¿Es necesaria la energía oscura?

Presentación del Trabajo Fin Master de Astrofísica, defendido por nuestro compañero Francisco Pavía Alemany

El "Principio Cosmológico", establece que el Cosmos ha tenido un inicio, que es finito en el espacio, que es homogéneo e isótropo desde todos los puntos, que carece de frontera y que cualquiera de sus puntos es su centro.

Estas hipótesis eran complementadas respecto al futuro por las posibilidades del devenir del Universo establecidas por Fridman, dependiendo de que su densidad fuese mayor, igual o menor a una determinada cantidad o densidad crítica. Ya finalizando el siglo XX, los intentos de acabar con la citada ambigüedad llevaron a dos grupos de investigadores a indagar el comportamiento del Cosmos a muy grandes distancias, a las mayores que permitiesen calcular de forma independiente su "velocidad de recesión" y su "distancia". Este objetivo lo consiguieron gracias a las "supernovas Ia". Pero hubo sorpresas que les obligaron a romper los esquemas establecidos y a tener que afirmar en contra de lo supuesto que: ¡El Cosmos no se frena, se expande aceleradamente!

Este hallazgo trastorna el escenario establecido. Consecuentemente se resucita a la "Constante Cosmológica", se incorpora la enigmática "energía oscura", como responsable de la fuerza necesaria para producir la citada aceleración.

Debemos aclarar que "nadie ha medido aceleraciones en la expansión del Cosmos", de hecho lo que se ha constatado es una correspondencia no lineal entre las grandes distancias y las velocidades de recesión. Uno de los principios básicos en el mundo de la ciencia es mantener una línea divisoria clara e infranqueable entre los "hechos observados" y la "interpretación que de ellos se pueda realizar".

"La expansión acelerada" es simplemente una de las posibles interpretaciones, pero no es el hecho observado.

Por lo dicho quedan abiertas las posibilidades a nuevas vías que indaguen las interpretaciones del fenómeno observado. Ciertos indicios y reflexiones invitan a un cambio de Paradigma, en el que se sustituya la visión de un Cosmos regido por el Principio Cosmológico a un Cosmos no homogéneo con isotropía central, es decir un Cosmos con un único centro y con una distribución de masas no homogénea pero isotrópica respecto al centro.

Este paradigma puede explicar con sencillez el fenómeno de la aparente expansión acelerada del Cosmos, sin la participación de la exótica energía oscura. El objetivo último, una vez expuesta nuestra alternativa, será proponer unas vías de investigación consecuentes con las nuevas hipótesis.

Do you need the dark energy?

Final Project Presentation
Master of Astrophysics, defended by our colleague Francisco Pavía Alemany

The "Cosmological Principle", establishes that the cosmos has had a beginning, that it is finite in space, which is homogeneous and isotropic since all the points, which lacks of border and that any of its points is its center. These assumptions were supplemented with regard to the future by the possibilities of the evolution of the Universe established by Fridman, depending on its density was greater, equal to or less than a certain amount or critical density.

By the end of the twentieth century, attempts to put an end to the aforementioned ambiguity led to two groups of researchers to investigate the behavior of the Cosmos, at very great distances, to the largest that would calculate independently its "speed of recession" and its "distance". This objective was achieved thanks to the "supernova Ia".

But there were few surprises that drove them to break the patterns thus established and have to say against the assumption that the Cosmos is not stopped, it expands rapidly! This finding disrupts the established scenario. Consequently this harks back to the "cosmological constant", incorporates the enigmatic "dark energy", as being responsible for the force required to produce the above acceleration.

We must clarify that "no one has measured accelerations in the expansion of the Cosmos", in fact what has been found is a non-linear correspondence between the great distances and the speed of recession. One of the basic principles in the world of science is to maintain a clear dividing line barrier between the "facts" and the "interpretation of them can be done". "The accelerated expansion" is simply one of the possible interpretations, but it is not the observed fact.

Therefore, it is hereby open the possibilities to new lines that hunt out the interpretations of the observed phenomena. Some signs and reflections invite us to a paradigm shift, which replace the vision of a universe governed by the Cosmological Principle to a Cosmos not homogeneous with isotropy central, i.e. a Cosmos with a single centre and with a distribution of masses but not homogeneous isotropic with respect to the centre.

This paradigm can explain with simplicity the phenomenon of apparent accelerated expansion of the Cosmos, without the participation of the exotic dark energy. The ultimate goal once exposed our alternative, will be to propose some new lines of research consistent with the new hypotheses.

VALENCIAN INTERNATIONAL UNIVERSITY

V I U

LA ENERGÍA OSCURA PODRÍA NO SER NECESARIA

Un nuevo paradigma para el Cosmos

TRABAJO FIN DEL MÁSTER EN
ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Curso académico 2011-2012
Convocatoria Diciembre 2012

Francisco Pavía Alemany
pacopavia@terra.es

Tutor VIU Dr. Juan Gutiérrez Soto

Tutor externo Dr. Carlos Barceló Serón
(Instituto Astrofísica de Andalucía)

VALENCIA
Diciembre de 2012

Aprender algo nuevo, en algunos casos puede
implicar una tarea ardua y difícil.
Pero "desaprender" lo erróneamente aprendido,
generalmente se convierte en una misión casi imposible.
(Tal vez, en alguna ocasión, lo dijo alguien.)

Índice

1 Introducción
2 Objetivos
3 Antecedentes
4 El nacimiento de la cosmología moderna
5 Las acepciones del termino “isotrópico”
6 “Sobre la curvatura del espacio”
7 El ocaso de un paradigma
8 Un paso adicional en el nuevo paradigma
9 Un centro de expansión
10 La alternativa a la energía oscura
11 Un nuevo paradigma
12 Referencias
13 Bibliografía

Índice de figuras

Figura

01 En un sistema isotrópico central **E**p = - GMm/R
02 En un sistema isotrópico total **E**p = K
03 Las alternativas excluyentes de Fridman
04 Posibilidades en un Cosmos no homogéneo isotrópico
05 La expansión centrada de una esfera
06 La expansión **no** centrada de una esfera
07 El Cosmos según el nuevo paradigma
08 El Núcleo del Cosmos según el nuevo paradigma

Nota.- Todas las figuras han sido realizadas por el autor del presente trabajo.

Resumen

Desde hace un centenar de años se ha concebido el Cosmos bajo la hipótesis del **Principio Cosmológico**, es decir un Cosmos que a grandes escalas es **homogéneo** e **isótropo desde todos los puntos**.

El término **isótropo** se utiliza para designar indistintamente dos conceptos muy diferentes, con la posibilidad de que se produzcan equívocos.

Decimos que **una masa puntual** genera alrededor suyo, **un campo vectorial de fuerzas**; que tiene asociado **un campo escalar de energía potencial**; al que a su vez, se asocia **el campo vectorial de los gradientes** de dicha energía.

Decimos que estos campos son **isótropos** con respecto al **centro,** para diferenciar, a este tipo de isotropía la designaré como **isotropía central.**

El **Principio Cosmológico** nos propone un Universo **homogéneo** e **isótropo,** donde **cualquier punto del Cosmos es centro de isotropía**. A ésta modalidad la debemos diferenciar, llamándola **isotropía total.**

Ambas isotropías son muy distintas:

La **isotropía central** la encontramos muy bien estudiada en los tratados de Teoría de Campos.

En la **isotropía total,** todo punto **es idéntico a otro** y **es centro de todo**, desde cualquier punto, mires en el sentido que mires, todo es idéntico. Sin embargo estos campos de fuerza, de energía potencial y de gradiente de energía potencial, no aparecen estudiados en los tratados de Teoría de Campos Newtonianos citados.

Durante el desarrollo las ecuaciones de Fridman, obtenidas a partir de las ecuaciones tensoriales de Einstein, afloran ecuaciones muy familiares pertenecientes a la mecánica Newtoniana, ecuaciones que rigen el Cosmos y que a su vez implican una **isotropía central,** sin necesidad de recurrir a la **isotropía total** del supuesto Principio Cosmológico.

Estos detalles nos proporcionan indicios muy

interesantes que nos invitan a la reflexión y a cuestionarnos el Principio Cosmológico.

Indicios y reflexiones que invitan a un cambio de Paradigma, en el que se sustituya la visión de un Cosmos regido por el **Principio Cosmológico** a un **Cosmos no homogéneo con isotropía central,** es decir **un Cosmos con un único centro.**

Este paradigma puede explicar con sencillez el fenómeno de **la aparente expansión acelerada del Cosmos**, sin la participación de la **exótica energía oscura.**

1.- Introducción

Durante el transcurso del siglo XX y lo que llevamos del presente se han realizado unos enormes avances en todas las ciencias, pero ha sido en la Astronomía y en las disciplinas conexas, donde este progreso ha causado un mayor impacto en la sociedad. Tanto por los descubrimientos y la tecnología utilizada, como por la repercusión que su divulgación ha tenido en el gran público y la espectacularidad que ha provocado la comunicación de las "nuevas conquistas".

En cambio, desde hace cerca de un siglo, cuando Albert Einstein introdujo las Teorías de la Relatividad Especial (1) y la Relatividad General (2), el conjunto de hipótesis que han establecido el **paradigma** sobre el que se ha basado la concepción del Cosmos como un todo, permanece prácticamente inalterado. Estas ideas marco están agrupadas bajo la designación de "**Principio Cosmológico**".

Este "**Principio**" desde su concepción inicial y a lo largo del siglo XX solamente ha sido modificado en una de sus hipótesis, como consecuencia de las ideas de Fridman, de Lemaitre y sobre todo de la constatación por parte de Hubble de que **el Universo se expande.**

Tras ese descubrimiento, el "**Principio Cosmológico**", el paradigma estándar aceptado por la mayoría de los científicos, establece que el **Cosmos ha tenido un inicio, que es finito en el espacio, que es homogéneo e isótropo desde todos los puntos**, **que carece de frontera y que cualquiera de sus puntos es su centro**.

Estas hipótesis macroscópicas del Cosmos eran complementadas **respecto al futuro** por las tres posibilidades del devenir del Universo establecidas por Fridman, dependiendo de que su densidad fuese mayor, igual o menor a una determinada cantidad o **densidad crítica**.

Con esa incerteza, y con el afán de determinar el valor responsable del "frenazo gravitatorio" sobre la expansión del Cosmos, ha transcurrido la mayor parte del siglo pasado.

Ya finalizando el siglo XX, los intentos de acabar con la ambigüedad que Fridman había establecido llevaron a dos grupos de investigadores a intentar, de forma independiente, indagar el comportamiento del Cosmos a muy grandes distancias, a las mayores que permitiesen calcular de forma independiente su "*velocidad de recesión"* y su *"distancia".* Uno de los equipos estaba dirigido por Saul Perlmutter (3) el otro por Brian Schmidt y Adam G. Riess(4).

Este objetivo lo consiguieron gracias a las "*supernovas Ia".* Pero hubo sorpresas que les obligaron a romper los esquemas establecidos y a tener que afirmar en contra de lo supuesto que: **¡El Cosmos no se frena, se expande aceleradamente!**

Este hallazgo trastorna el escenario establecido y por tanto son necesarias nuevas ideas que justifiquen estos descubrimientos. Consecuentemente se resucita a la "*Constante Cosmológica*", se recurre a una "*fuerza antigravitatoria"* y se incorpora la enigmática "**energía oscura**", como responsable de la fuerza necesaria para producir la citada aceleración.

Dentro de la línea de la "Cosmología Estándar" se ha activado mucho el trabajo en busca de la interpretación e investigación de la recién llegada e ignorada "energía oscura". Se ha otorgado el Premio Nobel de Física de 2011 a Saul Perlmutter, a Brian Schmidt y a Adam G. Riess por "sus descubrimientos sobre la aceleración de la expansión del Universo".

Y debe continuarse trabajando en esta línea.

Pero aquí, parodiando un poco a las investigaciones de los grandes casos policiales, debemos

admitir que a pesar de haber una línea principal de investigación, el conocido por "**modelo concordante**", se debe insistir en que "**no debe desperdiciarse cualquier indicio colateral"**. Cualquier asomo de sospecha debe estimular el inicio de otra línea de investigación en busca de una posible aclaración y resolución del hecho.

El objetivo y motivación de este escrito es precisamente el presentar **unos indicios**, unas conjeturas que supongo fundadas y que pueden **"abrir otra vía de trabajo en busca de la interpretación de la expansión acelerada del Cosmos"**. Estos indicios se basan principalmente en las conclusiones obtenidas como resultado de cuestionar el Principio Cosmológico.

En Teoría de Campos sabemos que una masa o una distribución isotrópica de masas en torno a un punto producen un **campo vectorial central de fuerzas** cuyas líneas concurren en el centro del campo. Éste tendrá asociado un **campo escalar central de energías potenciales** con simetría esférica, que a su vez tiene el correspondiente **campo vectorial central de los gradientes de la energía potencial**. Este tipo de campos obedecen al concepto de "**isotropía central**".

Los resultados obtenidos por Fridman nos aproximan a formulas de tipo Newtoniano, regidas por una **isotropía central**, sin la necesidad de recurrir a la **isotropía total**, ello nos invita a una sustitución.

Una vez modificado el Principio Cosmológico y sustituida la **isotropía total** propuesta por una **isotropía central**, se puede dar un pequeño salto adicional y sustituir la homogeneidad total por una **distribución de masas isotrópica no homogénea**, en una primera aproximación.

Como veremos, esto nos permite "**prescindir de la energía oscura"**. Con el nuevo planteamiento, ya no son necesarias fuerzas repulsivas, ya que las fuerzas de frenado ya **no son lineales y proporcionales a la distancia**. De forma distinta a como ocurre en el Cosmos totalmente homogéneo, donde la masa es proporcional al cubo del radio y la fuerza atrayente inversa al cuadrado del radio, obteniéndose una fuerza resultante de frenado proporcional al radio.

La discrepancia observada de una falta de linealidad entre la velocidad de recesión y las distancias, se puede explicar por una distribución isotrópica no homogénea de las masas en el Cosmos.

Finalmente hacemos una propuesta consistente en estimular a las instituciones, a los centros de estudio y de investigación, a que destinen los recursos necesarios para la obtención de los datos suficientes, su procesamiento informático, así como los recursos humanos, que haga posible a partir de suficientes pares "*distancia-velocidad de recesión*" **calcular el modelo de la distribución de las masas en el Cosmos**, que explique la no linealidad mencionada sin recurrir a la energía oscura.

Es de esperar que aparezcan estratos esféricos con distintas densidades, cuyo centro no debe situarse precisamente en nuestra galaxia.

Cuando se incrementen los datos probablemente vaya apareciendo una "*anisotropía dipolar*" en la distribución de los pares *recesión-distancia,* el surgimiento de un eje en esa correlación, un eje definido por el "*Centro del Cosmos*" y "*nuestra situación en el Cosmos*".

Conocido este eje y la falta de simetría en los distintos sentidos nos pueden ayudar a encontrar **el centro de isotropía de la distribución de masas en el Cosmos** y esto tal vez nos dé una idea de "***por dónde nos encontramos***" dentro del nuevo modelo propuesto.

2.- Objetivos

El objetivo y la motivación de este escrito es proporcionar unos indicios que nos permitan justificar "**la abertura de una vía de trabajo en busca de una nueva interpretación de la expansión acelerada del Cosmos**" sin tener que recurrir a la "**energía oscura**" u otras causas exóticas.

Debemos aclarar que nadie ha medido "**aceleraciones**" en la expansión del Cosmos, de hecho lo que se ha constatado es **una correspondencia no lineal entre las grandes distancias y las velocidades de recesión.**

Uno de los principios básicos en el mundo de la ciencia es mantener una línea divisoria clara e infranqueable entre los "*hechos observados*" y la "*interpretación que de ellos se pueda realizar*". En el caso de "*la expansión acelerada del Cosmos*" esta norma no se respeta frecuentemente. Se habla normalmente como si lo que se hubiese observado y medido fuese *"una aceleración"* en vez de *"la correspondencia no lineal*" mencionada.

El premio Nobel de Física de 2011 se otorgó por "sus descubrimientos sobre la **aceleración** de la expansión del Universo".

La "*expansión acelerada*" es simplemente una de las posibles interpretaciones, pero **no es** el hecho observado.

Por lo dicho quedan abiertas las posibilidades a nuevas vías que indaguen las interpretaciones del fenómeno observado, en busca de una alternativa a "*la aparente expansión acelerada del Cosmos*". Pero las nuevas hipótesis no pueden ser gratuitas, deben tener alguna base en que apoyarse.

Existen indicios que justifican el cuestionarse el paradigma establecido como consecuencia del Principio Cosmológico.

Se aprecia que en el caso que modifiquemos el Principio Cosmológico mediante una sustitución de la "*isotropía total*" por una "*isotropía central",* la presencia de **la energía oscura se vuelve innecesaria**, dado que otras causas mucho más simples pueden justificar los fenómenos observados, como lo puede ser una distribución de masas en el Cosmos *isotrópica no homogénea*.

El objetivo último, una vez expuesta nuestra alternativa, será proponer unas vías de investigación consecuentes con las nuevas hipótesis.

3.- Antecedentes

El siglo XX comenzó, desde el punto de vista científico, bajo la influencia del "gran fracaso de Michelson y Morley" en su intento de detectar "el movimiento absoluto de la Tierra a través del Cosmos" así como por los nuevos conceptos que aportó el "Electromagnetismo" y la "Teoría Cuántica".

Hace prácticamente un siglo, en el año 1907, Albert Abraham Michelson se convirtió en el primer estadounidense en recibir el premio Nobel de Física.

Para sus experimentos Michelson proyectó y construyó, entre otros muchos instrumentos, diversos interferómetros.

La gran tarea de la vida de Michelson fue *"medir la velocidad de la Luz"* y en conseguir cada vez *"mayor exactitud en su valor"*.

La segunda de sus hazañas fue calcular por primera vez en la historia "el diámetro de una estrella", para lo que utilizó los interferómetros de su invención.

Y el tercer gran objetivo científico de Michelson fue *"poder determinar la velocidad absoluta del planeta Tierra en su desplazamiento por el Cosmos"*, supuestamente *"repleto por el Éter".*

Dado que "*la Tierra gira alrededor del Sol a 30 kilómetros por segundo"* en un sentido y al cabo de seis meses lo hace en sentido contrario, Michelson pensó que como mínimo, independientemente de los otros movimientos del Sol y en consecuencia de la Tierra, se debería poder medir esa diferencia de 60 kilómetros por segundo con relación al Éter.

Michelson y su amigo Edgard Morley construyeron un interferómetro sobre *"un disco tallado en piedra natural, flotando sobre mercurio"*, lo que les permitía independizarlo del suelo, a efecto de las vibraciones, a la vez que facilitaba su giro para orientar los brazos a conveniencia.

Con este instrumento deberían poder detectar velocidades con relación al Éter *"superiores a los ocho kilómetros por segundo"*.

En contra de lo esperado no se produjeron retrasos entre los haces de luz.

Para desesperación de Michelson y Morley, el resultado del experimento dio siempre conclusiones negativas a pesar de repetirlo en multitud de condiciones distintas.

Las circunstancias les obligaron a aceptar *"su gran fracaso".*

Pero este fracaso no era algo personal de un par

de investigadores, era el *"fracaso del pensamiento científico establecido en el momento"*.

Los diversos hombres de ciencia conocían los principios y conceptos del experimento, conocían la precisión del instrumento construido, conocían la pericia de los investigadores y debían aceptar unos resultados que no encajaban con el pensamiento científico del momento, por lo que se pusieron a buscar explicaciones.

Pero éstas no resultaron fáciles de concebir y mucho menos de ser aceptadas, dado que necesitaron derrumbar conceptos muy arraigados en la época, considerados aparentemente irrebatibles.

El hecho determinante de aquel ensayo, además de no conseguir su propósito, fue *"que su tentativa se mostrase incapaz de detectar incluso el movimiento de traslación de la Tierra"* de 30 Km. / seg. en un sentido y tras seis meses la misma velocidad en sentido contrario.

El resultado de aquel experimento fracasado estimuló la mente de varios científicos.

George Francis FitzGerald aportó la idea revolucionaria de que *"la longitud del brazo del interferómetro se contraía"* en la dirección del movimiento de la Tierra. ¡Una locura para el momento!

Hendrik Antoon Lorentz, independientemente, definió las ecuaciones que calculaban *"las transformaciones de los cuerpos en movimiento".*

Jules Henri Poincaré estableció *"el principio de la relatividad de los movimientos".*

Albert Einstein, en 1905, publica dos artículos sobre *"la Teoría de la Relatividad Especial"* y eleva a postulado el que *"la velocidad de la luz en el vacío es una constante de la naturaleza y no depende del estado de reposo o movimiento del cuerpo que emite la luz o la detecta".*

Albert Einstein, al implantar la Teoría de la Relatividad Especial, además de establecer el principio de la constancia de la luz en el vacío y el principio de relatividad aplica *"las ecuaciones de transformación de Lorentz"*. Pero ello implica la necesidad de adoptar unos requisitos, cuyos supuestos son:

-**La homogeneidad espacial del Universo**. Todo el Universo es homogéneo a grandes escalas.

-La isotropía espacial del Universo. Todo el Universo, observado desde cualquier punto, muestra propiedades idénticas, independientemente de la dirección del espacio en que se mire y del punto elegido para observar.

Estas dos propiedades de homogeneidad e isotropía que se le atribuyen al Universo no son consideradas simplemente bajo un aspecto puramente matemático, relacionadas con el traslado o giro de los ejes de referencia o sobre el instante en que se inicia a contar los tiempos.

Estas dos características son supuestas en el aspecto material. Considerando que regiones suficientemente grandes poseen idénticas propiedades tales como densidad, composición, temperatura etc.

A partir de estas reglas, para que exista *"una total homogeneidad e isotropismo"* es necesario que *"todo punto del Cosmos sea idéntico a cualquier otro"*, por lo que se deduce que **el Cosmos no tiene un centro.** Más bien **que cualquier punto de él es centro del todo.**

Esa misma identidad implica que **el Cosmos no puede tener frontera**.

El conjunto de estas condiciones citadas se conocen como **El Principio Cosmológico.**

Otro de los condicionantes que establece Einstein, al implantar la Relatividad Especial, se basa en la imposibilidad de averiguar el movimiento de nuestro planeta por el Cosmos, según expresa ***"– y basándonos en la circunstancia de que en modo alguno podemos probar, mediante experimentos terrestres, el movimiento de traslación de la Tierra-".***

Tras la aceptación del hecho incomprensible de "la constancia de la velocidad de la luz", consecuencia directa del experimento de Michelson-Morley, y de la imposibilidad de medir la velocidad absoluta de la Tierra, vinieron otras afirmaciones no menos enigmáticas fruto de la Relatividad, tales como que "la longitud de los objetos" y "el ritmo de los relojes" dependen de "la velocidad a la que se

mueven".

En ese inicio de siglo XX surge otra rama de la ciencia, cuyas propuestas tampoco son fáciles de aceptar por lo insólito de las propiedades que se le atribuye a lo "muy pequeño". Nos referimos a la Teoría Cuántica.

Se estableció un cierto estado de incomodidad y desasosiego mental.

El propio Einstein, extrañado con el nuevo derrotero de esta ciencia dado su carácter probabilístico, exclamó: ***¡Dios no juega a los dados!***

4.- El nacimiento de la cosmología moderna

El inicio de la Cosmología moderna se produjo el 4 de noviembre de 1915 con la conferencia que impartió Albert Einstein en la Academia Prusiana de Ciencias, titulada *"Zur allgemeinen Relativitätstheorie,"* donde expuso *l*a "*Teoría General de la Relatividad".*

La primera versión de la Relatividad General fue publicada por la propia Academia Prusiana (5) el 2 de diciembre de 1915.

En esta misma Academia Prusiana, el 25 de noviembre del mismo año, Einstein presenta una versión más depurada de su nueva Teoría, introdujo el cálculo tensorial y la *ecuación de los campos gravitatorios,* la cual relaciona la *geometría espacio-tiempo* con el tensor *energía-momento.*

Einstein con la nueva teoría había conseguido la "herramienta necesaria e imprescindible" para aproximarse a una comprensión del Cosmos como un todo.

Pero el uso de la citada herramienta resultó ser muy complejo y las ecuaciones presentaban gran dificultad en su resolución, provocando multitud de conflictos e interpretaciones varias entre los expertos.

El propio Einstein necesitó incluir la *"Constante Cosmológica"* para encontrarle sentido a su propia ecuación tensorial.

Ello le condujo a la concepción de un *Universo* **estático** y **finito** en cuanto a lo espacial, pero **sin inicio** y **sin fin** en cuanto a lo temporal. Además de una idea en cuanto al tamaño **empequeñecida**, en que las componentes del Universo eran las estrellas y donde su totalidad se reducía a nuestra y **única Galaxia.**

Con estas nuevas ideas, de alguna forma, Albert casi provoca *el divorcio* entre el **espacio** y el **tiempo**, que tan sagazmente había conseguido unir en su *Teoría Especial de la Relatividad,* al limitar el primero y considerar infinito al segundo.

Transcurrido poco más de un mes de la publicación de "El fundamento de la Teoría General de la Relatividad" de Einstein (2), a finales de Marzo del año 1917, De Sitter publicó un artículo en el que discrepaba de Albert por la introducción de la Constante Cosmológica y que lo hiciese de una forma tan artificiosa.

De Sitter, por conversaciones con Einstein, conocía el desarrollo del trabajo de él en la fase previa a la introducción de la Constante y proponía una especie de **espacio-tiempo vacío** para evitar dicha constante.

Pero el verdadero impulsor de una nueva concepción del Cosmos fue el matemático y meteorólogo soviético Alexandr Alexándrovich Fridman, al encontrar ***soluciones*** para *la ecuación de la Relatividad General*.

De esta forma Fridman modificó la idea de un Universo que carecía *de inicio en el tiempo* y que era *estático,* y lo convirtió en un Universo ***con un inicio temporal****,* además de encontrarse ***en un estado dinámico***.

Entonces Fridman dio un paso más al deducir la condición que impone el futuro del Cosmos. Éste, dependiendo de su densidad y en consecuencia del "*frenado gravitatorio*" tiene tres posibilidades:

- Que se expanda indefinidamente.
- Que tras un período de expansión se contraiga.
- O que adquiera un estado límite entre las dos situaciones anteriores.

La aceptación del Principio Cosmológico y su aplicación por parte de Einstein y posteriormente por Fridman en sus deducciones, les simplificaron

mucho el planteamiento de las ecuaciones.

-La admisión de la *"homogeneidad del Cosmos"* les permitió suponer que la masa de la parte del Cosmos encerrada por una superficie esférica es proporcional a su volumen, es decir, al *"cubo del radio de dicha esfera".*

-La admisión de la *"isotropía del Cosmos"* les permitió aplicar en sus ecuaciones una propiedad de los campos gravitatorios que afirma: *"En una distribución espacial de masas que presente simetría esférica con respecto al centro de gravedad* (lo que equivale a la isotropía con relación a este punto) *la atracción gravitatoria entre todo el conjunto y una de sus partículas es equivalente a la atracción de toda la masa encerrada por la superficie esférica, cuyo centro es el centro de gravedad del conjunto total y el radio es igual a la distancia entre el centro de gravedad y la partícula, supuesta toda la masa del interior de la esfera emplazada en el centro de gravedad del conjunto. Las fuerzas gravitatorias del resto de masas externas a la esfera citada se anulan unas con respecto a las otras.*

El primer artículo de Fridman sobre Cosmología, *"Sobre la curvatura del espacio" (6)*, se publicó en 1922 en "Zeitschrift für Physik".

En el siguiente año publicó un libro, *"El mundo como espacio y tiempo",* donde con mayor simplicidad comentaba las soluciones de Einstein y de De Sitter y exponía sus ideas respecto al universo.

En 1924 publicaba, en la misma revista que lo hizo en 1922, *"La posibilidad de un mundo con curvatura negativa" (7)* su último artículo al respecto.

Los trabajos de Fridman tuvieron poca repercusión en aquellos años, en el exterior realmente pasaron prácticamente desapercibidos.

En Rusia la situación política e ideológica del momento no eran favorables para este tipo de estudios, que no se correspondían con la corriente oficial.

Los estudios de Cosmología se asociaban a la ciencia burguesa, al oscurantismo clerical y a ideas de enemigos saboteadores del frente cultural científico y económico ruso.

La temprana muerte de Fridman, en 1925 a los treinta y siete años, le evitó vivir un período de terror masivo que el totalitarismo instituyó en su país.

La falta de libertad de pensamiento, incluso en el aspecto científico, la sufrieron diversos amigos y seguidores de Fridman:

M. P. Bronshtein fue arrestado y fusilado.

L. D. Landau tuvo graves problemas.

Otros, como G. A. Gamov, tuvieron que exiliarse.

Y diversos compañeros suyos de la universidad y algunos astrónomos murieron en los campos de concentración.

Estas circunstancias provocaron que los trabajos de Fridman permaneciesen menospreciados y olvidados durante muchos años.

Einstein, que recibió las publicaciones, le replicó su primer artículo y luego tuvo que aceptar su propia equivocación.

Sin conocer las publicaciones de Fridman, el abad belga Georges Lemaître trabajó con relación a la resolución de las ecuaciones de la Teoría General de la Relatividad y en la concepción de un Universo *temporalmente finito* y *espacialmente en expansión.*

Pero las pruebas inequívocas del estado de expansión del Universo se obtuvieron por la vía de la observación.

Fue Hubble en 1923, quien percibió que algunas de las *pequeñas nebulosas* (que hasta el momento solamente servían para despistar a los buscadores de cometas y que impulsaron la realización del catálogo Messier) en realidad eran ***galaxias*** *compuestas por miles de millones de estrellas.*

Unos años más tarde y de nuevo Hubble, aportó la prueba de que las citadas galaxias estaban alejándose unas de otras, y que lo hacían con una velocidad proporcional a la distancia que las separaba.

Este hecho cambió completamente el concepto que se tenía hasta ese momento del Universo e inició un nuevo período en la investigación del Cosmos.

Todos estos cambios no llegaron a alterar el

paradigma del "Principio Cosmológico" que supone un Cosmos:

-Completamente homogéneo, a grandes escalas.

-Que es isotrópico desde cualquier punto, que carece de frontera y de centro y que cualquier punto del Cosmos es su centro, siempre considerando grandes escalas.

5.- Las acepciones del término "isotrópico"

Las Matemáticas son sin duda alguna una de las "herramientas" más útiles que ha desarrollado la Humanidad.

¿A qué nivel de desarrollo hubiésemos llegado sin las posibilidades que nos han proporcionado las Matemáticas?

Pero cuanto más compleja y potente es una "herramienta" necesita de un uso más cauto y precavido.

Los fenómenos de la naturaleza los expresamos mediante ecuaciones matemáticas, pero estas ecuaciones presuponen una serie de condiciones e *"hipótesis de inicio"* que deben permanecer intrínsecamente unidas a dichas expresiones matemáticas para su correcta utilización.

Por ejemplo, una ecuación que relacione algunas variables termodinámicas, deducida para una *"transformación adiabática"*, es decir, para un proceso sin transferencia de calor, no es aplicable si no se cumple esta condición.

En la ecuación no aparece explícitamente este condicionante; pero en tanto hagamos uso de ella debemos tener muy presente las hipótesis para las que se dedujo, de lo contrario, los resultados que obtendremos de su aplicación serán incorrectos.

Los conceptos deben preceder y acompañar necesariamente al planteamiento matemático.

Por ello hay que designar los conceptos de forma totalmente inequívoca.

Terminología:

Para el cometido que nos hemos propuesto iniciaremos diferenciando y explicando una serie de términos que poseen varias acepciones y cuya diferenciación pienso que debe quedar perfectamente clara.

En el planteamiento tanto descriptivo como matemático se utilizan los calificativos de **"homogéneo"** e **"isotrópico"**, cuando se refieren a las características del Cosmos.

Es esencial diferenciar e identificar bien las variantes de las distintas significaciones de estos términos ya que pueden causar graves confusiones con desafortunadas consecuencias, al no ser utilizadas de forma coherente y apropiada sus distintas acepciones.

En el primer caso, para el calificativo de *"homogéneo"*, distinguiremos entre las características de la **homogeneidad matemática** y de la **homogeneidad física.**

Para el término *"isotrópico"* diferenciaremos entre tres modalidades, el **isotropismo matemático,** el **isotropismo central,** y el **isotropismo total.**

-Homogeneidad matemática:

Con relación al Cosmos, debemos entender a "*la homogeneidad matemática"* como la propiedad que permite que la descripción de un fenómeno físico "*no dependa de la situación del origen de coordenadas",* ni del *"momento en que se inicie a contar el tiempo".*

-**Homogeneidad física:**

La *"homogeneidad física"* reconoce la homogeneidad matemática y supone que a grandes escalas, las características y propiedades medias son idénticas en todas las partes del Cosmos.

De esta forma, *"la densidad media del Cosmos es idéntica"* en todas las partes del mismo.

Esta densidad varía con relación al tiempo, como consecuencia de la dinámica cósmica, pero lo hace de forma similar en todas las partes.

Esta propiedad permite establecer que la masa de la parte del Cosmos encerrada por una gran esfera es proporcional al volumen de dicha esfera.

Es decir, la masa de una parte del Cosmos es proporcional al radio elevado al cubo de la esfera

que la envuelve.

Y que expresaremos:

$$M = K R^3$$

o bien $$M \propto R^3$$

-Isotropismo matemático:

Debemos entender a *"la isotropía matemática"* como a la propiedad de las ecuaciones implicadas en determinado proceso de permanecer invariantes ante una *"rotación del sistema de coordenadas".*

Esta modalidad de isotropía está implícita en la concepción del Cosmos, pero es insuficiente, dado que es necesario introducir además la forma de distribución de la materia y de las propiedades físicas.

Y es ahora cuando se puede crear una gran confusión, por un *problema semántico,* al utilizar el mismo termino "**isotrópico**" para designar dos conceptos distintos que deben ser diferenciados.

-Isotropismo central:

Es una consecuencia de la *"distribución de las propiedades según una simetría esférica"*.

Lo que implica que las densidades medias sean idénticas para distancias iguales a un determinado punto, que es el centro de la simetría esférica y además el centro de gravedad del conjunto.

Las distribuciones de masas que obedecen a una *"isotropía central"* o *"isotropía puntual",* tienen propiedades que simplifican mucho el cálculo de la fuerza gravitatoria que ejerce la totalidad de las masas distribuidas sobre una de las masas de dicho conjunto, como vimos:

-"*La atracción gravitatoria entre todo un conjunto de masas distribuidas isotrópicamente alrededor de un punto y una de las masas en particular, es equivalente a la atracción de todas las masas encerradas por la superficie esférica cuyo centro es el centro de isotropismo y cuyo radio es igual a la distancia entre dicho punto y la masa en particular, supuesta toda esta masa del interior de la esfera emplazada en su centro".*

-*"Las fuerzas gravitatorias del resto de masas externas a la esfera citada se anulan unas con respecto a las otras".*

En lo sucesivo a la citada esfera la designaré *"esfera gravitacional"*.

En un **sistema isotrópico puntual** de distribución de masas (ver Fig. 1) se produce un **campo vectorial central** de fuerzas gravitatorias, cuyas **líneas de campo** son rectas que concurren en el **centro de isotropía**, los módulos de los *vectores de fuerza* dependen de la distancia al centro del campo y únicamente son función de dicha distancia.

Su valor viene expresado por:

$$F = G \frac{Mm}{R^2}$$

Siendo "m" una masa unitaria.

Asociado a este campo vectorial existe un **campo escalar** también de tipo central y con simetría esférica que representa las **energías potenciales** producidas por el campo de fuerzas en cada punto y cuyo valor viene definido por:

$$\mathbf{Ep = - G M m / R}$$

Es decir, cuando nos acercamos o alejamos del centro, la energía potencial varía.

Esto determina que las superficies de nivel o equipotenciales sean superficies esféricas con centro en el centro de la isotropía puntual.

A este campo escalar de **energías potenciales** le corresponde un campo vectorial con simetría esférica, el **campo gradiente** de las energías potenciales (∇ **Ep**).

Con el valor ∇ **Ep** = - F

Cuando nos desplazamos sobre una superficie esférica con centro en el *centro de isotropía* nos moveremos sobre una *superficie equipotencial* y no habrá variación de la energía potencial en dichos desplazamientos.

-Isotropismo total:

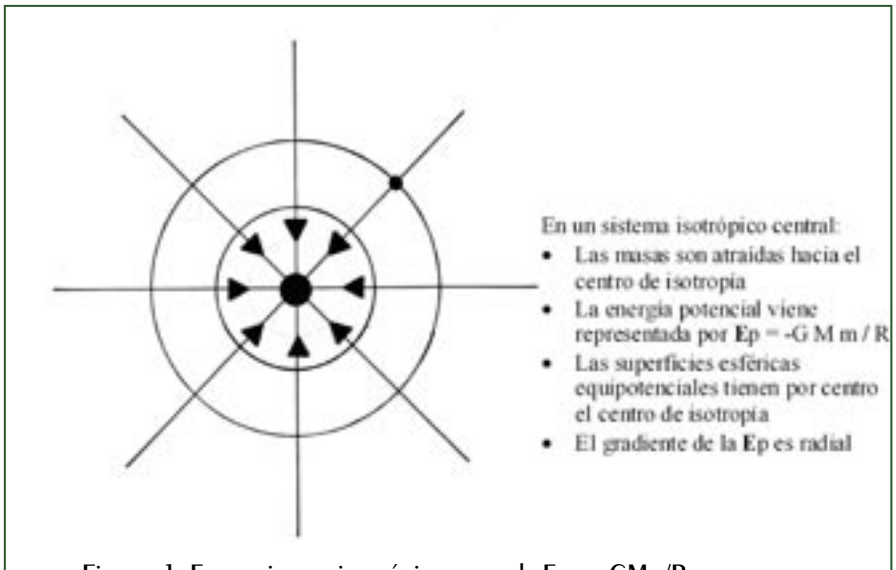

Figura- 1. En un sistema isotrópico central Ep =-GMm/R

El Principio Cosmológico supone un **Cosmos que es isótropo** pero no solamente entorno a un único punto, como en el caso de la isotropía central, sino con unas propiedades muy específicas y generalizadas:

-Todos los puntos del Cosmos son centro de isotropía.

-No existen en el Cosmos puntos con características diferentes.

-Todo punto es igual a otro punto, por lo que el Cosmos no puede tener ni centro ni puntos límite.

-Desde cualquier punto, mires hacia donde mires, todo es idéntico.

-El Cosmos no tiene un centro, más bien todos los puntos del Cosmos son su centro.

En un **sistema isotrópico total,** como propone el *Principio Cosmológico* (ver Fig. 2), *totalmente homogéneo* e ***isotrópico desde todos sus puntos*** y en que *cada punto es idéntico a cualquier otro,* analizado de forma Newtoniana, es diferente.

-Las características de los campos de fuerza son distintas al caso anterior:

En el caso de la *isotropía puntual* la masa (m) es atraída hacia el centro de isotropía.

En la hipótesis de la *isotropía total* es la masa (m) quien es isotrópicamente atraída en todos los sentidos con una resultante de fuerzas nula sobre ella.

-Con relación a la energía potencial la situación también es completamente distinta:

En el caso de la *isotropía puntual* la energía potencial (Ep) dependía de la distancia al centro de isotropía.

En la hipótesis de la *isotropía total* no existe dicha relación ya que todos los puntos poseen la misma energía potencial, por la propia definición.

No importa en el sentido en que nos desplacemos, lo haremos siempre sobre una línea equipotencial, dado que todos los puntos son idénticos.

Por todo lo dicho es evidente que ***no puede haber gradiente de energía potencial*** en ninguno de los sentidos.

Si hubiese un gradiente de energía potencial en una determinada dirección *no sería lo mismo "mirar"* en el sentido en que *crece el potencial* que mirar en sentido contrario. Lo que se opondría a la hipótesis de partida.

Por ello es incuestionable que en las condiciones de **isotropía total** (la isotropía propuesta por el *Principio Cosmológico),* y con una visión Newtoniana el *gradiente de la energía potencial es nulo* y que *la energía potencial* es *idéntica* en todos sus puntos.

Y en consecuencia **la fuerza atractiva valdrá cero**.

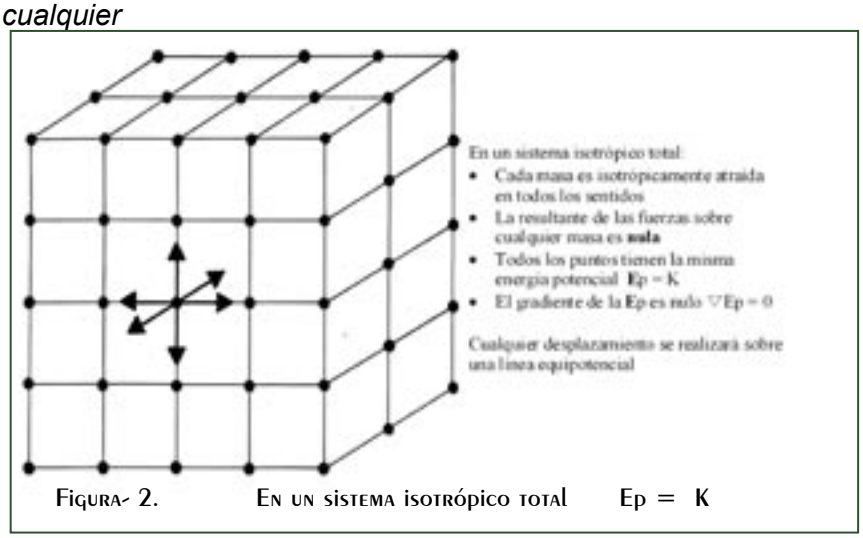

Figura- 2. En un sistema isotrópico total Ep = K

Las expresiones correctas para un *sistema isotrópico total* Newtoniano son:

-Gradiente de la energía potencial nulo. ∇ **Ep = 0**
-La fuerza atractiva **F = -** ∇ **Ep = 0**
-La energía potencial es constante **Ep = K**
-La energía total es constante **Ep + Ec = E**
-Lo que implica que la energía cinética **Ec = k**

En consecuencia, bajo las premisas establecidas *del Principio Cosmológico* **la energía cinética necesariamente debe mantenerse constante** dado que no puede intercambiarse con la energía potencial y por lo tanto la velocidad también es constante:

V = Constante

En los tratados sobre "*La Teoría de Campos*" esta faltando un capítulo aclaratorio dedicado a los campos gravitatorios en un medio con una distribución *"totalmente isotrópica"* de masas, como propone el *Principio Cosmológico*.

Una mezcla peligrosa:

Como veremos, el uso del término "*isotrópico"* en las ecuaciones, sin la diferenciación que hemos realizado en los párrafos anteriores, distinguiendo entre el *"isotropismo central"* y el *"isotropismo total",* puede ser la base de un infortunado equívoco y de falta de de claridad conceptual.

6.- "Sobre la curvatura del espacio".

Fridman en 1922 escribe el articulo **"Sobre la curvatura del espacio",** en el cual entiende por "**espacio**" al conjunto de las tres dimensiones espaciales, y por "**mundo**" al conjunto de las tres dimensiones espaciales mas la dimensión temporal.

Él nos recuerda como Einstein, en sus trabajos sobre Cosmología, había obtenido lo que se designa por "**un mundo cilíndrico**", dado que el "**espacio**" es constante, e **independiente del tiempo.**

También nos recuerda como de Sitter partiendo de las ecuaciones de Einstein obtiene un "**mundo esférico**" en el cual no solamente el "**espacio**" sino al "**mundo**" se le puede asignar una curvatura constante.

En el citado artículo Fridman parte de la "**ecuación tensorial**" de Einstein:

$$R_{ik} - 1/2\, g_{ik}\, \overline{R} + \lambda\, g_{ik} = -k\, T_{ik} \qquad (i, k = 1, 2, 3, 4),$$

A la que aplica las siguientes suposiciones:
- Los potenciales gravitacionales obedecen el sistema de ecuaciones de Einstein.
- La constante cosmológica puede valer cero.
- Las velocidades de las masas gravitatorias son muy pequeñas en comparación con la velocidad de la luz.
- La curvatura del "mundo" es la misma en todos los puntos y puede variar con el transcurso del tiempo.
- La coordenada temporal es ortogonal a las coordenadas espaciales.

Con estos supuestos Fridman obtiene:

Como un caso particular, la solución estática **del mundo cilíndrico** de Einstein, con un **radio de curvatura** proporcional a la **masa total del espacio**.

Asimismo, como otro caso particular, el **mundo estático y esférico** de Sitter, para una **masa total del espacio igual a cero**.

Pero su gran novedad radica en proponer **un mundo variable** donde **la curvatura del espacio es función del tiempo.**

El tipo **de mundo variable** tiene diversos casos posibles de comportamiento, según la variación del radio de curvatura en función del tiempo; puede crecer indefinidamente; puede crecer hasta un tamaño para luego decrecer; puede variar incluso según un periodo.

Todas estas posibilidades en la variación del radio de curvatura dependen de **la densidad del mundo.**

En el desarrollo de las ecuaciones de Fridman hay un hecho que llama nuestra atención:

Las ecuaciones obtenidas son del **tipo Newtoniano** que tienen sentido en campos **con isotropía central**.

Se obtienen ecuaciones similares a las que

se hubiesen obtenido a partir de la mecánica Newtoniana en campos con isotropía central.

Y esto nos proporciona la siguiente reflexión:

Si las cosas ocurren como si el Cosmos, como un todo, tuviese simetría central, y se rige por ecuaciones que tienen sentido en campos con simetría central, entonces ¿Por que descartar la hipótesis de que el Cosmos realmente posee simetría central, es decir tiene un único centro de gravedad?

7.- El ocaso de un paradigma

Esta nueva idea de Cosmos, pienso que presenta posibilidades muy interesantes.

La sustitución propuesta supone un cambio drástico en el "*paradigma vigente"*, dado que ello implica la existencia de un único centro de isotropismo y consecuentemente la admisión de un "**centro del Cosmos**".

El Cosmos adquiere forma, tiene simetría esférica y es homogéneo. A grandes escalas es una esfera homogénea con centro y deberá tener frontera para no ser infinito.

Esta afirmación no presupone el que nosotros, la Tierra, ni el Sol, ni nuestra propia galaxia tenga el privilegio de ocupar ese centro.

Además las ecuaciones referidas al Cosmos en que haya energías potenciales gravitatorias e intercambios de energía potencial con energía cinética, etc. se entenderán siempre con relación a dicho **centro del Cosmos**.

Esta concepción del Cosmos **supone un cambio rotundo del paradigma establecido** que nos puede ayudar a comprender algunos de los problemas presentes pero que establecerá nuevos retos y más interrogantes.

Un cambio de paradigma normalmente debería trastocar gran parte de la arquitectura matemática consecuente, aunque éste no es el caso, ya que **gran parte de los desarrollos matemáticos albergan implícitamente las consideraciones que ahora exponemos explícitamente**.

8.- Un paso adicional en el nuevo paradigma

Una vez realizada la sustitución del **isotropismo total** por el **isotropismo central**, ¿Es realmente necesario que entre en escena la **enigmática energía oscura** para provocar **la expansión acelerada del Cosmos**?

Se deben buscar y se pueden encontrar explicaciones mucho más simples que den sentido a la "expansión acelerada del Cosmos" sin necesidad de recurrir a fuerzas exóticas como lo es la última fuerza introducida, "la energía oscura". ¿A qué tipo entre las cuatro interacciones conocidas la asociamos? ¿O debemos introducir una quinta interacción además de la "*Gravitatoria*", la "*Nuclear fuerte*" la "*Nuclear débil*" y la "*Electromagnética*"?

Debemos recordar que **nadie ha medido** "*aceleraciones en la expansión del Cosmos*", que realmente el fenómeno observado y que ha sido constatado es "*la correspondencia no lineal entre las velocidades de recesión y las distancias*".

La "*expansión acelerada del Cosmos*" es una simple hipótesis para interpretar el fenómeno observado.

Por lo dicho, queda abierto el abanico a posibles interpretaciones del fenómeno observado, interpretaciones que no deben ser vacías y como mínimo deben apoyarse y fundamentarse en indicios o argumentos razonados.

Además, cuanto más simple sea la interpretación de un fenómeno tanto más probable es que éste se ajuste a la realidad. Esta aseveración se puede expresar de muchas formas distintas pero siempre encierra la misma idea, que se conoce como "**la navaja de Ockham**".

En la línea que venimos siguiendo ya hemos alterado el Principio Cosmológico, al sustituir en él la **isotropía total** por la **isotropía central,** ahora vamos a dar un paso adicional y añadir una nueva alteración. Vamos a sustituir la supuesta "**distribución homogénea de masas del Cosmos**" y consecuentemente de su densidad, por una "**distribución isotrópica no homogénea de masas"**.

Es decir, estamos ante un Cosmos esférico, con su centro, donde las características y en consecuencia la densidad, son idénticas para aquellos puntos que equidisten del centro de isotropía y que podrán ser distintas para puntos no equidistantes, es decir, dependerán del radio.

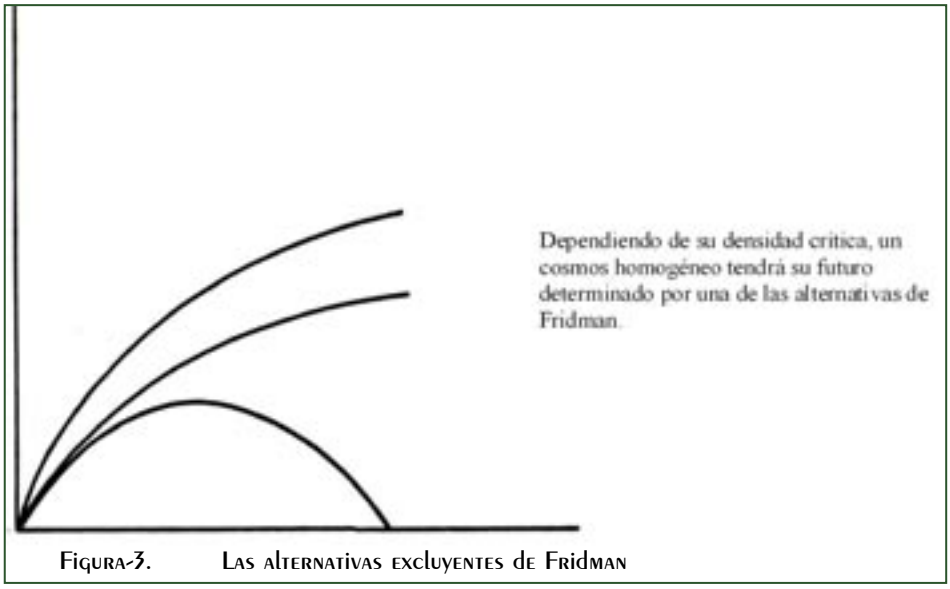

Figura-3. Las alternativas excluyentes de Fridman

Esta simple hipótesis **convierte en innecesaria a la energía oscura** como veremos posteriormente.

De momento vamos a retornar a las tres alternativas de Fridman (ver Fig. 3):

-Si la densidad es mayor que un valor crítico, tras un tiempo, el Cosmos detendrá su expansión e invertirá su movimiento concluyendo en un gran colapso.

-Si su densidad es menor del valor crítico su expansión seguirá sin límite.

-En el caso de tener una densidad precisamente idéntica a la crítica, el Cosmos adquirirá esa posición límite entre los dos estados anteriores.

Debemos advertir que estas alternativas propuestas por Fridman son excluyentes, de producirse una de ellas las otras dos quedan descartadas.

Veamos ahora un ejemplo esclarecedor en el paradigma que hemos propuesto de un Cosmos con **isotropía central** y con distribución de masas de forma **isotrópica no homogénea** (ver Fig. 4).

Debo aclarar que en algunos de los párrafos siguientes hablaré de “densidad gravitacional”, con ello pretendo diferenciar en un sistema isotrópico la densidad de una región de la densidad responsable del frenazo de un cuerpo. Denomino “densidad gravitacional” al resultado de dividir toda la masa del interior de la esfera por su volumen, esfera que tiene por centro al centro de isotropía y por radio la distancia del centro al punto en cuestión.

Supongamos que a partir del centro de isotropía la “densidad gravitacional” es mayor que la crítica hasta un determinado radio que le llamaremos “R1”, a partir de “R1” y hasta la distancia “R2” vamos a suponer que la “densidad gravitacional” coincide con la densidad crítica y que a partir del radio “R2” la “densidad gravitacional” es menor que la crítica.

Es obvio que en estas condiciones, e independientemente de que la densidad media total del Cosmos fuese mayor, menor o igual a la crítica, se producirían las tres alternativas de Fridman simultáneamente. La parte interna del Cosmos colapsaría, la parte más externa se expandiría indefinidamente y la parte intermedia se expandiría de forma asintótica, tendiendo a velocidad cero.

Los escenarios se pueden complicar en el caso de que situemos las densidades gravitacionales menores a la crítica en la parte interior, las cuales tenderán a expandirse indefinidamente y situemos a las densidades gravitacionales mayores a la crítica en las partes más alejadas, consecuentemente sometidas a un colapso.

Estos ejemplos nos sirven para mostrar esos escenarios extremos y por tanto las situaciones hipotéticas tan diversas que pueden acontecer al sustituir la distribución homogénea de masas del Principio Cosmológico por una distribución isotrópica no homogénea de masas.

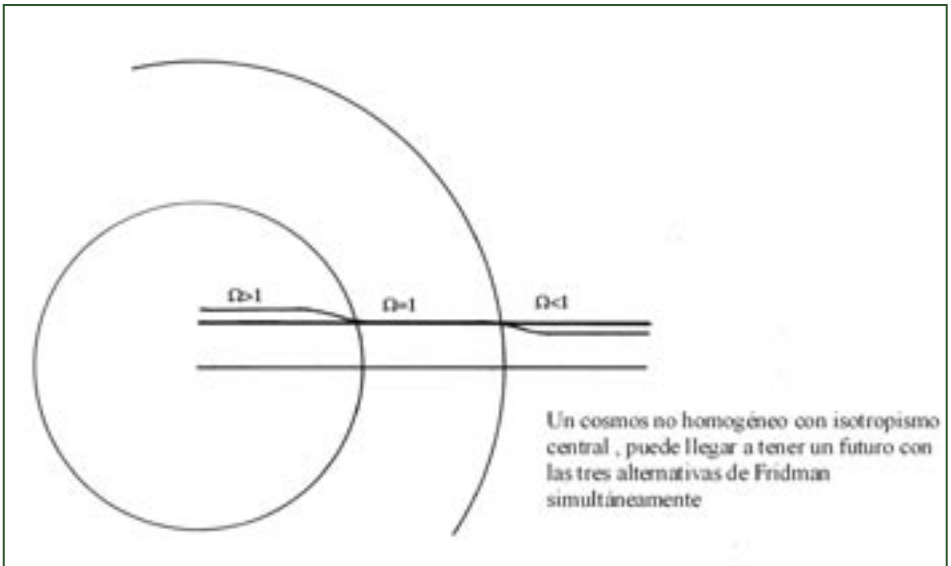

Figura-4. Posibilidades en un Cosmos no homogéneo isotrópico

9.- Un centro de expansión

En esta nueva concepción del Cosmos que estamos presentando, **consecuencia de haber introducido la isotropía central**, sí que hay que considerar la existencia de **un punto central** para la expansión cósmica. No obstante cada observador seguirá percibiendo que él es el centro de la expansión.

Para ilustrar esta afirmación supongamos que tomamos tres esferas:

-A la primera le hacemos un fino taladro hasta el centro, le adherimos allí en el centro un hilo y la suspendemos (ver Fig.5).

-A la segunda la adherimos al extremo de un hilo y la suspendemos.

-A la tercera la situamos apoyada sobre la mesa (ver Fig.6).

Si sometemos las tres esferas a un calentamiento progresivo y uniforme se producirá en consecuencia su dilatación. Cualquier molécula de cualquiera de las esferas "se verá" que es centro de una expansión de su esfera, independientemente de que el verdadero centro de expansión sea en el primer caso el centro de la esfera, en el segundo la parte superior de la esfera de donde se ha suspendido y en el tercer caso el punto de apoyo sobre la mesa.

El Cosmos propuesto tiene un verdadero centro de expansión, que debe coincidir con su único centro de isotropía.

En el Cosmos de este tipo, que lo podemos suponer formado por estratos esféricos, como capas de cebolla en expansión, los estratos más externos estarán ocupados por los objetos de mayor velocidad de separación del centro de isotropía.

A su vez estos estratos para que hubiesen mantenido la homogeneidad en la distribución de masas necesitan que la cantidad de masa sea proporcional al cuadrado del radio, es decir, al cuadrado de la velocidad de expansión.

10.- La alternativa a la energía oscura

En el **"modelo de Cosmos***" que venimos defendiendo, la* **"causa"** *de la* **"aparente expansión acelerada"** *queda explicada de forma sencilla sin recurrir a consideraciones extrañas.*

Hemos propuesto **un modelo de Cosmos** *que tiene* **un único Centro***, está estructurado según* **estratos esféricos** *y toda su parte másica se encuentra limitada en una esfera central al que llamamos* **Núcleo** *(ver Fig.7).*

Además tiene una capa que envuelve al Núcleo donde no existe materia, pero sí las radiaciones electromagnéticas *(continúa en la página 25)*

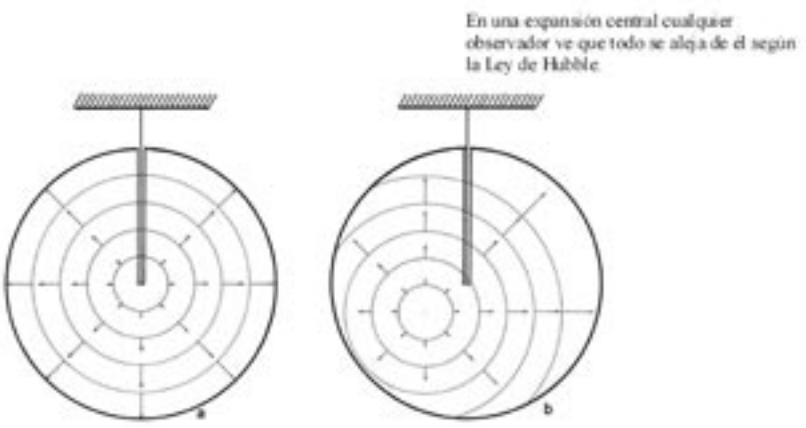

Figura-5.La expansión centrada de una esfera

como lo es el **Fondo Cósmico de Microondas**.

En éste modelo el Cosmos tiene otra capa, todavía mas externa, el **Ultrafondo Gravitacional**, *donde no han llegado ni la materia ni las radiaciones pero sí los campos gravitatorios, presentes desde el "Tiempo de Planck" y que "no fueron confinados" como les ocurrió a los fotones durante cerca de cuatrocientos mil años.*

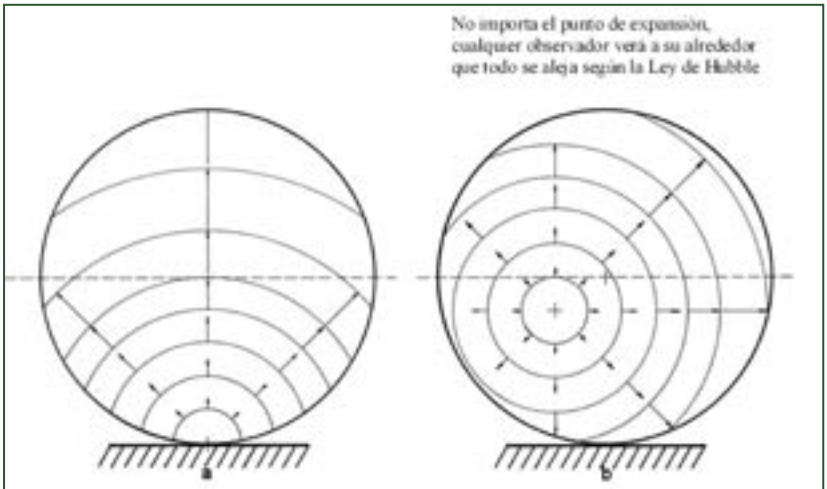

Figura-6. La expansión no centrada de una esfera

El *Núcleo del Cosmos:*

Es la parte con masa. Formada por las galaxias, las estrellas, el polvo, el gas y toda partícula con masa.

Podemos imaginar en principio "tres tipos posibles de Núcleo", según "la pauta en su distribución de masas":

-Un núcleo "homogéneo", cuya densidad **no varía** *con el radio.*

-Un núcleo "no homogéneo, pero con isotropía central" cuyas densidades **varían según una distribución con simetría esférica**.

-Un núcleo "irregular" y cuya distribución de masas es completamente **arbitraria**.

Entre estas tres posibilidades teóricas, el modelo de un **"Núcleo no homogéneo con isotropía central"** *es el más simple que encaja con las observaciones realizadas en las Supernovas "Ia", ya que los valores de la Constante de Hubble varían con la distancia.*

Este modelo esclarece y da sentido de forma sencilla a las observaciones premiadas por la Fundación Gruber en 2007 y con el Premio Nobel en 2011, pero nos obliga a que demos una interpretación distinta.

Las citadas observaciones aportan elementos a favor del "paradigma que defendemos", en particular del modelo de Núcleo no homogéneo con isotropía central como expondremos.

La dinámica en un Núcleo no homogéneo con isotropía central

Ya vimos un ejemplo extremo, donde la región masiva del Cosmos, es decir, partes del Núcleo pueden simultáneamente tender a desenlaces distintos. A diferencia de las propuestas de Fridman donde todo el Cosmos tendía al mismo fin.

Diríamos que el "Núcleo del Cosmos" tiene la posibilidad de fragmentarse en una esfera interior y en dos estratos esféricos, cada uno con una dinámica y un desenlace distinto.

Figura-7. El Cosmos según el nuevo paradigma

Este caso, aunque teóricamente posible, no tiene porqué producirse, todo dependerá de la distribución real y de los valores de las densidades cósmicas.

Sin llegar al citado caso extremo se pueden estudiar distribuciones de masa que pueden explicar las anomalías observadas entre las velocidades de recesión y las distancias medidas.

El frenado gravitatorio en este modelo

Independientemente del desenlace que le espere

al Núcleo del Cosmos, sea idéntico para su totalidad o "fragmentado" con finales diversos, y del momento en que nos encontramos dentro de ese proceso, una variación de la densidad al variar el radio proporciona *"un frenado gravitacional distinto"* del obtenido para un caso de homogeneidad en la distribución de masas (ver. Fig.8).

El *valor del frenado* en cada punto dependerá de la masa y del radio de la *"esfera gravitacional"* que lo atraiga. Esta magnitud no crecerá de forma proporcional al radio, sino que lo *hará de una forma no lineal*.

Los distintos grados de frenado, según las distancias al "Centro", serán los responsables de que las velocidades de recesión no sean proporcionales a las respectivas distancias y consecuentemente nos proporcionen una Constante de Hubble dependiente de la distancia, y no acorde con la Cosmología Estándar, y por tanto la falsa percepción de una "aparente expansión acelerada".

Se comprende fácilmente, con este modelo, que las discrepancias obtenidas entre velocidades de recesión y las distancias de ciertos objetos estén causadas por el particular tipo de frenado gravitacional expuesto.

Es decir, según este modelo "la energía oscura es innecesaria".

La *"aparente expansión acelerada",* así como una teoría del Cosmos *"con períodos de frenado y de aceleraciones",* en realidad es consecuencia de una no correcta interpretación del hecho que el frenado *no sea proporcional al radio*.

Una propuesta de investigación:

Estas *"desviaciones en el frenado gravitatorio"* se pueden y deben utilizar para determinar *"la variación de densidad del Cosmos"* en función de la distancia a su centro geométrico.

Se espera que la medida cada vez mayor de pares independientes "*distancia-recesión",* en multitud de sentidos distintos del Cosmos, puedan determinar estos estratos en el Cosmos con densidades distintas y establecer una *anisotrópica bipolar gravitacional* que percibiremos con relación a nosotros, al no encontrarnos en el centro, y consecuentemente a empezar a determinar nuestra posición con relación al Centro de isotropía, es decir con relación al Centro del Cosmos.

De esta forma ha quedado justificada la aseveración que hicimos:

Figura-8.El Núcleo del Cosmos según el nuevo paradigma

Si se prescinde del "Principio Cosmológico" se deduce que ***"la energía oscura es innecesaria".***

11.- Un nuevo Paradigma

Como conclusión podemos afirmar:

-Existe un problema semántico al utilizar el término "**isotropía**" para dos conceptos muy distintos. Los conceptos de "**isotropía central**" e "**isotropía total**" deben ser claramente diferenciados.

-El Principio Cosmológico estricto **nos obliga a introducir la energía oscura** para explicar la aparente expansión acelerada del Cosmos.

-Sin embargo, **la presencia de in-homogeneidad** a escala cosmológica relevante podría hacer que la introducción de **la energía oscura sea innecesaria**.

-Se propone **un nuevo paradigma**:

*El Cosmos **no es homogéneo**, y **tiene isotropía central**.

*La parte masiva del Cosmos **no es homo-**

génea, y **tiene isotropía central**.

*Los estratos **no homogéneos** crean **frenados no lineales**.

*Los **frenados no lineales** son la causa de la **no linealidad distancias-velocidades de recesión.**

*La **expansión acelerada del Cosmos no existe**, siendo una incorrecta interpretación de un frenado no proporcional a la distancia.

-NOTAS FINALES

Debemos tener presente que la propuesta mostrada supone dos cambios drásticos en la concepción del Cosmos según el Principio Cosmológico:

-De un Cosmos en el que todo punto es idéntico a otro y en que todos sus puntos son centro del Cosmos, a **un Cosmos con un único centro de masas.**

-La sustitución de **una distribución homogénea de masas**, a un Cosmos **con in-homogeneidades** en su distribución de masas.

Pero esta falta de homogeneidad en la distribución de las masas alberga un abanico amplísimo de posibilidades. Desde el caso más regular y simple en que la distribución de masas conserva una simetría esférica, es decir una isotropía con relación al centro de masas, al extremo completamente opuesto en que la distribución de masas es completamente irregular.

Entre esas opciones extremas, podemos imaginar multitud de alternativas intermedias con determinadas leyes de distribución, como pueden ser las reparticiones alrededor de un eje de giro, las distribuciones con otras formas de simetría, las in homogeneidades locales etc.

En la propuesta presentada he utilizado el caso que supone la mayor simplicidad y la mejor aproximación al caso del que partíamos, establecido por el Principio Cosmológico. Esta alteración mínima viene reflejada en **la no homogeneidad conservando la isotropía central**.

Solamente, mediante la utilización de los medios apropiados y con una dedicación suficiente, se podrá en el futuro, calcular el modelo de distribución de las masas del Cosmos a partir de una relación exhaustiva de pares **distancia-velocidad de recesión.**

En el caso de que la distribución de masas presente cierta regularidad, la **presencia de anisotropías dipolares** quizás pueda ayudar a situar **nuestra posición en el Cosmos.**

Nuestra conclusión, de que **la energía oscura no es necesaria** para explicar las relaciones "*recesión-distancia*" observadas, en principio no nos permite negar rotundamente su existencia. Ésta podría desempeñar una función complementaria o ser necesaria para argumentar otros fenómenos astrofísicos.

El desarrollo de la presente memoria se ha realizado de forma totalmente independiente, sin la influencia de ningún trabajo ajeno, respecto a la no necesidad de la energía oscura como manera de justificar las observaciones que han inducido a suponer la expansión acelerada del Cosmos.

En los momentos finales de la presente redacción, a partir del artículo de George Ellis (8) y las referencias que allí se detallan, he sabido de la existencia de un grupo de investigadores, que utilizando caminos distintos han desarrollando ideas similares, con relación a la no necesidad del postulado de la energía oscura.

G.Ellis en su artículo llega a la conclusión de que la aparente expansión acelerada del Cosmos, a partir de los datos obtenidos de las supernovas "Ia", puede ser consecuencia de una in-homogeneidad a gran escala y no de la energía oscura.

Supongo, que en no mucho tiempo, con la obtención de los datos necesarios y con su procesamiento, cambiará totalmente el concepto que actualmente poseemos del Cosmos, y probablemente localicemos el lugar que en él ocupamos.

11.- Referencias

(1) Albert Einstein "Zur Elektrodynamik bewegter Körper"
"Sobre la electrodinámica de cuerpos en movi-

miento". Annalen der Physik 17 (1905)
(2) A. Einstein "Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie". (El fundamento de la Teoría General de la Relatividad). Annalen der Physik (1916)
(3) Saul Perlmutter y otros (Supernova Cosmology Project) "Measurements of Omega and Lambda from 42 High-Redshift Supernovae". Astrophysical J. 517 (1999)
(4) Adam Ries y otros (Supernova Search Team) "Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant. Astronomical J. 116 (1998)
(5) A.Einstein.*"Zur allgemeinen Relativitätstheorie," Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften (1915)*
(6) A.A. Fridman. "Über die Krümmung des Raumes".(Sobre la curvatura del espacio) - Zeitschrift für Physik (1922)
(7) A.A. Fridman. "Über die Möglichkeit einer Welt mit konstanter negativer Krümmung des Raumes" (La posibilidad de un mundo con una constate negativa de la curvatura del espacio) - Zeitschrift für Physik (1924)
(8) G. F. R. Ellis. "Inhomogeneity effects in cosmology" Classical and Quantum Gravity. 28 (2011) 164001

12.- Bibliografía

Cepa, Jordi (2007) - Cosmología física -Akal

V. J. Martínez, Enric Marco, (2005) -Astronomía fundamental-Universidad Valencia

Alan H. Guth (1997) -El Universo inflacionario-Debate

Steven Weinberg (1977) -Los tres primeros minutos del Universo-Alianza

Tony Hey (1987) –El Universo Cuántico –Alianza

León Garzón Ruipérez (1994)-Historia de la materia-Ediciones Nobel

F. Woodbridge (1961)- Física teórica-La línea recta

P. Pérez del Notario (1966)-Termodinámica-INTA

Sánchez del Río (1997) –Física Cuántica-Pirámide

Davies Paul (1984) –Superfuerza- Salvat

Salvaggio Santos, (1981)-Premios Nobel- Ramón Sopena

Manuel Alfonseca (1998)-Grandes Científicos de la Humanidad-Espasa Calpe

Moore Pete (2003) –Las grandes ideas que formaron nuestro mundo-Lisma

Einstein A., Infeld L. (1938) –La física, aventura del pensamiento- Losada

Einstein A. (1921) –El significado de la Relatividad-Planeta

Stachel John (2001)- Einstein 1905: un año milagroso- Critica

Isaacson Walter (2008) –Einstein: Su vida y su universo-Debate

Turrión J. (2001) –Einstein I. Diálogo Galileano-una Luna

J. A. de Azcárraga (2006)- En torno a Albert Einstein- Universidad de Valencia

A.A. Fridman (1922)-Sobre la curvatura del espacio-Zeitschrift für Physik

A.A. Fridman (1923)-El mundo como espacio y tiempo- URSS

A.A. Fridman (1924)-Un mundo con curvatura negativa-Zeitschrift für Physik

M.Heller, A Chernín -(1991) Los orígenes de la Cosmología –URSS

Pavía F. (2004)- mc^2 versus $m@^2$ –Revista HUYGENS Nº 49

Pavía F. (2010)- Dos cosas claras sobre la Energía Oscura –Revista HUYGENS Nº 87

Pavía F. (2011)- La incoherencia de Einstein y de Fridman –Revista HUYGENS Nº 90

Ellis G. -Inhomogeneity effects in cosmology, Clas. Quantum Grav. 28 (2011) 164001