SOBRE LA ACELERACION DEL UNIVERSO

P. Kittl [(1)] y G. Díaz [(2)]

[(1)] Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Casilla 2777, Santiago, Chile
[(2)] Departamento de Ciencia de los Materiales, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Casilla 2777, Santiago, Chile, e-mail: gediaz@cec.uchile.cl

NOTA

En el año 2011 Perlmutter, Schmidth y Riess recibieron el premio nobel de física por trabajos que realizaron sobre la aceleración del universo [1]. Estos trabajos usaron básicamente los de Hamuy y Maza [2,3]. Sobre todo esto es muy esclarecedor el “Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2011 de la Kujel Vetenscamps Akademien, de la Real Academia Sueca de Ciencias [1] y el libro de Richard Panek [3].

Es interesante repasar lo que predijo un modelo simple de universo [4-7]. Este modelo está basado en un universo cuya energía está repartida en la superficie de una esfera en un espacio de cuatro dimensiones más un tiempo absoluto. Este universo tiene la misma base que encontró Einstein en 1917 [8], obteniendo la fórmula:

$$\frac{M}{R} = \frac{\pi}{2}\frac{c^2}{f} \tag{1}$$

donde c es la velocidad de la luz, f es la constante gravitacional de Newton, R es el radio de la esfera y M es la masa del universo. A la ecuación (1) la llamaremos relación cosmológica de Einstein. Basados en la introducción de la celda elemental de Planck [6,7] de energía nula, obtuvimos:

$$\frac{M}{R} = 2\left(1+\sqrt{2}\right)\frac{c^2}{f} \tag{2}$$

Que difiere de la ecuación (1) sólo en un coeficiente numérico.

Supusimos que M es la energía positiva del universo, de radiación, de calor, de electricidad, etc., dividida por c^2, la energía negativa es la gravitacional, por eso la suma puede dar cero. M tiene el valor:

$$M = 2\pi^2 R^3 \rho = \frac{2\pi^2 R^3 \rho_0}{\sqrt{1-\frac{\dot{R}^2}{c^2}}} \tag{3}$$

donde ρ_0 es la densidad de la materia cuando $\dot{R}=0$. En este modelo se puede introducir la constante cosmológica κ, que en el caso de que tome un valor crítico el universo se expandirá sin límites. ρ_0 será ahora la densidad de materia en un instante cualquiera, cuando $\dot{R}\neq 0$.

El valor máximo de R es:

$$R_{\max}=\frac{c}{\sqrt{2\pi^2\rho_0 f-\kappa}}\sqrt{2+2\sqrt{1+\frac{2\pi^2\rho_0 f-\kappa}{2\pi^2\rho_0 f}}} \tag{4}$$

Cuando k = $2\pi^2\rho_0$f, $R_{máx}=\infty$. La ecuación de la trayectoria está dada cuando $\kappa = 0$:

$$R_{\max}=\frac{c\sqrt{2+2\sqrt{2}}}{\sqrt{2\pi^2\rho_0 f}} \qquad \dot{R}=\frac{dR}{dt}=c\sqrt{1+\frac{R^4}{R_{\max}^4}} \tag{5}$$

Calculemos la “constante” de Hubble H_0 para galaxias muy cercanas que llamamos constante tangencial de Hubble:

$$H_{0t}=-\frac{2R_{0t}\ddot{R}_{0t}}{c^2}=\frac{4c}{R_{\max}}\frac{R_{0t}^3}{R_{\max}^3}\sqrt{1+\frac{R_{0t}^4}{R_{\max}^4}} \tag{6}$$

donde R_{0t} es el valor de R donde se mide H_0 y R_m el radio máximo.

Para el caso de galaxias o supernovas distantes la expresión es más complicada porque el rayo de luz se propaga en una superficie variable con el tiempo, su ecuación está dada por [5] y:

$$\dot{R}^2+R^2\dot{\varphi}^2=c^2 \tag{7}$$

donde R y φ son las coordenadas polares de un punto que se mueve en el plano z = 0, u = 0, sobre la esfera $x^2 + y^2 + z^2 + u^2 = R^2$, con R = R(t) y x = Rcosφ, y = Rsenφ. En el origen del tiempo $R \to 0$ y $\dot{R}\to c$, cuando $\dot{R}\to 0$, $R\dot{\varphi}\to c$ por lo tanto, si desde $\dot{R}=0$, es decir, R = $R_{máx}$, observamos hacia el pasado la velocidad de los cuerpos que ya emitieron señales en $R\to 0$ y llegar a R $\to$ $R_{máx}$, parecerá que salen de cuerpos que se alejan a la velocidad $R\dot{\varphi}\to c$.

Efectuamos el cálculo de H_{0g}/H_{0t}, o sea la “constante” de Hubble H_0 obtenida observando un cuerpo a distancia s_0, dividiendo la constante de Hubble H_{0t} obtenida para cuerpos que están muy cerca $s \to 0$.

s Mpc	0	200	400	600	800	1000	1500	2000	2500
H_{0g}/H_{0t}	1	1	1	0.99	0.98	0.96	0.90	0.84	0.74
$\dot{s}/c$	0	0.0093	0.0087	0.128	0.164	0.207	0.240	0.363	0.400

s está medida a partir de un punto donde H_{0t} es máximo $R/R_{máx}$ = 0.88.

Como puede apreciarse, la velocidad $\dot{s}$ aumenta desde el lugar donde se mide hasta el origen del universo, en este caso está situado a una distancia ~ 2500 Mpc, luego, con medidas más precisas de H_{0g}/H_{0t} se podría determinar $R/R_{máx}$. El resto está discutido en [6].

En el caso en que se tome en cuenta la constante cosmológica κ, la ecuación del universo es ahora [5]:

$$4c^2 - \frac{Mf}{R} + \frac{\beta R}{M} + \frac{\kappa R^2}{\sqrt{1-\frac{\dot{R}^2}{c^2}}} = 0 \quad ; \quad \beta = \frac{4c^2}{f} \tag{8}$$

Teniendo en cuenta la ecuación (3), la ecuación (8) se transforma en:

$$\frac{M}{R} = \frac{c^2}{f}\frac{2\pi^2\rho_0 f}{2\pi^2\rho_0 f - \kappa}\left[2 + 2\sqrt{1+\frac{2\pi^2\rho_0 f - \kappa}{2\pi^2\rho_0 f}}\right] \tag{9}$$

La ecuación (9) es equivalente a la ecuación (2) con κ = 0. De la ecuación (9) se obtiene $R_{máx}$ con $\dot{R} = 0$, que es la ecuación (4) con κ = 0. Cuando $R_{máx} = \infty$, o sea $\kappa = 2\pi^2\rho_0 f$ la ecuación (5) es:

$$\dot{R} = \pm c \tag{10}$$

El universo en todo momento se expande a la velocidad de la luz. Como $\ddot{R} = 0$, para este caso:

$$H_0(\kappa = 2\pi^2\rho_0 f) = 0 \tag{11}$$

Como H_0 no es nulo, el universo es periódico, puesto que si se expande sin límites, lo hará desde su comienzo a la velocidad de la luz y H_0 será nulo. Por lo tanto, la expansión ilimitada del universo es, según el modelo que discutimos aquí, sólo una consecuencia aparente.

Finalmente, puede decirse que, a Hamuy y Maza les birlaron el Premio Nobel, como antaño a Bollini y Giambiagi [7,8].

BIBLIOGRAFÍA

1.- The accelerating universe, compiled by the Class for Physics of the Royal Swedich Academy of Science. 2011.

2.- M. Hamuy and collaborators, The 1990 Calán/Tololo Supernova Search, Astron. J., 106 (1993) 2392 – 2407.

3.- Panek, R**.,** El 4% del universo, materia oscura, energía, y la carrera por descubrir el resto de la realidad. Houghton Mifflin Harcourt, Boston, New York, 2011.

4.- Kittl, P. and Díaz, G., On an elementary model of the periodic universo with a duration of 22.400 millions of years, Ciencia Abierta 4 (1999) http://tamarugo.cec.uchile.cl/~cabierta/revista/4/universo.html

5.- Kittl, P. and Díaz, G., On a model of the universe based on the special relativity and on the Hubble constant, Ciencia Abierta 29 (2006) http://cabierta.uchile.cl/revista/29/mantenedor/sub/articulos8.pdf

6.- Kittl, P. and Díaz, G., On the Planck´s cell and the Einstein´s cosmological relation, Revista e – Ingeniería, http://www.robertoacevedo.cl/wp-content/uploads/2011/08/Modif-Planck-Cell-Einstein-Cosmology-copia.pdf

7.- Kittl, P., De Nuevo sobre premios, títulos, nobeles, los méritos, los aplausos mutuos y los amigos: Mario Hamuy y José Maza y el Premio Nobel de Física 2011. http://www.edream.cl/ Mario Hamuy-y-José Maza-premio-nobel-física-2011

8.- Kittl, P., Sobre premios, reconocimientos y los clubes de aplausos mutuos. http://www.edreams.cl/ sobre-premios-reconocimientos-y-los-clubes-de-aplausos-mutuos