

2.15. El Big Bang: Lemaître y Gamow.

2.15.1 Introducción:

En 1929 el astrónomo norteamericano Edwin Hubble publica sus resultados acerca de las velocidades radiales y las distancias de las galaxias encontrando una relación entre ambas: las velocidades radiales son mayores para las galaxias más distantes. Las galaxias se alejan de nosotros con velocidades mayores cuanto más distantes. Dichos resultados apuntan a una expansión global del Universo.

La relación encontrada por Hubble se puede resumir en la ecuación:

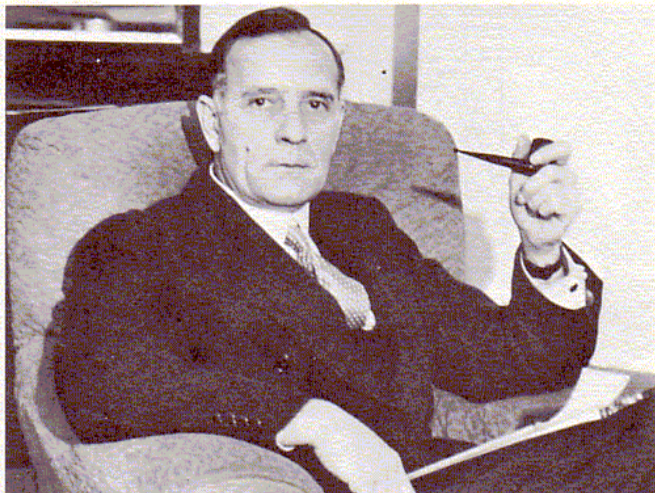
$$v = Hd$$

La expansión implica que el universo se está haciendo más grande y por ende en el pasado era más pequeño. Es fácil mostrar que en un tiempo τ definido por la siguiente ecuación, el universo debe haber sido muy denso.

$$\tau = \frac{1}{H}$$

El tiempo τ se conoce como el *tiempo de Hubble* y la constante H como la *constante de Hubble*. Con un valor para la constante de Hubble cercano a 70 km/seg/Mpc resulta un tiempo de Hubble del orden de 14.000.000.000 años.

*Edwin Hubble, 1889–
1953 (Courtesy of Mount
Wilson and Las Campanas
observatories.)*



2.15.2 Georges Lemaître:

El sacerdote belga Georges Lemaître redescubrió las soluciones de Friedman a las ecuaciones de Einstein en 1927. Friedman las había publicado en parte en ruso en la Unión Soviética y en parte en alemán, en una revista alemana; Lemaître las publicó en francés en una revista belga de muy poca circulación. El astrofísico inglés Arthur Eddington las hizo traducir y re-publicar en la revista inglesa *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (MNRAS) en 1930. Desde entonces fueron conocidas en el mundo entero las soluciones de las ecuaciones de Einstein y además se sabía ya que el universo no es estático sino que se encuentra en expansión.

El belga Georges Lemaître propuso que el universo observable actual había surgido a partir de un átomo primitivo. Ese átomo primitivo contenía en un pequeño volumen toda la materia del universo actual. Según él habría sido inestable, algo así como un gran átomo radioactivo que explotó y dio origen al universo actual.



Figure 2.10 Alexander Friedmann
(1888–1925)



Figure 2.11 Georges Lemaître
(1894–1966) [*Photographie
Cramponi Brussels.*]

2.15.3 George Gamow: El Big Bang Caliente.

El físico ruso-norteamericano George Gamow (1904-1968) retomó la teoría del átomo primitivo de Lemaître y la profundizó. En 1946 Gamow plantea que en el pasado el Universo era más caliente y por ende venimos de un pasado muy denso y muy caliente. Gamow predijo entonces la existencia de una radiación de fondo. Esta teoría recibió el sobrenombre de la teoría del Big-Bang (teoría de la gran explosión). En su versión de Gamow podemos decir que se trata de la teoría del big-bang caliente. Sus colaboradores R. Alpher y R. Herman calcularon una temperatura de 25 K para la radiación de fondo cósmico. Posteriormente Gamow, en 1953, calculó 7 K para dicha radiación.

Con densidades mayores que 100 gr/cm^3 y temperaturas superiores a 10^{10} K se puede producir nucleosíntesis y Gamow se preocupó de calcular la posible nucleosíntesis ocurrida en el big-bang, pensando que la composición química del universo actual tendría su origen en el big-bang. Sólo calculó el Helio producido a partir del Hidrógeno. Sin embargo el trabajo monumental de Burbidge, Burbidge, Hoyle y Fowler acerca de la nucleosíntesis en interiores estelares, que publicaron en 1957 y donde se explica en muy buena forma la mayor parte de las abundancias de los elementos pesados como producto de la nucleosíntesis en interiores estelares, se perdió interés en la teoría del big-bang y su explicación de la síntesis de los elementos.

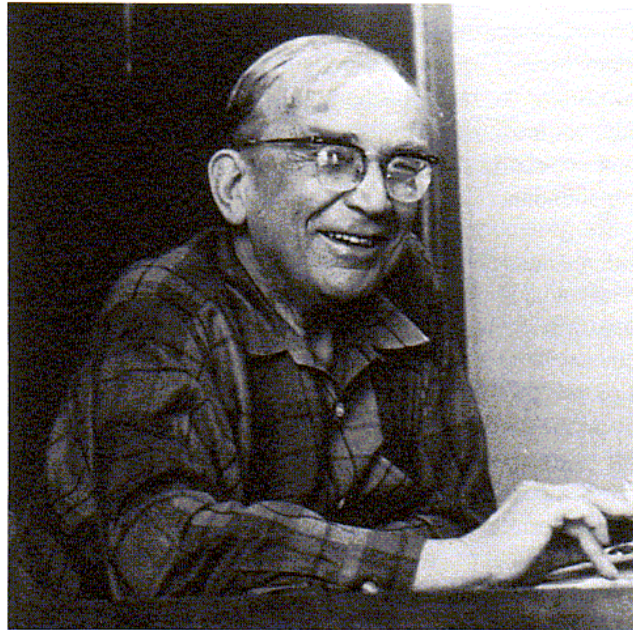


Figure 19.14. The Russian-American physicist George Gamow (1904–1968). While attempting to account for the production of all the chemical elements in the early universe, he realized that one of the consequences of the Big Bang would be what we now know as cosmic background radiation. Gamow was also a talented popularizer of science, writing many books for laypeople.

El gran giro en la teoría del big-bang vino en 1964 cuando los físicos Arno Penzias y Robert Wilson, trabajando para la *Bell Telephone* en New Jersey detectaron una radiación en la banda de las micro-ondas que venía de todas partes del cielo. La llamaron radiación de fondo cósmico, tiene un espectro plankiano con una temperatura de 2,7 K. Lo que Penzias y Wilson habían encontrado era la temperatura actual del universo. La teoría alternativa al big-bang llamada la teoría del estado estacionario (steady-state), propuesta a fines de los años cuarenta por los ingleses Bondi, Bonnor, Hoyle y Thomas Gold, planteaba que el universo es homogéneo en el espacio y en el tiempo y por ende el universo no tiene ni comienzo ni fin. La expansión hace que se genere materia, en la cantidad justa para mantener la densidad constante. La nueva materia genera nuevas galaxias, donde nacen nuevas estrellas. El universo sería una mezcla de galaxias viejas y nuevas, con estrellas a punto de agotarse y estrellas recién nacidas.

La radiación de fondo cósmico de Penzias y Wilson encaja en forma natural con la teoría del big-bang de Gamow y es muy difícil de explicar para la teoría del universo estacionario. A partir de 1964 la teoría del big-bang se ha transformado en el paradigma cosmológico de los astrónomos. La inmensa mayoría de los astrónomos la aceptan como la versión globalmente correcta de los eventos ocurridos en nuestro universo. La academia sueca reconoció el trabajo de Penzias y Wilson otorgándoles el premio Nobel de Física, en 1978.

REFERENCIAS:

J. Silk "The Big-Bang", Third Edition, W.H. Freeman & Co., New York, 2001