

2.12. La Expansión del Universo: Hubble, Humason.

2.12.1 Introducción:

A contar de 1914 el astrónomo norteamericano Vesto Slipher (1875-1969) empezó a publicar resultados acerca de las velocidades radiales (velocidades de acercamiento o alejamiento) de las nebulosas espirales. Utilizó para los efectos el telescopio de refractor de 24 pulgadas del Observatorio Lowell en Flagstaff, Arizona. Estas velocidades eran mucho mayores que lo que se conocía para las estrellas y se notaba de inmediato un predominio de las velocidades de recesión. Para 1925 Slipher había publicado 41 velocidades radiales que iba desde 300 km/seg hacia nosotros (-300 km/seg) hasta 1.800 km/seg de alejamiento.

Figure 17.22. Edwin Hubble (1889–1953) was the leading observer of galaxies in his day. In 1923, he found Cepheids in spiral nebulae and so showed that they were separate star systems outside the Milky Way. A few years later he established the redshift-distance relation for galaxies, indicating that the universe was expanding (see Chapter 19).



El trabajo inicial de Vesto Slipher fue continuado por Milton Humason (1891-1972) en el observatorio de Monte Wilson, con el gran reflector Hooker de 100 pulgadas de diámetro (2,5 metros). Mientras tanto Edwin Hubble (1889-1953) había encontrado una manera de medir distancias a las galaxias. El reflector Hooker, el mayor del mundo en aquella época, le permitía a Hubbel detectar estrellas en nebulosas como M31 y otras. Entre las estrellas Hubble descubrió estrellas variables de tipo cefeida y pudo calcular el período de algunas de ellas. La relación período-luminosidad para las cefeidas encontrada por Miss Leavitt le permitió a Hubble estimar las distancias a varrias nebulosas. Con ello había demostrado, en 1925, que la nebulosa de Andrómeda es una galaxia externa a la Vía Láctea a dos millones de años-luz de distancia. Para

1929 Hubble y Humason pudieron probar que las nebulosas espirales se alejan de nosotros con una velocidad de alejamiento proporcional a la distancia. Las galaxias más distantes se alejan más rápido.



Milton Humason

Milton Lasalle Humason was born in Dodge Centre, Minnesota, on 19 August 1891. As a young man he worked for a time as a mule driver on Mount Wilson, and then in 1917 he became a night assistant for the telescopes there. A student taught him the art of astronomical photography, and Humason showed such talent for the work that in 1922 he was appointed assistant astronomer. Before long he was unrivalled in the photography of the spectra of faint nebulae, and the former mule driver proved an invaluable assistant and partner to Edwin Hubble. Humason retired in 1957, and died on 18 June 1972.

largest were over 1,000 kilometres per second, suggesting that the nebulae

2.12.2. La Expansión del Universo:

La velocidad de recesión de una galaxia es proporcional a su distancia. La interpretación más simple es aceptar que el Universo se expande. Este cambio en el factor de escala del Universo se traduce en que un observador cualquiera, en cualquier punto del Universo, verá que todos los otros puntos se alejan de él con una velocidad proporcional a la distancia.

La expansión del Universo se representa por la fórmula:

$$V_r = H_o \cdot d$$

Donde v_r es la velocidad radial y " d " es la distancia. H_0 es una constante de proporcionalidad, conocida ahora como la constante de Hubble. El valor más aceptado para la constante de Hubble es de 65 km/seg/Mpc. Inicialmente Hubble calculó un valor de 550 km/seg/Mpc para la constante. [1 Mpc es un megaparsec, esto es un millón de parsecs. Un parsec equivale a 3,26 años-luz].

Una consecuencia directa de la expansión actual del Universo es la existencia de un instante en el pasado en que el Universo debe haber tenido una altísima densidad. En efecto, dos puntos cualquiera del Universo separados una distancia " d " se alejan el uno del otro con una velocidad " Hd ". Si la expansión fuese constante en un tiempo " t " = d/Hd los dos puntos habrían recorrido la distancia " d ". $t=1/H$ y es independiente de la distancia " d " que consideremos. Por lo tanto todas las galaxias del Universo observables deben haber estado muy cerca de la Vía Láctea hace $1/H$ años atrás. Este tiempo $1/H$ se lo llama "*tiempo de Hubble*". Un Megaparsec son 3×10^{19} km y con una velocidad de 65 km/seg se demora en recorrerla $4,7 \times 10^{17}$ segundos, equivalentes a 15.000.000.000 años.

Inicialmente este cálculo, con una constante de 550 daba 1.300.000.000 años, tiempo notoriamente inferior a la edad de la Tierra, que se conocía ya como 4.600.000.000 años. Como la edad del Universo no puede ser menor que la edad del Sol y la Tierra, esta discrepancia llevó a muchos a buscar salidas alternativas, en particular las que otorgan una fuerza de repulsión, como la constante Lambda de Einstein que haría que la edad del Universo podría ser mucho mayor que la derivada a partir del valor actual de la constante de expansión.

Con una constante de Hubble de 65 km/seg/Mpc el Universo podría ser vacío (o casi vacío) y no tener ninguna contradicción entre la edad del Sol, la edad de las estrellas más viejas, unos 13 a 15 mil millones de años y la edad del universo (15.000.000.000 años). Actualmente las evidencias cosmológicas a comienzos de siglo (año 2004) nos indican que el Universo en gran escala es plano, tiene entonces una densidad igual a la densidad crítica y su edad sería 14 mil millones de años. Lo último en modelos cosmológicos, como veremos más adelante, es que el Universo tiene una constante de repulsión que hace que el Universo en gran escala se acelera. Con ello se logra reconciliar las escalas de tiempo en alrededor de 14 mil millones de años para el big-bang y para las estrellas más viejas.

La expansión del Universo es uno de los datos observacionales más importantes para la cosmología que elevó el nombre de su descubridor, Edwin Hubble, a la galaría de los más destacados astrónomos del siglo XX. Gracias al éxito de Hubble y del Observatorio de Monte Wilson, Rockefeller donó el dinero para construir un telescopio de 5 metros de diámetro, en Monte Palomar. La segunda guerra mundial retrasó la construcción pero el gigante de hierro y cristal fue finalmente inaugurado en 1948. Desgraciadamente Hubble no lo alcanzó a utilizar pues su salud se debilitó y murió en 1953.