado etc., como era necesario que durante el Big Bang la cantidad de materia asociada a cada velocidad, y en consecuencia a cada posición, fuese de acuerdo con una función cuadrática de esa velocidad, para que la densidad fuese homogénea en todo el Universo.

La función cuadrática es de hecho la expresión de cómo crece el volumen de una esfera con incrementos de radio constante. En el caso de que la densidad sea uniforme, expresará igualmente, el crecimiento de la masa en función del radio.

Vimos que aunque era posible este tipo de distribución, no nos parecía el más probable, habituados al comportamiento estadístico, al que nos ha acostumbrado la naturaleza.

La posibilidad, de una distribución de masas del tipo acampanado con relación a la velocidad inercial parece más probable.

También vimos que la aparente homogeneidad observada en el Universo más próximo se podría deber a una similitud en un tramo de la curva acampanada con una función cuadrática. (FIGURA-2)

De hecho las zonas de discrepancia entre la curva acampanada y la ecuación cuadrática que le asociemos, nos determinarán las anomalías en el frenado con relación a la recta que representa el frenado de la distribución cuadrática de masas, es decir de una distribución homogénea. (FIGURA-3).

En este ejemplo vemos:

-Cómo al existir entre los radios "Ra" y "Rb" una distribución de masas similar a la función cuadrática, el frenado es lineal.

-En "Rb" se inicia la existencia de un exceso de masa hasta "Rc" lo que se transforma en un frenado adicional, aparentemente anómalo.

-A partir de "Rc" este exceso de frenado ira compensándose hasta alcanzar el radio "Rd" donde se equilibran el exceso de masa de un tramo con el déficit de otro.

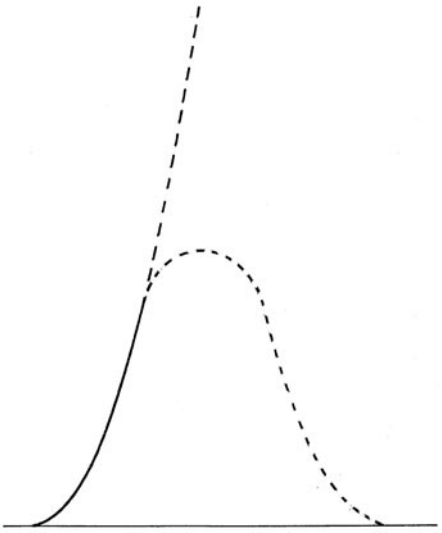

Figura 2.- La campana de Gauss puede asemejarse en un tramo a una función cuadrática

-A partir de "Rd" el efecto del frenado será menor que el representativo del caso homogéneo asociado causando consecuentemente la sensación de corresponder a una expansión acelerada.

-Las masas situadas a la distancia "Rd" seguirán expandiéndose como si pertenecieran a un Universo con distribución homogénea. En esta zona se producirá como una especie de enrarecimiento de masas, dado que sus vecinas, en el sentido al centro de masas, se frenaran más de lo normal. En cuanto a las vecinas,

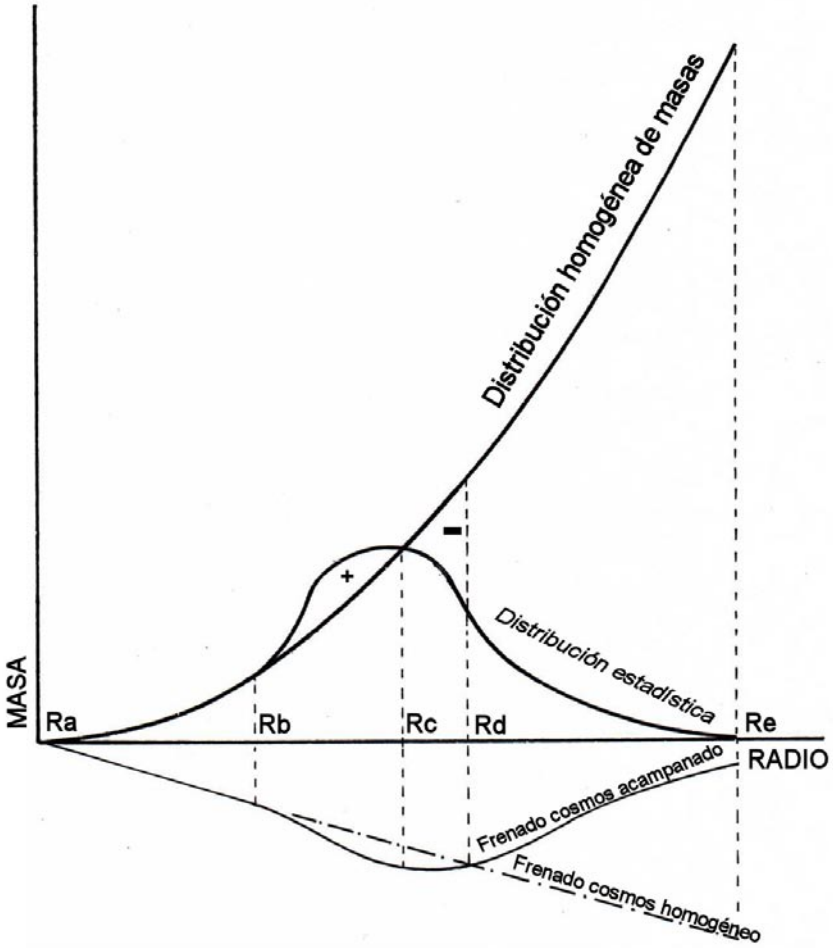

figura 3.- Una distribución de la materia de tipo estadístico, ocasiona un frenado gravitacional con anomalías, con regiones con sobrefrenado adicional y zonas con aparentes aceleraciones

en el sentido contrario, se frenarán menos que el patrón establecido, por lo que en dicha zona habrá un empobrecimiento de masa.

La figura anterior es solo un ejemplo, podemos imaginar infinidad de variantes con respecto a la distribución de masas con relación a su velocidad inercial, consecuencia de la Gran Explosión. De lo que se percibe, la complejidad que puede presentar el fenómeno del frenado gravitacional dependiendo de estas distribuciones de masa.

En estas circunstancias además de los tres tipos de universo ya citados se puede producir una cuarta situación:

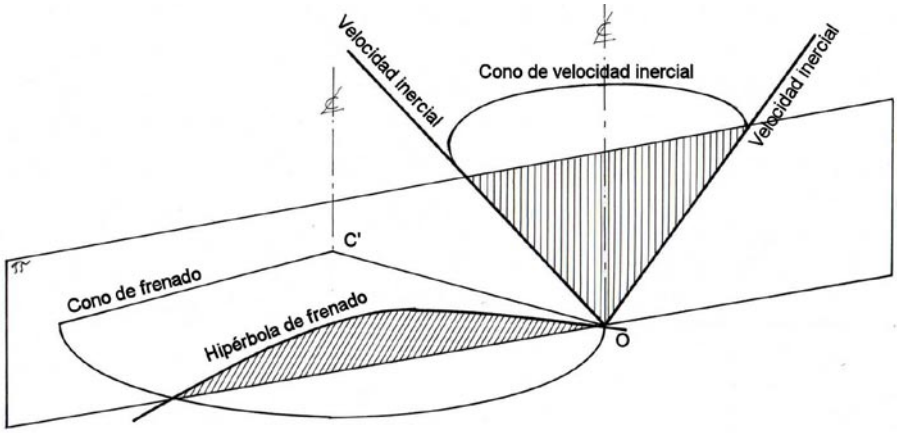

Figura 4.En un cosmos homogéneo a lo largo de una línea que no pase por el centro de masas, la velocidad del frenado gravitacional, vendrá representada por una hipérbola.

La velocidad de escape ya no es independiente del radio e idéntica para el conjunto.

Puede existir un "Radio de Rotura" que produzca como una gran diaclasa cósmica.

La parte interior invertiría el sentido de expansión contrayéndose y colapsando definitivamente. Como el Universo cerrado.

La parte externa contrariamente se expandiría indefinidamente. Como el Universo Abierto.

Entre las dos caras de la diaclasa, que irían separándose cada vez mas, existiría algo de masa, por poseer esa velocidad límite entre ambas situaciones, que se comportaría al igual que el Universo Plano.

Es decir podrían coexistir las tres posibilidades del Universo: Abierto, plano y cerrado, simultáneamente.

LA COMPLEJIDAD DE LA ANISOTROPIA DE LA EXPANSION DE HUBLE

El análisis que hemos realizado con relación a la expansión del Cosmos másico con una distribución de masas no uniforme es un hecho cosmocéntrico, es decir ocurre con relación al centro de masas del Cosmos.

En cambio, cuando hablamos de expansión de Hubble analizamos los hechos bajo una visión geocéntrica, hablamos de cómo vemos que se alejan los objetos del Universo vistos desde el punto de observación, la Tierra.

En el número anterior de HUYGENS ya nos encontramos con esta circunstancia. Vimos como se complicaba la visión del fenómeno del frenado gravitacional para

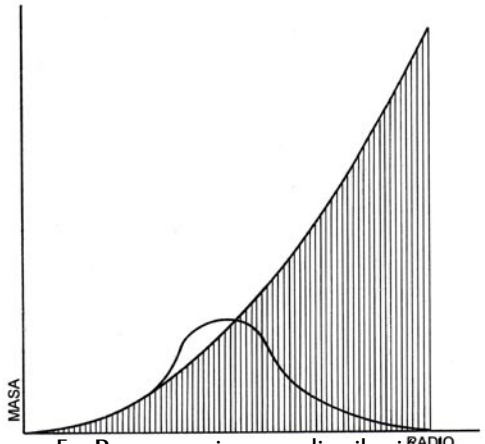

Figura 5.- Para que exista una distribución homogenea fué necesario que durante el Big Bang la cantidad de masa asociada a cada velocidad fuese una función cuadrática de esa velocidad

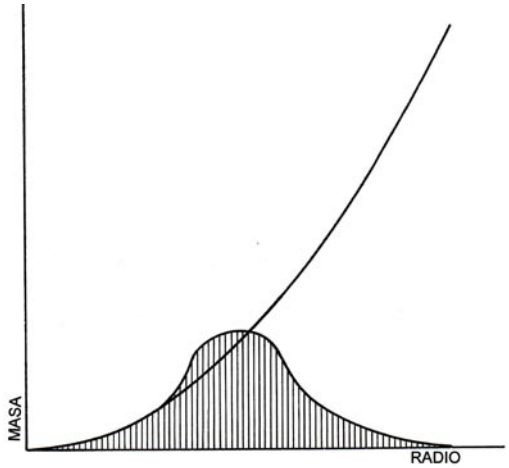

Figura 6.- En caso de que durante el Big Bang la cantidad de masa para cada velocidad fuese del tipo estadístico, la distribución de masas sería del tipo acampanado

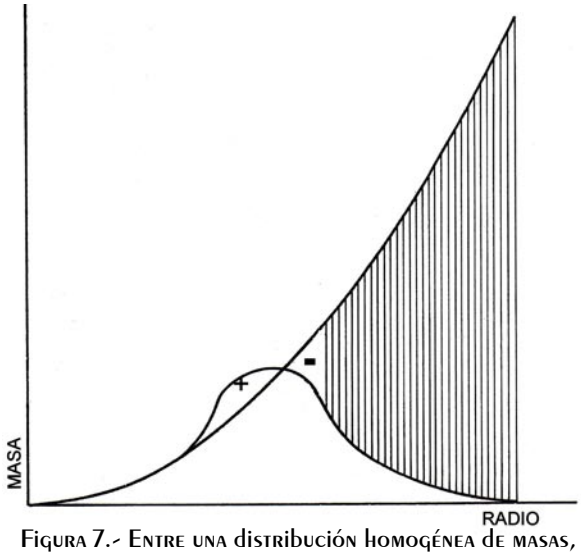

Figura 7.- Entre una distribución homogénea de masas, y una acampanada, existe una economía de masas representada por la zona rayada

un cosmos homogéneo, que desde el centro de masas se podía representar mediante una recta, pero que visto desde fuera del centro del frenado, aparecían zonas de aceleración.

Esta complicación se incrementaba si la línea de observación no pasaba por el centro de masas, al trasformarse las rectas de frenado en secciones de los conos de frenado, es decir en hipérbolas, (FIGURA-4).

En el caso de un Cosmos con distribución de masas no homogénea, hemos concluido que en vez de las rectas de frenado existen curvas de frenado mucho más complejas.

Cuando deseemos averiguar como es el frenado en un sentido distinto al Eje del Cosmos, obtendremos unas superficies cónicas, cuyas generatrices serán las citadas curvas.

La complejidad aumentará al seccionar dichas superficies cónicas por planos que contengan la dirección en la que pretendemos efectuar el estudio.

Quizás, esta es la causa y la explicación de algunas de las irregularidades que se observan en la expansión de Hubble, como es el caso de la aceleración detectada en la expansión del Universo.

Anomalías que cada vez serán más y mayores, acompañando la mejoría de los instrumentos y el crecimiento de las horas de investigación.

LA MASA DE UN COSMOS NO HOMOGENEO

Otra consecuencia inmediata, de la no homogeneidad en la distribución de masas es que el Cosmos resultante necesita muchísima menos masa que en el caso contrario.

Si observamos la (FIGURA- 5), que representa la masa necesaria para un cosmos homogéneo y lo comparamos con la (FIGURA- 6) que corresponde con una distribución de comportamiento estadístico vemos que existe una gran diferencia, que la representamos en la (FIGURA-7).

Esta gran economía de masa del "Cosmos Acampanado" frente al "Cosmos Homogéneo" puede conducir a nuevos caminos de análisis muy interesantes.

BIBLIOGRAFIA:
F. Pavía Alemany – HUYGENS:
Nº - 49 Julio-Agosto 2004 mc^2 versus $m@^2$
Nº - 58 Enero-Febrero 2006 La Corteza del Cosmos
Nº - 65 Marzo-Abril 2007 De Michelson al COBE
Nº - 66 Mayo-Junio 2007 La Radiación Cósmica de Fondo
Nº - 67 Julio-Agosto 2007 El Principio de Equivalencia
Nº - 68 Sept-Octubre 2007 El Cosmos Másico y la anisotropía

Todos los textos citados cuyo origen sea la revista HUYGENS, pueden ser consultados en la dirección: www.astrosafor.net