

Observatorio Fabra



Cursos de astronomía

## Cronología del Big Bang

Antonio Bernal González

[Puntovernal.es](http://Puntovernal.es)

Twitter e Instagram: [@puntovernal](https://twitter.com/puntovernal)



Albert Einstein publica la Teoría General de la Relatividad que predice la imposibilidad de un universo estático

Para corregirlo, introduce la Constante Cosmológica

1900

1915

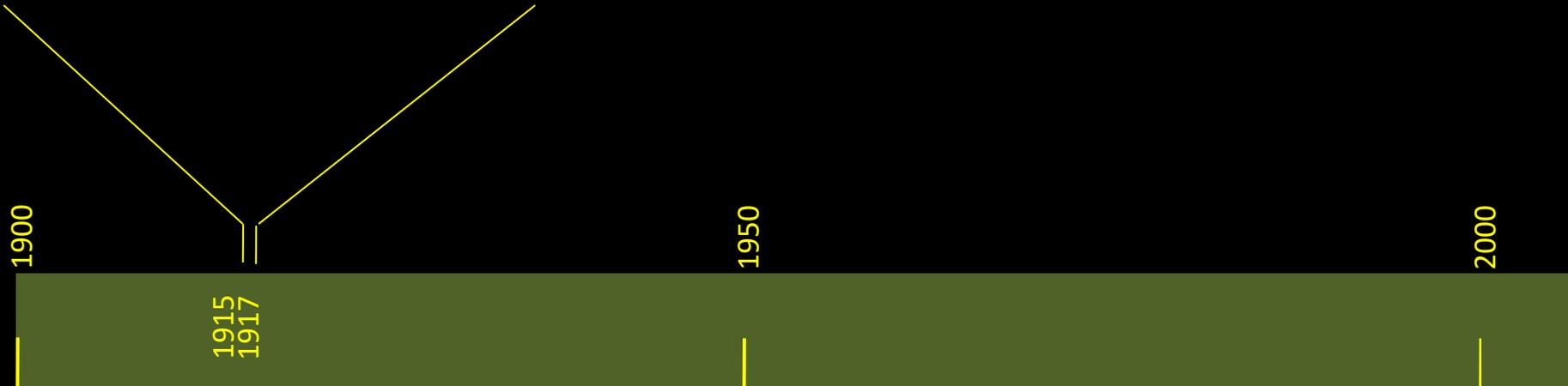
1950

2000



Vesto Slipher descubre que la mayoría de las nebulosas se alejan de la Tierra (corrimiento al rojo)

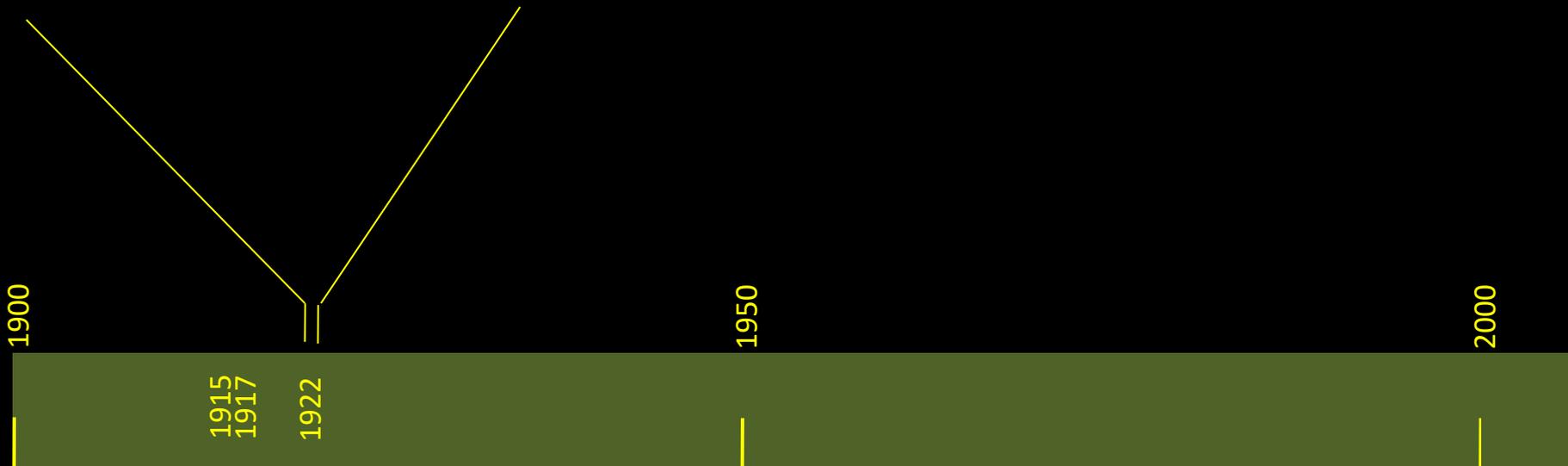
Las velocidades no indican que el Universo se esté expandiendo puesto que no se conocen las distancias





Alexander Friedman formula un universo en expansión, basado en la ley de Newton de la gravitación

Además publicó sobre la curvatura positiva, cero o negativa del espacio (1922-1924)

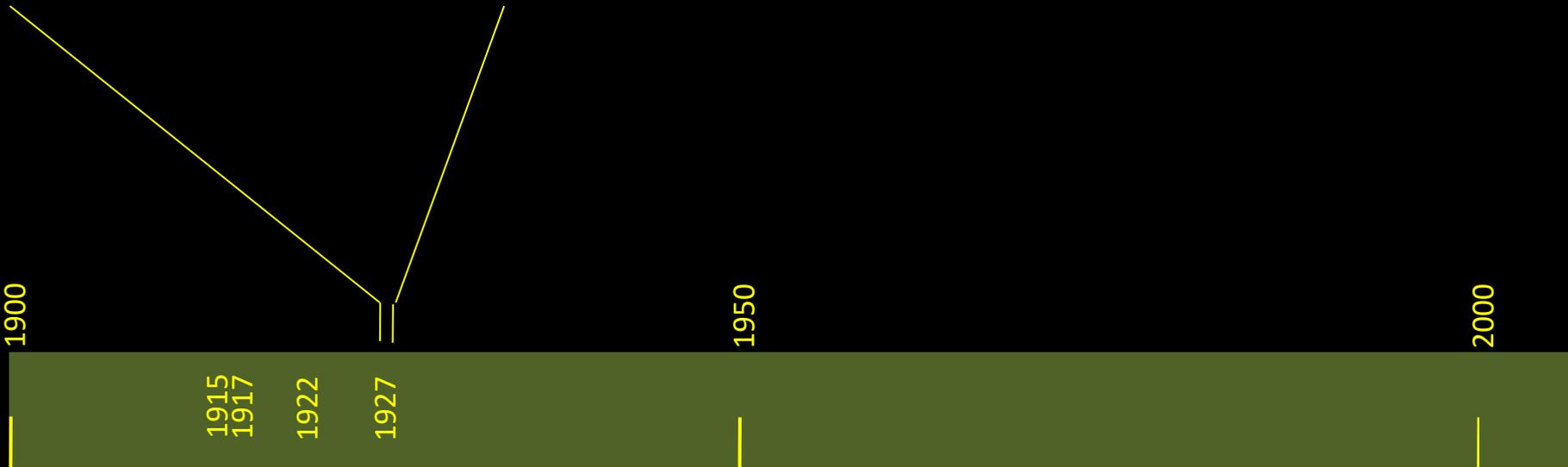




Georges Lemaître relaciona los corrimientos al rojo con la expansión predicha en la Relatividad General

Deduce, de forma independiente, las ecuaciones de Friedman

Predice que el Universo se inició con la explosión de un “átomo” primigenio





Edwin Hubble mide las distancias a las galaxias y las relaciona con los corrimientos al rojo medidos por Slipher

Deduce que las velocidades son proporcionales a las distancias (Ley de Hubble, 1929)

1900

1915  
1917

1922

1927  
1929

1950

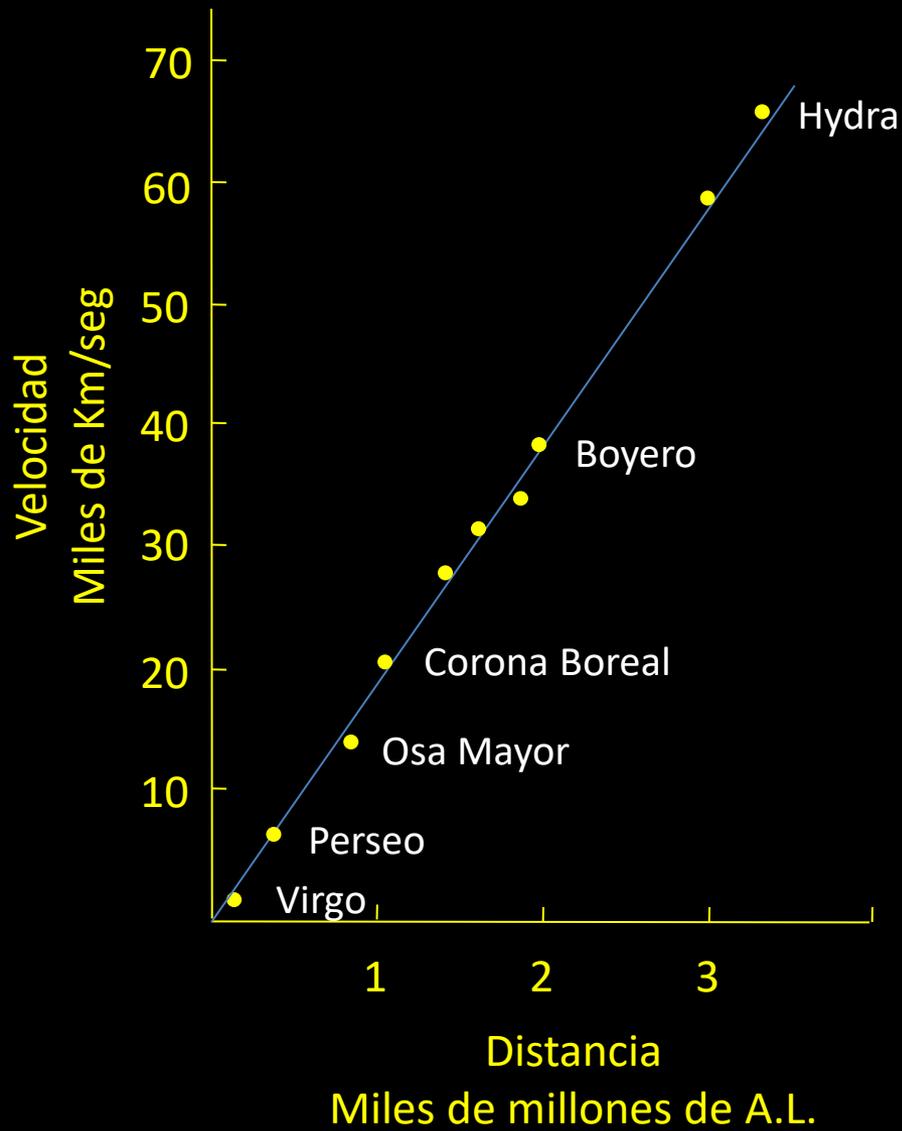
2000

Velocidades de galaxias  
Vesto Slipher  
1917

Distancias a galaxias  
Edwin Hubble  
1929

Diagrama  
Velocidad - Distancia

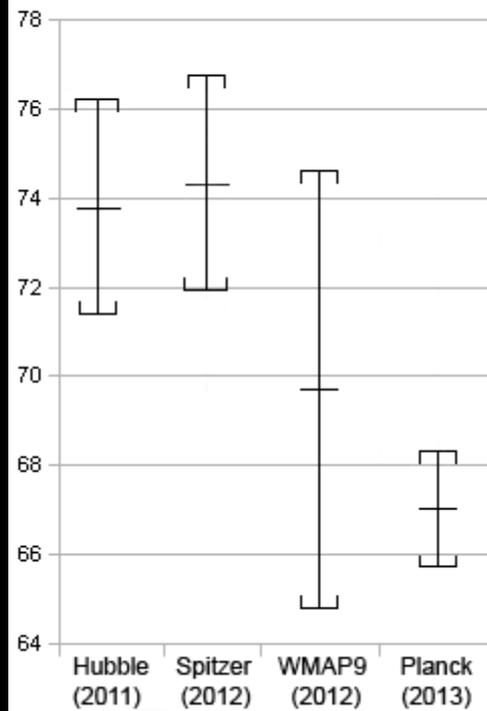
```
graph TD; A[Velocidades de galaxias  
Vesto Slipher  
1917] --> C[Diagrama  
Velocidad - Distancia]; B[Distancias a galaxias  
Edwin Hubble  
1929] --> C;
```



$$V = H \times D$$

## Hubble Constant

calculated using different survey methods





George Gamow replantea la hipótesis de Lemaître de que el universo se formó a partir de un átomo primigenio

Predice la radiación de fondo a 50K

1900

1915  
1917

1922

1927  
1929

1948

1950

2000



Ralph Alpher y Robert Herman  
calculan la radiación de fondo en 5K

YLEM = Sustancia fundamental  
 $\upsilon\lambda\eta$  = materia (Aristóteles)  
Punto primigenio de materia  
(Gamov)

1900

1915  
1917

1922

1927  
1929

1948

1950

2000



Thomas Gold, Hermann Bondi y Fred Hoyle desarrollan la teoría del Estado Estacionario

1900

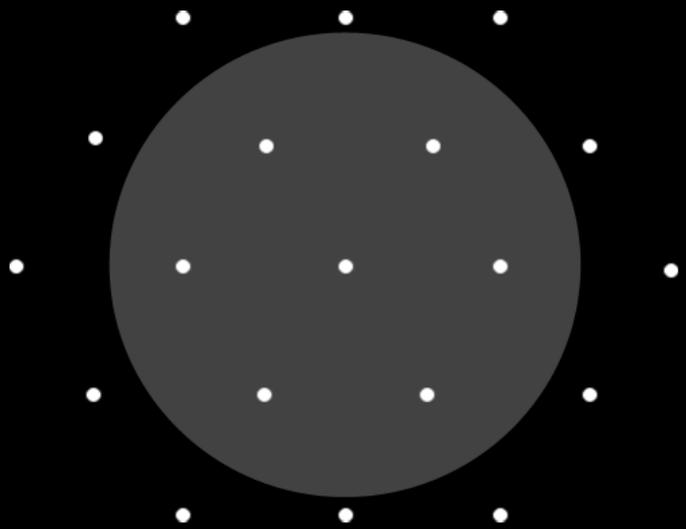
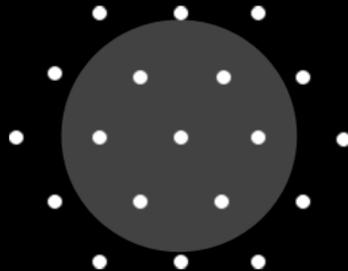
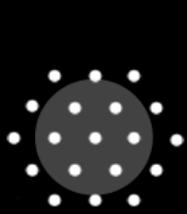
1915  
1917

1922

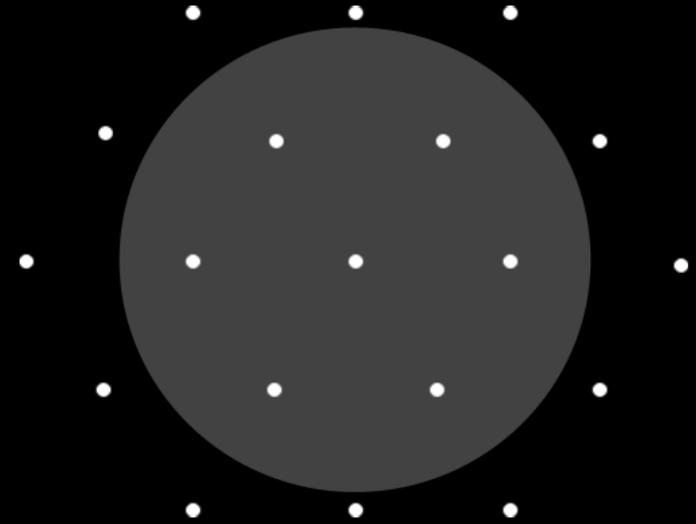
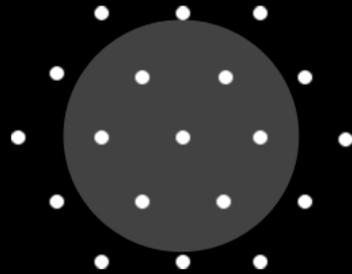
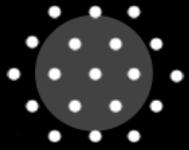
1927  
1929

1948  
1949

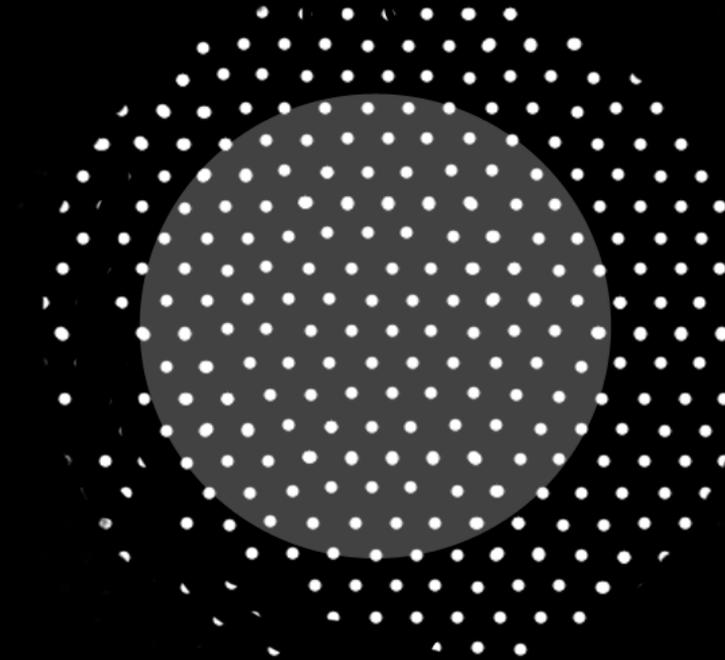
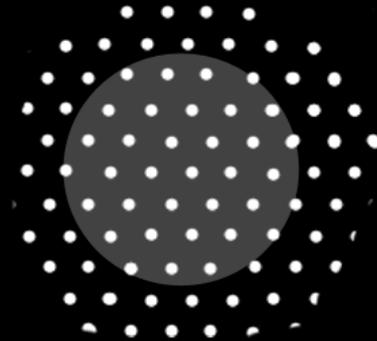
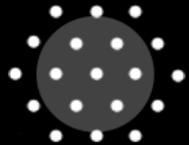
2000



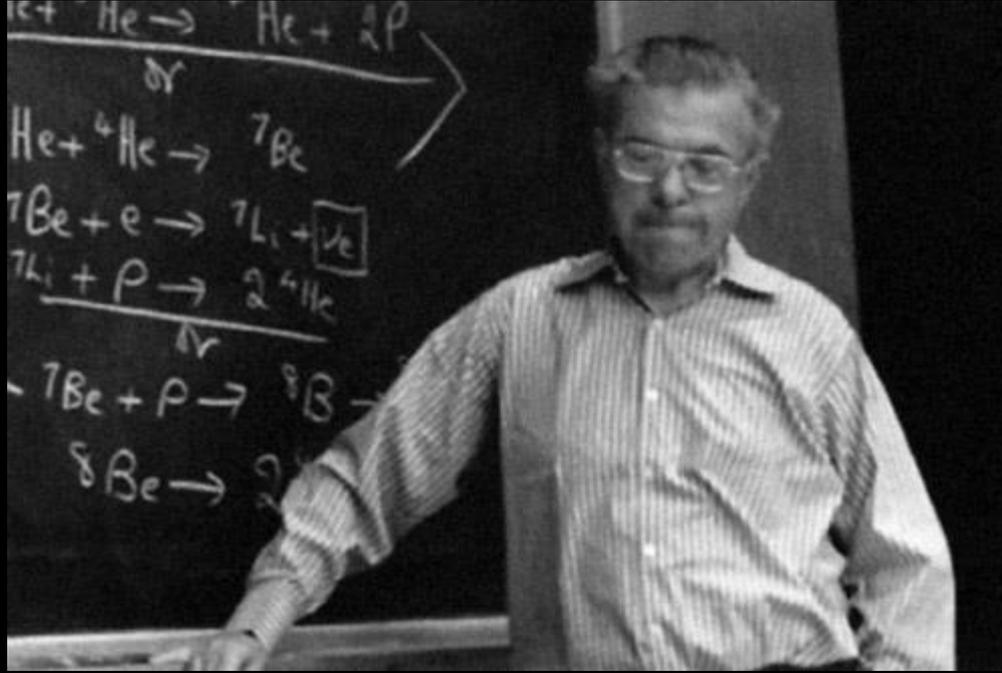
Universo del Big Bang



Universo del Big Bang



universo del Estado Estacionario



Fred Hoyle acuña el término Big Bang

1900

1915  
1917

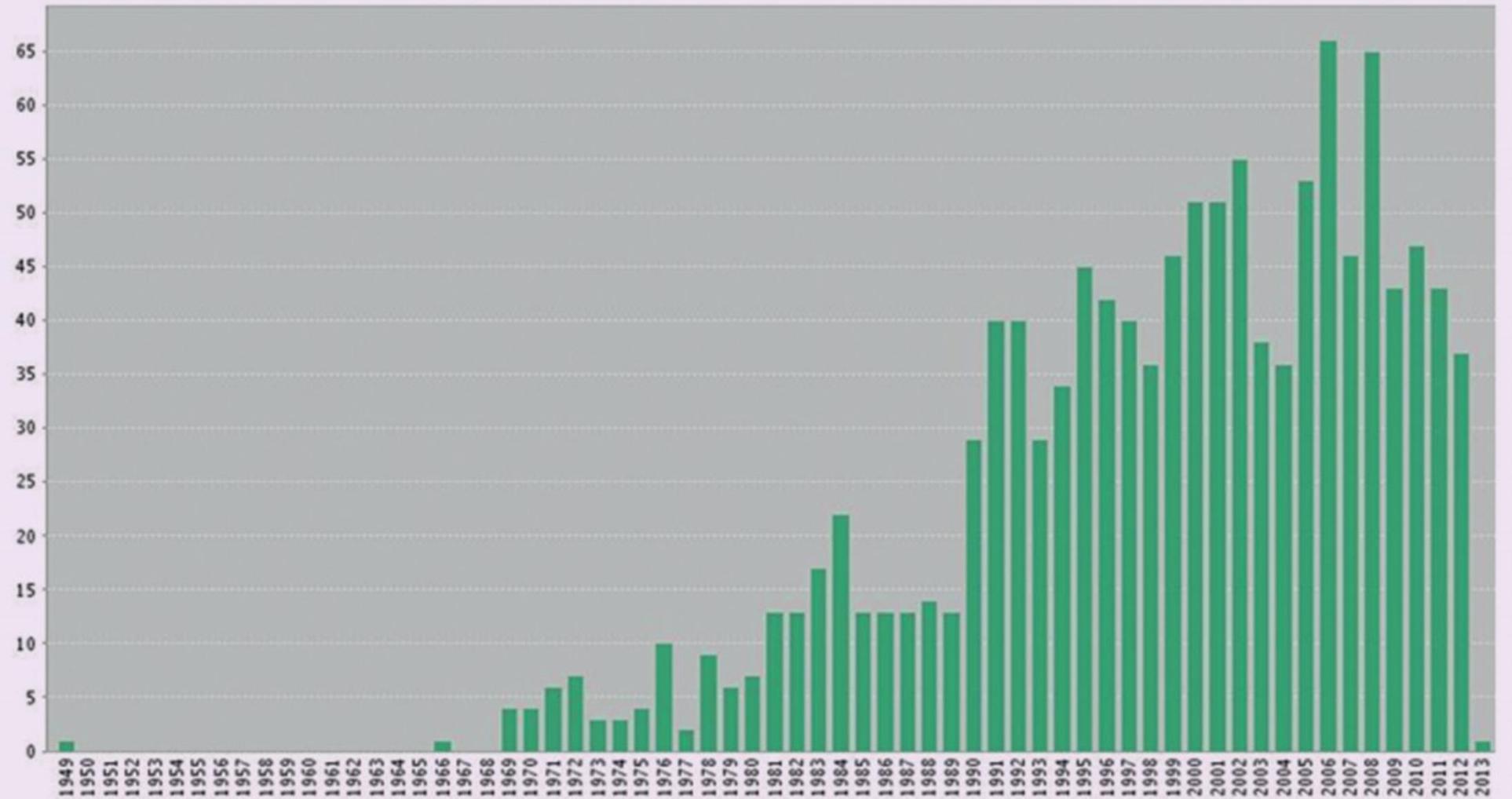
1922

1927  
1929

1948  
1949

2000

## Documentos científicos en los que es citado el Big Bang





Ralph Alpher y Robert Herman calculan la radiación de fondo en 2K

1900

1915  
1917

1922

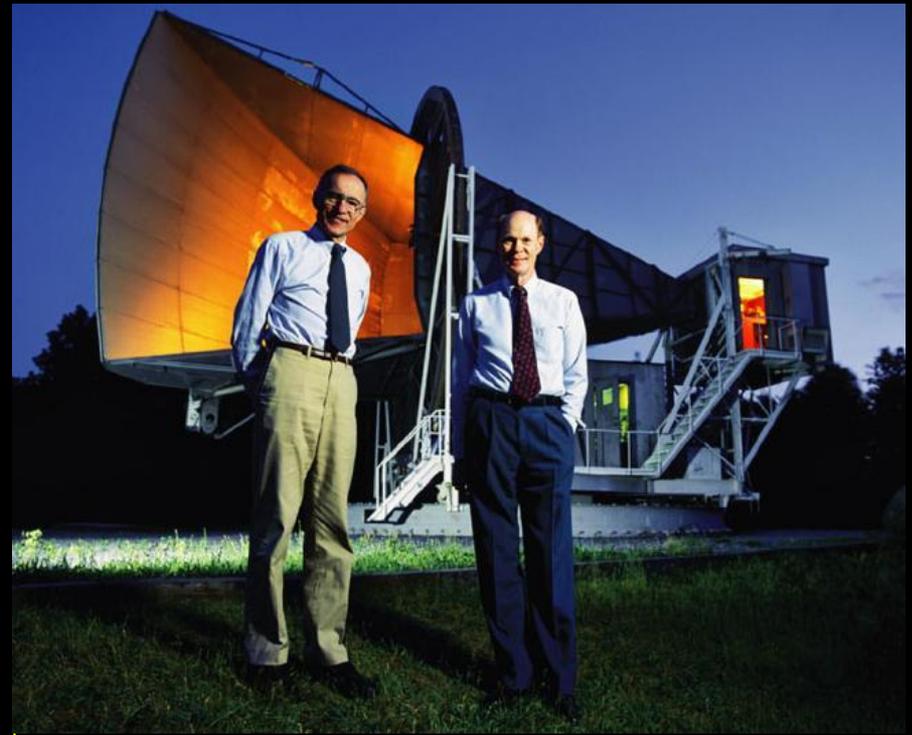
1927  
1929

1948  
1950

2000

Arno Penzias y Robert Wilson  
observan la radiación de fondo  
a 2,7K

En 1978 reciben el Premio Nobel  
de física



1900

1915  
1917

1922

1927  
1929

1948

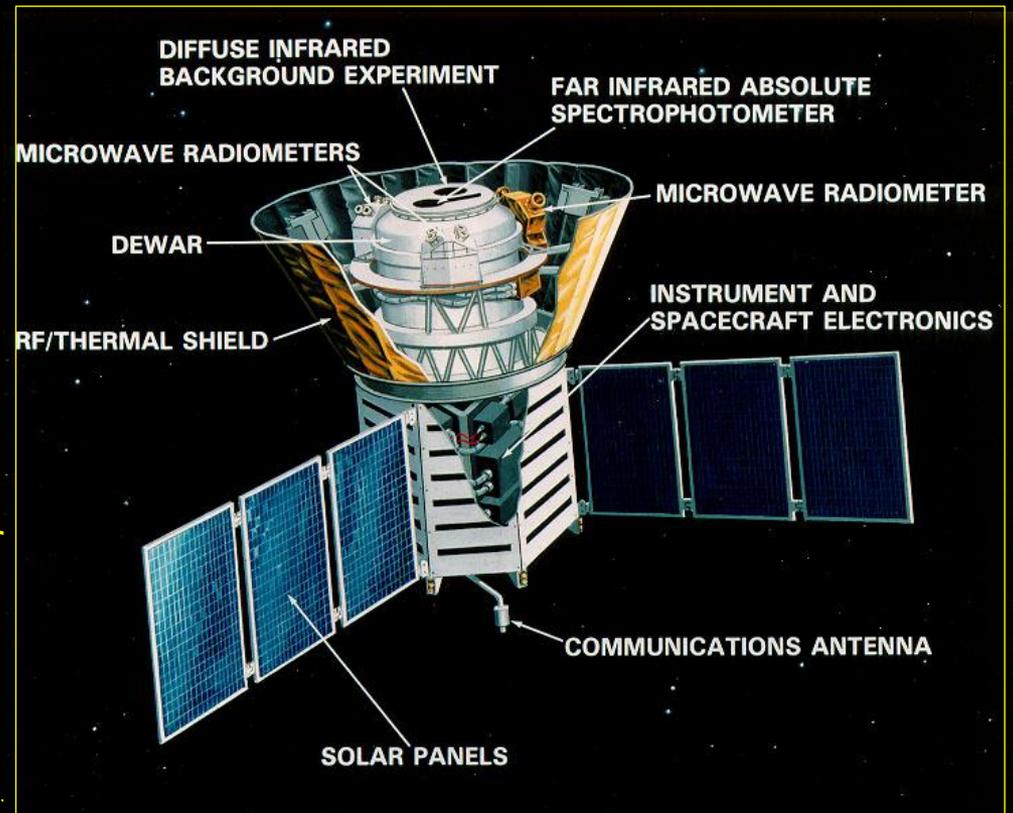
1950

1965

2000

El satélite COBE (Cosmic Background Explorer) de la NASA demuestra que el fondo de microondas se ajusta a la curva de un cuerpo negro a 2,7K

Dos de los principales investigadores del COBE, George Smoot y John Mather reciben el Premio Nobel en 2006



1900

1915  
1917

1922

1927  
1929

1948

1950

1965

1990

2000

1900

1915  
1917

1922

1927  
1929

1948

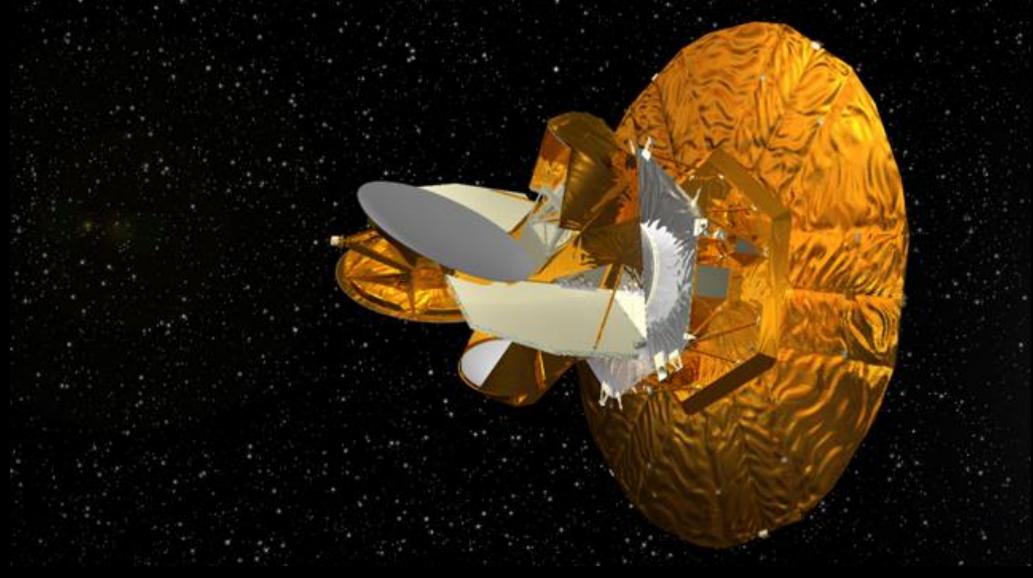
1950

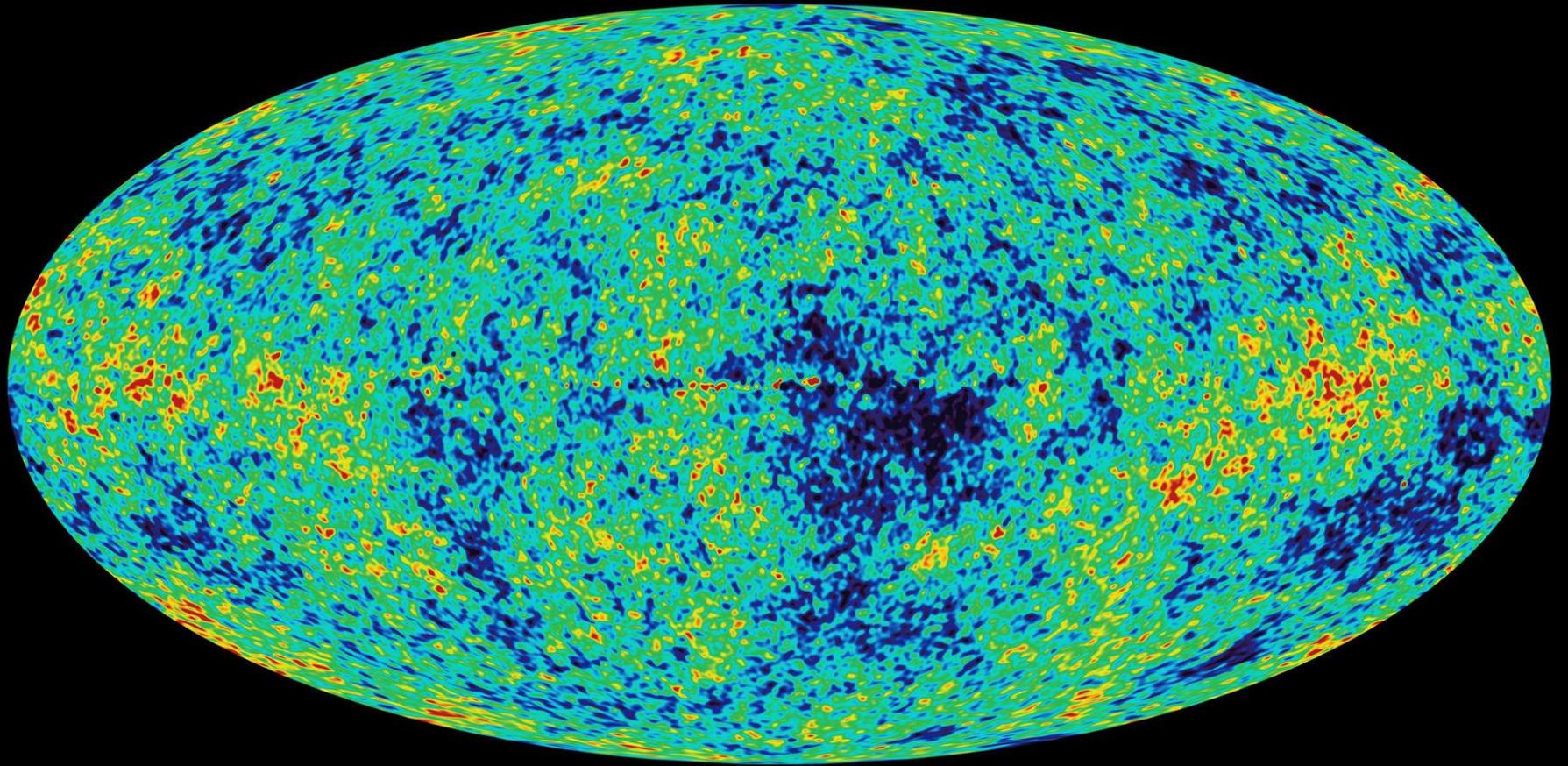
1965

1990

2003

El satélite WMAP de la NASA confirma el modelo cosmológico del Big Bang





Fondo cósmico de microondas. Imagen de WMAP



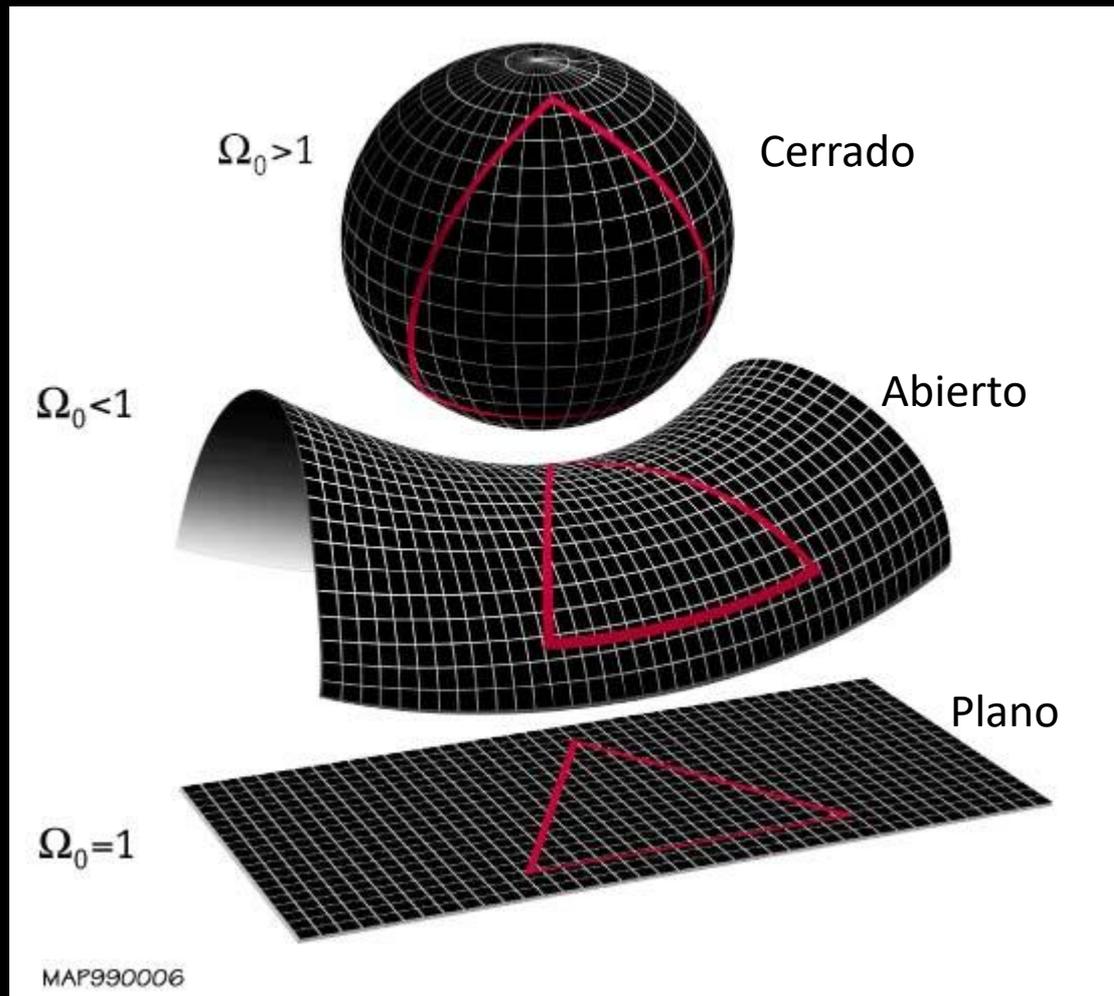
## DESCUBRIMIENTOS DEL WMAP

Edad del Universo: 13 700 millones de años

Constante de Hubble: 71 km/s/Mpc (8 km/h/100 a.l.)

Forma del Universo: plana con un 0,4% de margen de error (antes 15%)

Composición: 5% materia ordinaria, 27% materia oscura, 68% energía oscura



$\Omega$  = Parámetro de densidad

## Destino del Universo

Gravedad  
(Densidad  $\Omega$  )



Momento de expansión  
(Constante de Hubble  $H$ )

Si  $\Omega > 1$  el Universo colapsará

Las observaciones de WMAP sugieren que el U. se acelera

