

COSMOLOGIA

EL DESPLAZAMIENTO AL ROJO DE LAS GALAXIAS LEJANAS

¿FENÓMENO DOPPLER? ¿ESTIRAMIENTO DEL ESPACIO? ¿EFECTO ENERGÉTICO?

Francisco Pavía Alemany

pacopavia@terra.es

Este dilema en la interpretación del desplazamiento al rojo de objetos lejanos, puede zanjarse gracias a observaciones realizadas con otros fines y que solamente necesitan ser ordenadas conceptualmente para aclarar este conflicto.

Adelantamos que el resultado no se corresponde con lo académicamente correcto.

La espectroscopia, se ha revelado como una de las técnicas más útiles al servicio de la Astronomía.

Los espectros, con sus líneas brillantes, obtenidos de la luz del Sol, de otras estrellas o de lejanas galaxias, nos han proporcionado la identificación de los elementos químicos que componen dichos astros.

Las líneas oscuras en los espectros, nos han revelado la composición de las nubes frías, sobre las que se han reflejado o que han necesitado atravesar los rayos de luz, para alcanzarnos.

Las relaciones de intensidad, entre las líneas características de un elemento químico y las de otro, han servido para determinar la proporción que mantienen entre ellos, en el objeto en estudio.

La longitud de onda, de la banda del espectro con mayor energía, nos proporciona la temperatura del objeto observado.



VESTO MELVIN SLIPHER

Pero, por si esto fuera poco, Vesto Slipher amplió, toda vía más, la gran información que suministraban estas secuencias de líneas sobre el fondo multicolor.

En 1912, Slipher obtuvo el espectro de la "Nebulosa de Andrómeda", y al

observarlo percibió, por primera vez en la historia, que las líneas espectrales obtenidas pertenecían a elementos conocidos, pero estas no estaban situadas en su posición habitual, según se habían determinado en el laboratorio.

Sus longitudes de onda se habían acortado, se encontraban "*desplazadas en sentido del azul*". Esta sorpresa y su mentalidad científica lo motivó a buscar la causa de aquella anomalía.

Slipher emprendió la ardua labor de realizar dificultosas y larguísimas exposiciones, desde el Observatorio Lowell en Arizona, con el fin de ampliar sus investigaciones en este campo. Entre 1912 y 1925 obtuvo espectrografías de más de 40 "*nebulosas*". Hoy sabemos que en realidad se trataba de Galaxias espirales, mayoritariamente.

En todos estos casos constato, al contrario que en su primer hallazgo, que las longitudes de onda de las líneas características, eran mayores que las que les correspondían. Los espectros mostraban en todas las determinaciones que se habían "*desplazado al rojo*".

Christian Doppler había desarrollado la teoría que justifica la modificación de la longitud de onda, tanto para ondas sonoras como para luminosas, cuando existe una velocidad relativa entre el emisor y el receptor.

Con los citados espectros y los conceptos desarrollados por Doppler, pudo Slipher determinar la velocidad de aproximación o de alejamiento de estas "*nebulosas*".

También consiguió obtener espectros de zonas opuestas de la misma "*nebulosa*", con lo que logró determinar la *velocidad de rotación* de ellas.

Estos hallazgos de Slipher fueron utilizados por Hubble, en su descubrimiento de la expansión del Universo.

Posteriormente, a partir de las distancias a las galaxias, determinadas utilizando las “*Estrellas Cefeidas*”, Hubble pudo demostrar que las galaxias se separan entre ellas, con una velocidad proporcional a la distancia a la que están situadas.

Esta relación de separación, *velocidad-distancia*, se conoce por Constante de Hubble.

El valor de separación entre todas las partes del Cosmos, varía con el tiempo. El valor actual se aproxima a los 71 Km. / seg. Mpc.

Una vez determinada la Constante de Hubble el propio “desplazamiento al rojo” se convirtió en una técnica para medir distancias a las galaxias lejanas.

Para la mayoría de nosotros, la primera vez que oímos hablar del “*fenómeno Doppler*”, fue en alguna aula de física, donde nos explicaron el cambio de tonalidad que se produce, en el silbato del tren o en la sirena de una ambulancia, mientras se aproxima y cuando se aleja. *Era muy evidente el hecho, de que las ondas se acercan entre ellas en un caso y el que se separen en el contrario.*

Cuando sustituyeron las ondas sonoras por luminosas, lo comprendimos sin problema, el proceso mental era idéntico.

Considerando que el desplazamiento al rojo se deba al “*efecto Doppler*”, su magnitud depende de dos circunstancias en el tiempo:

- Del valor del “*vector velocidad del objeto emisor*” en el momento de producirse la emisión de luz.
- Del valor del “*vector velocidad del receptor*” en el momento de captar la anterior emisión de luz.

Nada mas interviene en el proceso, lo que ocurra entre estos dos instantes no afecta al resultado.

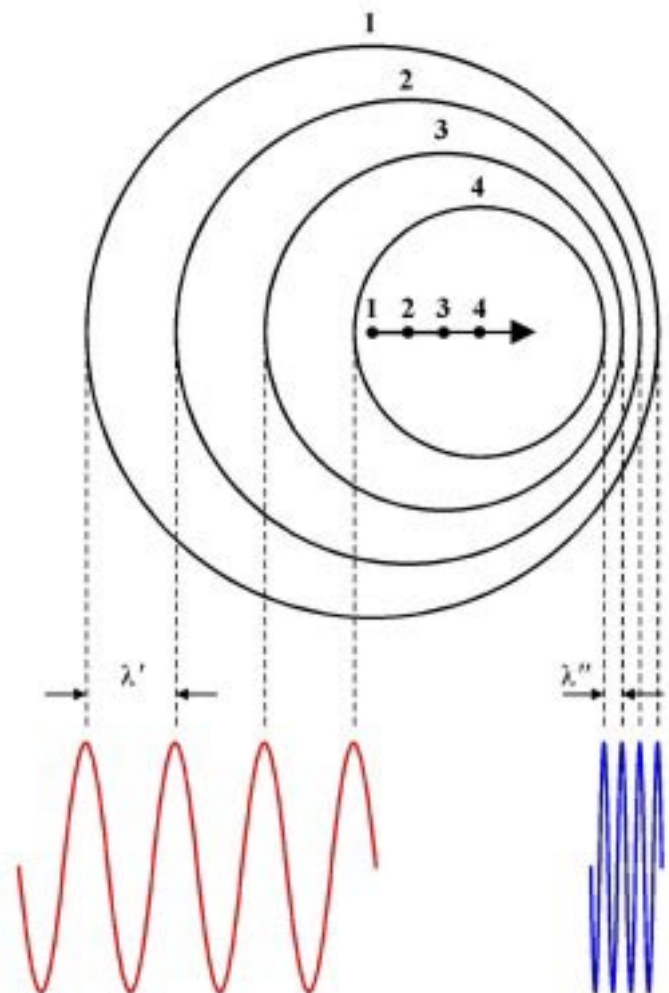
El “*modelo estándar de la cosmología*”, sin embargo, nos obliga a cambiar aquellos conceptos tan evidentes, que habíamos asumido sobre las ondas.

Nos enseña que *el desplazamiento al rojo* que observamos en las galaxias lejanas **no se debe al Efecto Doppler**.

Que es consecuencia de la dilatación del espacio y del consecuente “*estiramiento de las ondas luminosas*”.

“Las ondas se han alargado en la misma proporción que lo ha hecho la distancia entre galaxias, entre el momento de emisión y el de recepción de la luz”.

Esto no es exclusivo de la luz, lo mismo ocurre para cualquier otro tipo de radiación.



FUENTE EN MOVIMIENTO: LA FRECUENCIA DE LA FUENTE ES MENOR QUE LA OBSERVADA POR EL OBSERVADOR DEL CUAL SE ALEJA Y MAYOR QUE LA OBSERVADA POR EL OBSERVADOR AL CUAL SE DIRIGE
www.luenticus.org/articulos/03U006/azulrojo.jpg

Es decir la longitud de onda ha cambiado como lo ha hecho la “*escala del universo*”, o como ha variado la “*relación de la métrica*”, entre el momento de emisión y recepción.

En este supuesto, lo que afecta a la onda es el continuo cambio, las ondas se alargan de forma infinitesimal continuamente, durante todo el proceso.

Según esta concepción, el cambio de la longitud de onda se ha producido lentamente y durante todo el periodo transcurrido.

De forma muy distinta a la que asociábamos al efecto Doppler, donde los cambios de longitud de onda se producen en el momento de emisión o de recepción de la radiación.

¿Que ha motivado esta drástica sustitución, en la supuesta causa responsable de este fenómeno?

El abandono del efecto Doppler como explicación, se debe principalmente a tres circunstancias:

- Al *elevado desplazamiento al rojo* que presentan algunas galaxias lejanas, que es difícilmente explicable por el simple efecto Doppler.

Esta dificultad se puede salvar, considerando que a

enormes distancias y a velocidades de recesión elevadísimas, es necesario efectuar las correspondientes correcciones relativistas.

-Existe otra circunstancia perturbadora para “*el modelo estándar de la cosmología*”, el tener que buscar unas “*condiciones iniciales*” que justifiquen el hecho, por el cual las galaxias tienen una *velocidad de alejamiento* proporcional a la *distancia* a la que se encuentran.

Esta contrariedad se puede eludir, para ello simplemente hay que intercambiar la relación entre *causa* y *consecuencia*.

Las galaxias no tienen una velocidad de separación como consecuencia de estar a una determinada distancia.

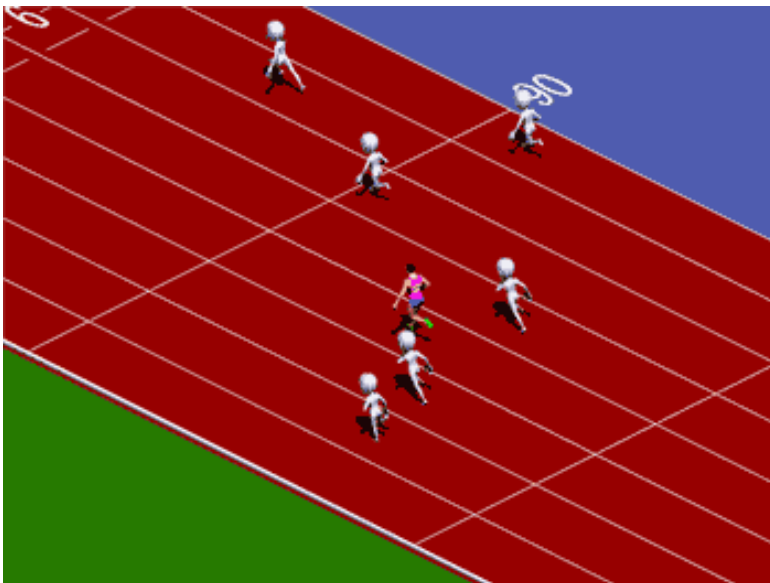
Están a una distancia como consecuencia de poseer una determinada velocidad de separación.

Es como si ante un grupo de corredores en competición, nos extrañásemos al descubrir casualmente que los situados más alejados de la línea de inicio, poseen mayor velocidad.

La causa es la velocidad, la distancia es la consecuencia.

-Pero lo que más molesta al “*modelo estándar*” de esta interpretación, es el hecho que puede inducir a intuir un sistema de referencia absoluto, que posea un centro de expansión, es decir “*el Centro del Cosmos*”, lo cual es totalmente incompatible con el *Principio Cosmológico*.

Analícemos la propuesta, del “modelo estándar”,



SPRINTER: 100 M. “LA DISTANCIA ES LA CONSECUENCIA.”

actualmente generalizado. Donde el corrimiento al rojo se debe al “*alargamiento de las ondas de acuerdo con la métrica de alejamiento de las galaxias*”.

En esta conjetura podemos establecer dos distintas circunstancias:

-**Que no exista emisión de energía durante el proceso.** En cuyo caso, dado que la energía de un fotón es inversamente proporcional a su longitud de onda y esta se ha alargado de forma proporcional a como lo ha hecho el espacio, consecuentemente el fotón ha perdido energía con la misma proporción. Por lo que esta hipótesis vulnera la conservación de la energía.

¿*Que ha sido de esta energía?*

-**Que exista una emisión de energía durante el proceso.** En este caso, en consonancia con ese proceso continuo de incrementos infinitesimales de la longitud de onda y el consecuente excedente de energía para el fotón. Este exceso debe emitirse en forma de otro fotón.

Al poco, tanto el primer fotón como el emitido tendrán exceso de energía por el continuo alargamiento de su onda y se verán obligados a emitir sendos fotones y así continuamente.

Para ser consecuentes con la *conservación de la energía* y la hipótesis del *estiramiento de las ondas*, en el Cosmos debería predominar este tipo de fotones de longitudes de onda larguísima y energía mínima que continuamente tendrán que emitir nuevos fotones portadores de la mínima energía posible, para eliminar los excedentes del último infinitesimal alargamiento.

Cualquiera de las dos situaciones arriba indicadas se presenta inverosímil e inaceptable.

Existe un segundo argumento en contra de la hipótesis del estiramiento de las ondas:

¿Cómo utilizar el argumento del estiramiento, para explicar el desplazamiento al azul de Andrómeda? ¿O como razonar el desplazamiento diferencial entre los dos extremos de una galaxia que determina su giro?

¿Tenemos que recurrir a una mezcla de causas, al estiramiento y al efecto Doppler?

¿Cuándo se pueden sumar estas causas, y a partir de donde ya no se puede?

Estas objeciones nos indican que la hipótesis del estiramiento no es coherente y se muestra muy artificiosa.

Los satélites COBE y el WMAP nos proporcionan otro elemento a ser introducido en estas reflexiones sobre el corrimiento al rojo. Sabemos, que si no se someten a un

“filtrado”, los datos que estos satélites nos proporcionan, presentan una interesantísima peculiaridad, muestran una acentuada “anisotropía dipolar” del fondo cósmico.

Aparecen, en posiciones diametralmente opuestas del fondo cósmico, un “corrimiento al azul” y un “corrimiento al rojo”.

Si consideramos que los “desplazamientos al rojo” son un resultado exclusivo del estiramiento de onda, ¿Cómo interpretar este fenómeno?

Vemos que para explicar el “dipolo anisotrópico”, necesitamos introducir el Efecto Doppler.

La velocidad relativa de la Tierra con relación al Fondo Cósmico, es la responsable de esta “anisotropía”.

Disponemos de un cuarto argumento, referente al dilema del desplazamiento al rojo, capaz de mostrarnos la inconsistencia, de la cosmología estándar, ante su propuesta del estiramiento de las ondas de radiación:

Es el método que utiliza, para el cálculo de recesiones de objetos muy lejanos, haciendo uso de las “Supernovas Ia”.

Alexander Friedmann nos proporcionó para la dinámica del Cosmos tres posibles soluciones, sin inclinarse por ninguna de ellas.

Por lo que seguíamos con la gran duda, ¿qué será de nuestro Cosmos en el futuro? ¿Se expandirá para siempre? ¿Finalizara en un gran colapso? ¿O quizás tome el improbable camino de esa finísima línea intermedia existente entre las dos posibilidades extremas?

Se hacía necesario conocer la “magnitud del frenado” que experimenta el Cosmos, para responder a la cuestión formulada.

La velocidad de recesión actual la conocemos. Si averiguamos el valor que tenía en el pasado, se podrá calcular el valor del frenado y en consecuencia obtener la respuesta que se anda buscando.

En el Cosmos, mirar al pasado equivale a mirar a la lejanía.

Había que determinar las distancias y las velocidades de separación de objetos muy distantes.

En este caso no se debía utilizar la ley de Hubble para determinar la distancia, ya que hubiera dado un resultado viciado.

La solución vino de un nuevo tipo de objetos, las “Supernovas Ia”.

Las estrellas “enanas blancas”, captan materia de sus

vecinas, cuando su masa alcanza un punto crítico estallan convirtiéndose en supernovas. Esto supone una magnitud absoluta bien determinada por lo que pueden ser utilizadas como referencia para determinar distancias.

Además, la intensidad luminosa resultante es de una magnitud excepcional, por lo que se las puede observar a enormes distancias. Estas características las convertían en el objeto ideal para el estudio del frenado cósmico.

La probabilidad de que se produzca el colapso de una enana blanca y se convierta en una supernova en una determinada galaxia es muy baja, pero dada la enorme cantidad de galaxias, las posibilidades en detectar uno de estos sucesos aumentan mucho.

Dos equipos diferentes, percibieron la oportunidad que proporcionaba éste tipo de acontecimientos y de forma independiente se lanzaron a la búsqueda de supernovas mediante registros fotográficos.

Uno y otro, empezaron la documentación de extraordinarios estallidos de Supernovas, con éxito.

Cuando empezaron analizar los resultados, a ambos equipos, la situación se les convirtió en embarazosa.

Buscaban el valor de “la frenada”, y los datos se mostraban tozudos. Lo que indicaban, en contra de lo esperado, era que el Cosmos estaba en “un proceso de expansión acelerado”.

Las distancias medidas, mediante la intensidad luminosa de las Supernovas, le asignaban una distancia bastante mayor que el correspondiente por el corrimiento al rojo medido.

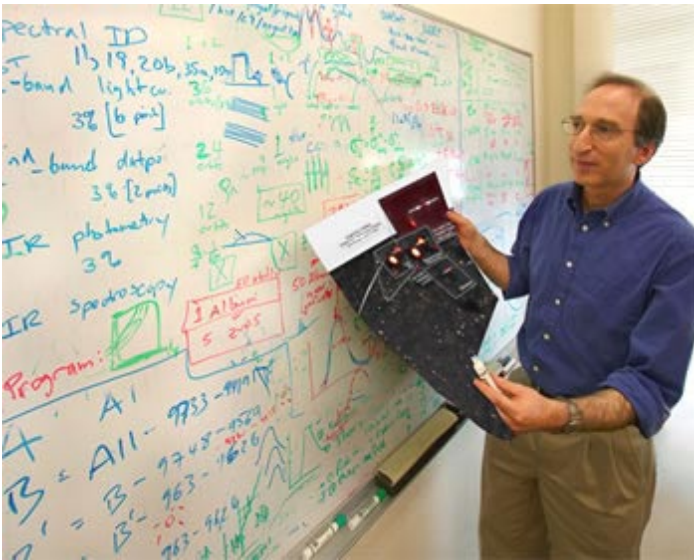
Los resultados fueron idénticos para ambos equipos. Estos fueron notificados de forma independiente, con poco intervalo de tiempo, en 1998.

Aparentemente existe una fuerza similar a una “anti-gravedad”, una fuerza de repulsión que está actuando en el Cosmos.

A esta inesperada y misteriosa fuerza se le ha otorgado el nombre de “energía oscura”.

La Fundación Gruber en 2007 otorgo el premio de cosmología a Saul Perlmutter, a Brian Schmidt y a los miembros de sus equipos de investigación, por su descubrimiento de que el Universo no solo no está frenando su expansión, sino que se expande cada vez mas rápido.

Aparentemente los procesos lógicos y conceptuales están claros, ahora el único problema radica en averiguar la naturaleza de la energía oscura.



SAUL PERLMUTTER, EN LA FOTO, Y LOS MIEMBROS DEL GRUPO DE SUPERNOVA COSMOLOGY PROJECT 2007 DE COSMOLOGÍA PREMIO GRUBER JUNTO A SUS COMPETIDORES, EL HIGH-Z SUPERNOVA SEARCH TEAM, EN EL DESCUBRIMIENTO DE LA EXPANSIÓN ACCELERADA DEL UNIVERSO. <http://www.lbl.gov/Science-Articles/Archive/Phys-Gruber-Prize-2007.html>

Pero esta engañosa claridad conceptual, esconde una sutil incoherencia metodológica, que no es consecuente con las afirmaciones que viene sosteniendo el modelo estándar de la cosmología.

Analicemos y comparemos las dos posibilidades distintas respecto a la explicación del “desplazamiento al rojo”.

En el caso que se deba al “efecto Doppler”, es evidente que su magnitud depende de dos situaciones:

- Del valor del vector “*velocidad del objeto emisor*” en el momento de producirse la emisión de luz.

- Del valor del vector “*velocidad del receptor*” en el momento de captar la anterior emisión de luz.

Nada más interviene en el proceso, lo que ocurra entre estos dos instantes no afecta al resultado.

En el caso que atribuyamos el corrimiento al rojo al “efecto estiramiento” del Cosmos, el resultado es consecuencia de la suma de todos esos pequeños estiramientos que instante tras instante y con su respectiva velocidad se han ido produciendo.

En este supuesto, ocurre lo contrario del caso anterior. Lo que otorga la magnitud al fenómeno es todo el proceso intermedio. Las condiciones en los momentos extremos, multiplicadas por un tiempo infinitesimal no afectan al resultado.

Consecuentemente los valores obtenidos por un procedimiento y por el otro, no tienen normalmente que ser idénticos.

Volvamos a nuestras *supernovas* y al procedimiento

mediante el que se ha obtenido la medición de la expansión acelerada del Cosmos.

¡Atención! Donde pretendo mostrar la existencia de una inconsistencia no es en la medición de la expansión acelerada del Cosmos.

Donde esta la incoherencia es en la afirmación de que el “*aumento de longitud de onda es resultado de la expansión del Cosmos*” y a pesar de ello intentar determinar el frenado o la aceleración de su expansión utilizando este método.

De ser coherentes con la afirmación anterior, el desplazamiento al rojo es directamente “*una medida de distancias*”, independientemente como se haya producido el proceso, a velocidad uniforme, con velocidad acelerada, o de la forma más errática posible.

O como dirían los matemáticos, es proporcional a la integral de todos los aumentos infinitesimales de espacio, ocurridos entre el momento de emisión y el de recepción de la radiación.

Por otro lado las intensidades luminosas de las “*Supernovas Ia*” nos proporcionan también “*distancias*”.

¿Qué correlación se puede obtener comparando distancias con distancias?

Sería similar al efectuar una serie de medidas con millas y las mismas con kilómetros, a puntos cada vez más distantes e intentar obtener una función de correlación entre las dos unidades, dependiendo de la distancia. No se puede hallar nada más, que el factor de correspondencia.

Dado que existen diferencias de proporcionalidad entre el desplazamiento al rojo y la distancia de ciertas galaxias, lo que ha permitido anunciar la expansión acelerada del Cosmos y cuyos equipos descubridores han sido premiados por la Fundación Gruber, debemos eliminar la afirmación de la otra parte de la inconsistencia.

Es decir, no es correcta la afirmación de que el desplazamiento al rojo sea resultado directo del estiramiento de las ondas, al cambiar el factor de escala del Cosmos.

Esta observación muestra la incoherencia entre la aplicación de un método y los conceptos básicos en que se apoya.

La citada hipótesis, según la cual, *el corrimiento al rojo se debe al estiramiento de las ondas*, de forma pro-

porcional a la *expansión del Cosmos*, tras las observaciones indicadas se convierte en totalmente insostenible.

El aspecto energético de los desplazamientos:

Propongo una diferente y nueva explicación del fenómeno que nos atañe.

Para interpretar los *desplazamientos al rojo y al azul*, me gusta hacerlo bajo un punto de vista un tanto personal, prefiero vislumbrarlo desde su "*aspecto energético*". Este tipo de interpretación me parece mas ajustada a los hechos, a la vez presenta un carácter mas genérico, por lo que puede englobar causas aparentemente dispares.

Veamos el concepto: supongamos un *móvil* que viene hacia mí y me lanza un *proyectil* mediante un *arma*. El proyectil será portador de la energía que le proporcione el arma, mas una *energía adicional* que le proporcione el móvil. En el caso de un proyectil, es decir de una masa, esto se refleja en un *suplemento de energía cinética*, es decir *mayor velocidad*.

En el caso que el móvil me lance *un fotón*, este también portará una *energía adicional*, no en forma de mayor velocidad, sino en forma de *mayor frecuencia*, es decir con *menor longitud de onda*, que es el modo como un fotón puede almacenar energía adicional. Mediante su *desplazamiento al azul*.

Esta forma de interpretar los desplazamientos al rojo y al azul es más amplio y general que la interpretación del efecto Doppler, dado que además de las condiciones de velocidad de emisión y recepción, pueden intervenir otros fenómenos.

Esta *visión energética* también nos puede explicar otros determinados corrimientos al rojo, por ejemplo debidos a un potente *frenado gravitacional*.

Supongamos un objeto, un "*cuasi agujero negro*", con una masa algo inferior de la necesaria para que este objeto fuese un verdadero agujero negro.

La luz que emita este "*cuasi agujero negro*" conseguirá salir, pero estará afectada por un fuerte *frenazo gravitacional*, esto no hará que la luz se emita con menor velocidad, pero si que lo haga con mucha menor energía. Lo que necesariamente se manifestará con el correspondiente *desplazamiento al rojo*.

Esta podría ser la explicación de algunos objetos, con desplazamientos al rojo, que presentan discordancias con el de otros, aparentemente con cierto tipo de conexión espacial entre ellos.

Es el caso de determinados "cuásares", aparentemente asociados a galaxias y que presentan discrepancias elevadas con relación al desplazamiento al rojo, dado que los valores correspondientes a los cuásares es mucho mas elevado que el de la aparente galaxia a la que pertenecen.

Como vemos, esta visión energética es mas genérica y puede englobar distintos fenómenos, como el Doppler y otros diversos, en que intervenga variaciones de energía del fotón afectado.

Finalmente sinteticemos las tres interpretaciones del desplazamiento al rojo que hemos expuesto:

-**Mediante fenómeno Doppler**, el Desplazamiento al rojo es consecuencia de la velocidad de recesión. Determina una velocidad. Hubble relaciono esta velocidad con la distancia.

-**Mediante estiramiento de las ondas**, el Desplazamiento al rojo es consecuencia directa del aumento de distancia entre galaxias. Determina la proporción del aumento de distancia.

-**Mediante el concepto de energía**, el Desplazamiento al rojo es consecuencia de una pérdida de energía (por la velocidad de recesión, por el frenado gravitacional, etc.). Determina un intercambio de una energía. Este concepto incluye el fenómeno Doppler, como un caso particular.

NOTA: Este artículo forma parte de un conjunto, caracterizado por indagar en aquellos puntos débiles de la Cosmología estándar, según el criterio del autor.

Otros artículos afines del autor en Bibliografía.

BIBLIOGRAFÍA

- HUYGENS: F. Pavía Alemany
Nº 49 Julio-Agosto 2004 mc2 versus m@2.
Nº58 Enero-Febrero 2006 La Corteza del Cosmos.
Nº 65 Marzo-Abril 2007 De Michelson al COBE.
Nº66 Mayo-Junio 2007 La Radiación Cósmica de Fondo.
Nº 67 Julio-Agosto 2007 El Principio de Equivalencia
Nº 68 Sep.-Octubre 2007 El Cosmos másico y la anisotropía...
Nº 69 Nov.-Dic. 2007 La Dinámica del Cosmos y la...
Nº 74 Sep. -Octubre 2008 El Cosmos y el Conocimiento...
Nº 75 Nov.-Dic. 2008 El Cosmos tiene Centro...
Nº 76 Enero-Febrero 2009 Las Fuerzas de la Naturaleza...
Nº 78 Mayo-Junio 2009 El "Génesis" según...

Estos artículos pueden ser consultados también en la dirección: www.astrosafor.net