

ACIERTOS Y PROBLEMAS DEL MODELO COSMOLÓGICO ESTÁNDAR

Susana J. Landau¹

¹Instituto de Física de Buenos Aires - CONICET - Universidad de Buenos Aires



DDF - Centro Cultural de la Ciencia - Agosto 2016

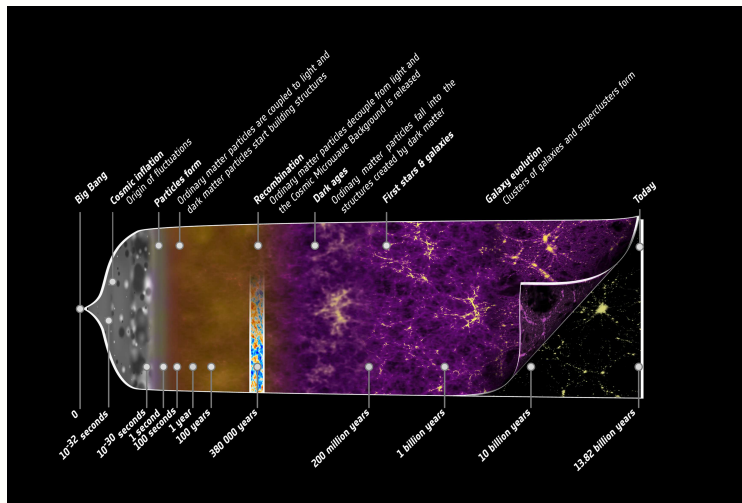


- Grupo de Relatividad General y Cosmología
 - ▶ Luis Chimento
- Gravitación y Cosmología: Teoría y Fenomenología
 - ▶ Claudio Simeone
 - ★ Emilio R. de Celis (estudiante de doctorado)
 - ★ María Cecilia Tomasini (estudiante de doctorado)
 - ▶ Susana Landau
 - ★ Ivan Sanchez (posdoc)
 - ★ Gabriel León (posdoc)
 - ★ María Pía Piccirili (estudiante de doctorado - FCAGLP-UNLP)
 - ★ Carolina Negrelli (estudiante de doctorado - FCAGLP-UNLP)
- Docentes con dedicación simple en el DF que investigan en el área
 - ▶ Ernesto Eiroa (IAFE)
 - ▶ Rafael Ferraro (IAFE)
 - ▶ Osvaldo Santillán (DM)
- EN LA FRONTERA
 - ▶ Esteban Calzetta, Gaston Giribet, Fernando Lombardo, Carmen Nuñez

ESQUEMA DE LA CHARLA

- Datos astronómicos: Supernovas, FCR, Cartografiados de Galaxias.
- Definición del modelo cosmológico estándar.
- Problemas del modelo cosmológico estándar.
- Aporte de nuestro grupo a la discusión sobre el modelo cosmológico estándar.

HISTORIA DEL UNIVERSO



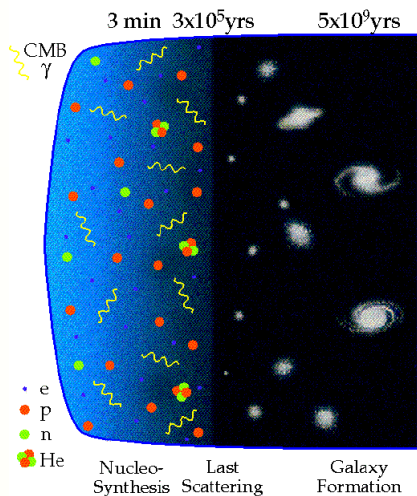
SUPERNOVAS TIPO IA



- Las supernovas tipo IA (SNIa) son enanas blancas compuestas principalmente de carbono-oxígeno.
- A partir de las mediciones de luminosidad de la explosión y el espectro de la enana blanca es posible estimar la composición de materia del universo.
- El premio Nobel de Física 2011 fue otorgado por el descubrimiento de la expansión acelerada del universo.

FORMACIÓN PRIMORDIAL DEL HIDRÓGENO NEUTRO

(Very) Brief History



MAPAS DE TEMPERATURA-PLANCK

Planck all-sky foreground maps

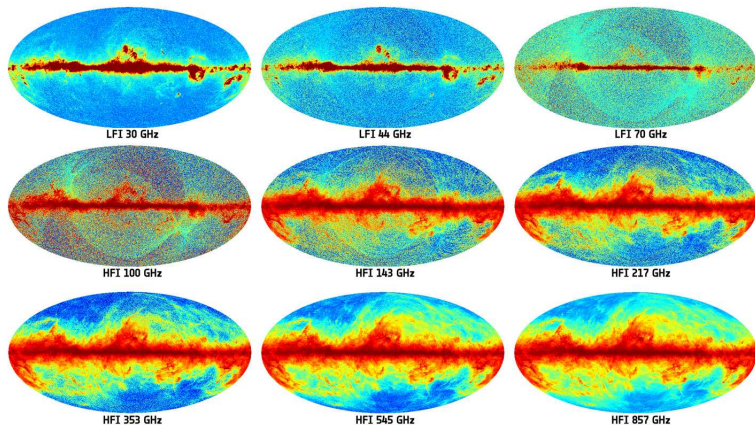


FIGURE: Planck collaboration

MAPAS DE TEMPERATURA-WMAP-PLANCK

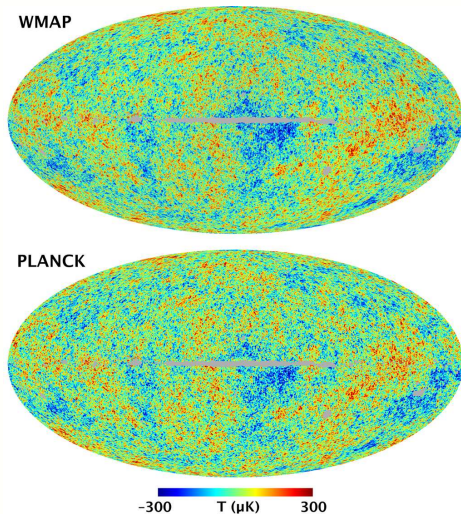
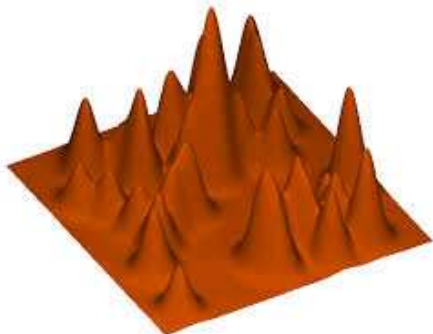
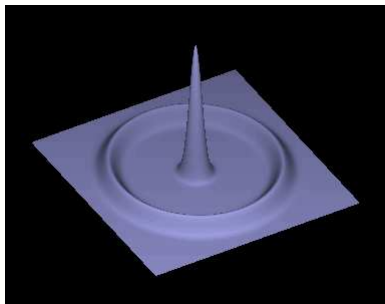


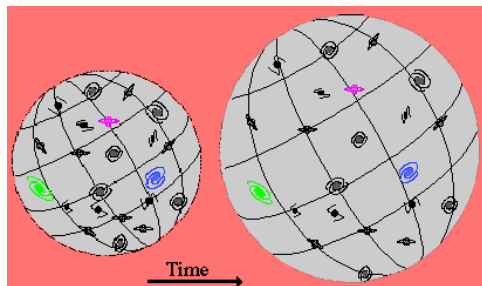
FIGURE: WMAP collaboration - Planck collaboration

OSCILACIONES ACÚSTICAS DE BARIONES



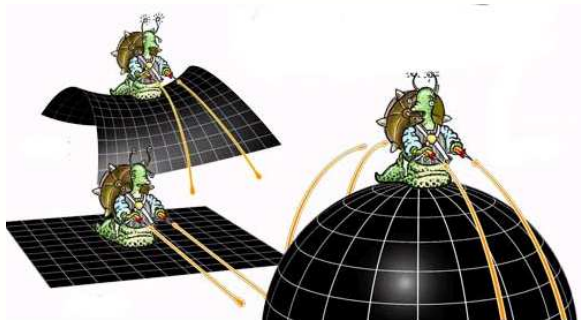
- Las observaciones de estructuras a gran escala y la función de correlación de galaxias que observamos hoy contiene una escala característica r_s .

¿QUÉ SABEMOS ACERCA DEL UNIVERSO?



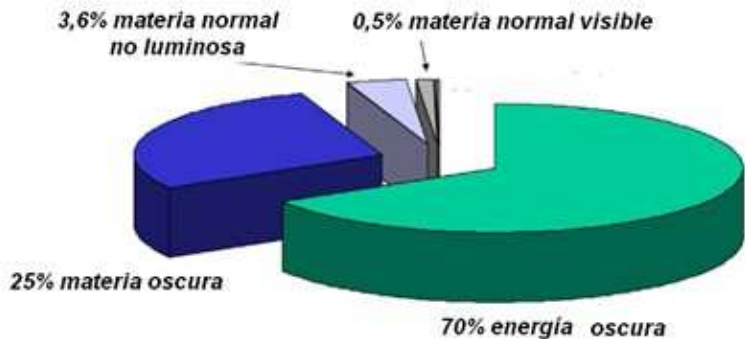
- El Universo es isotrópico y homogéneo a escalas mayores a 100 Mpc (1 Mpc = 3.08×10^{19} km)
- El Universo se está expandiendo de manera acelerada

¿CÓMO ES LA GEOMETRÍA ESPACIAL DEL UNIVERSO?



- La geometría espacial del universo es plana

COMPOSICIÓN DEL UNIVERSO



Geometría del Universo: Métrica de
Friedmann-Robertson-Walker plana

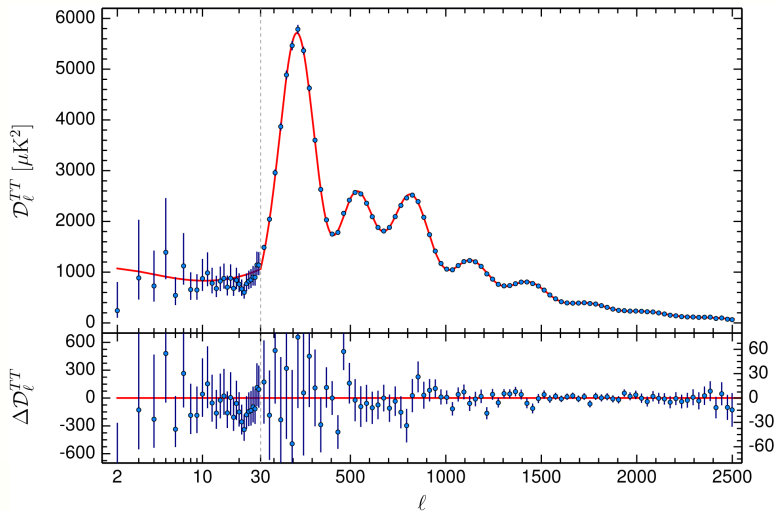
+

Composición: materia oscura, materia bariónica,
radiación, energía oscura

+

Modelo para la etapa inflacionaria del universo
 10^{-34} seg $< t < 10^{-32}$ seg.

ACIERTOS DEL MODELO COSMOLÓGICO ESTÁNDAR (FCR)



ACIERTOS DEL MODELO COSMOLÓGICO ESTÁNDAR (FCR)

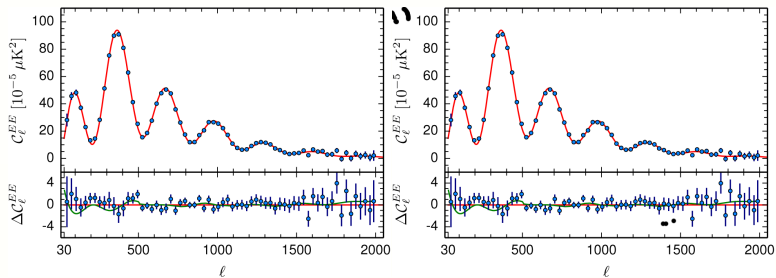


FIGURE: Curva roja: predicción del modelo cosmológico estándar (FCR)

ACIERTOS DEL MODELO COSMOLÓGICO ESTÁNDAR (SUPERNOVAS)

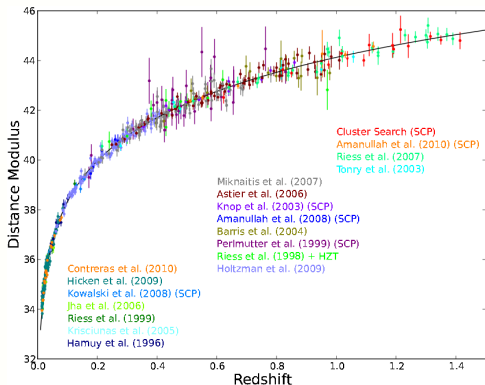


FIGURE: Curva negra: predicción del modelo cosmológico estándar

PROBLEMAS DEL MODELO COSMOLÓGICO ESTÁNDAR:

Las Ecuaciones de Einstein:

$$R_{\mu\nu} = 8\pi GT_{\mu\nu}$$

- $R_{\mu\nu}$ determina la geometría del espacio - tiempo y en consecuencia la dinámica del factor de expansión del universo.
- $T_{\mu\nu}$ esta determinado por el contenido de materia y energía del universo (materia ordinaria, materia oscura, radiación, constante cosmológica, energía oscura???)

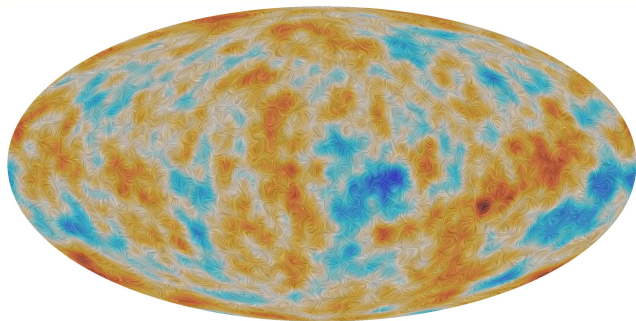
El problema: Para poder explicar la expansión acelerada actual del universo en el modelo cosmológico estándar se necesitan condiciones iniciales muy poco probables.

La hipótesis alternativa: campos escalares, teorías modificadas de gravedad: $f(R)$, Vainstein, Hordesky, etc.

NUESTRO APORTE A LA DISCUSIÓN SOBRE LOS PROBLEMAS DEL MODELO COSMOLÓGICO ESTÁNDAR:

- Testeamos modelos de inflación alternativos con datos del Fondo Cósmico de Radiación.
 - ▶ Realizamos análisis estadísticos donde incluimos las predicciones de los modelos alternativos.
- Estudiamos las violaciones al Principio de Equivalencia en teorías de campos camaleones y $f(R)$
 - ▶ Estudiamos el problema de dos cuerpos en teorías de campos camaleones y $f(R)$ y comparamos con datos experimentales.
- Testeamos un modelo alternativo para la expansión acelerada del universo con datos de supernovas tipo Ia.
- Testeamos un modelo alternativo para la materia oscura (MOG) con datos de nuestra galaxia.

GRACIAS !!!!



CÓMO LO HACEMOS?:

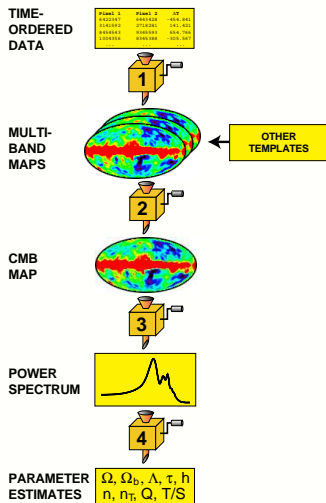
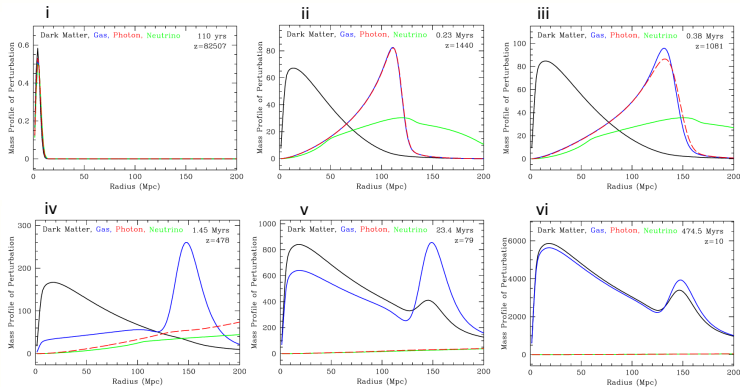


FIGURE: Cosmic Microwave Background Temperature Fluctuation Spectrum

CRECIMIENTO DE LAS PERTURBACIONES



Figures courtesy of Daniel Eisenstein /Sloan Digital Sky Survey