

# IL BIG BANG

Teorie sull' origine dell' Universo

# Obbiettivo

- Chiarire i limiti della conoscenza scientifica
- Illustrare il cammino storico e scientifico che ha portato la teoria del Big Bang ad affermarsi
- Descrivere l'evoluzione dell'Universo dal suo istante iniziale fino ad oggi
- Evidenziare punti di forza e di debolezza della teoria

# Obiettivo della seconda conferenza

- Descrivere l'evoluzione della teoria fino al modello  $\Lambda$ -CDM aggiornata fino ad oggi
- Energia oscura e materia oscura
- Esaminare e criticare i modelli alternativi
- Multiverso
- Illustrare le varie ipotesi su ciò che accadde prima del Big Bang
- Dare uno sguardo all'infinito futuro
- Cosa possiamo aspettarci nei prossimi 10 anni

# Teorie scientifiche

- Una teoria scientifica è un modello o un insieme di modelli che spiegano i dati osservativi a disposizione, e che offrono predizioni che possono essere verificate. Nella scienza, una teoria non può essere mai completamente provata, perché non è possibile assumere che conosciamo tutto ciò che c'è da conoscere (compresi eventuali elementi che potrebbero screditare la teoria). Invece, le teorie che spiegano le osservazioni vengono accettate finché un'altra osservazione non è in disaccordo con esse.

# Teorie scientifiche

- Nel gergo scientifico tale parola indica un insieme di descrizioni e modelli che hanno una solida base empirica, e cioè:
- *parsimonia*, cioè l'utilizzo del minor numero di ipotesi per spiegare un fenomeno (il cosiddetto [rasoio di Occam](#));
- *consistenza*, cioè la mancanza di contraddizioni logiche e la capacità di spiegare anche i fenomeni precedentemente osservati e spiegati in altro modo;
- *pertinenza*, cioè la capacità di spiegare il fenomeno osservato;
- *testabilità e falsificabilità*, cioè la possibilità di testare e confutare la teoria;
- *riproducibilità*, cioè la capacità di fare previsioni che possano essere testate da ogni osservatore, anche in un futuro indefinito;
- *modificabilità e dinamicità*, cioè la possibilità di essere modificata in seguito a nuove osservazioni;
- *l'assunzione* che le precedenti teorie siano approssimazioni, e la possibilità che lo stesso sia detto da una futura teoria;
- *l'incertezza* di tale teoria, che dunque non assume un valore di verità assoluta.
- Una teoria che non soddisfi tutti questi criteri non rientra nell'ambito della scienza.

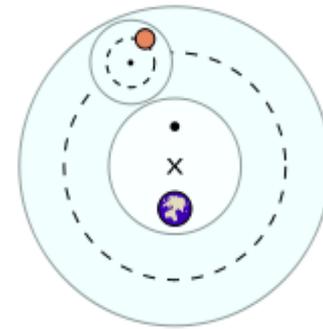
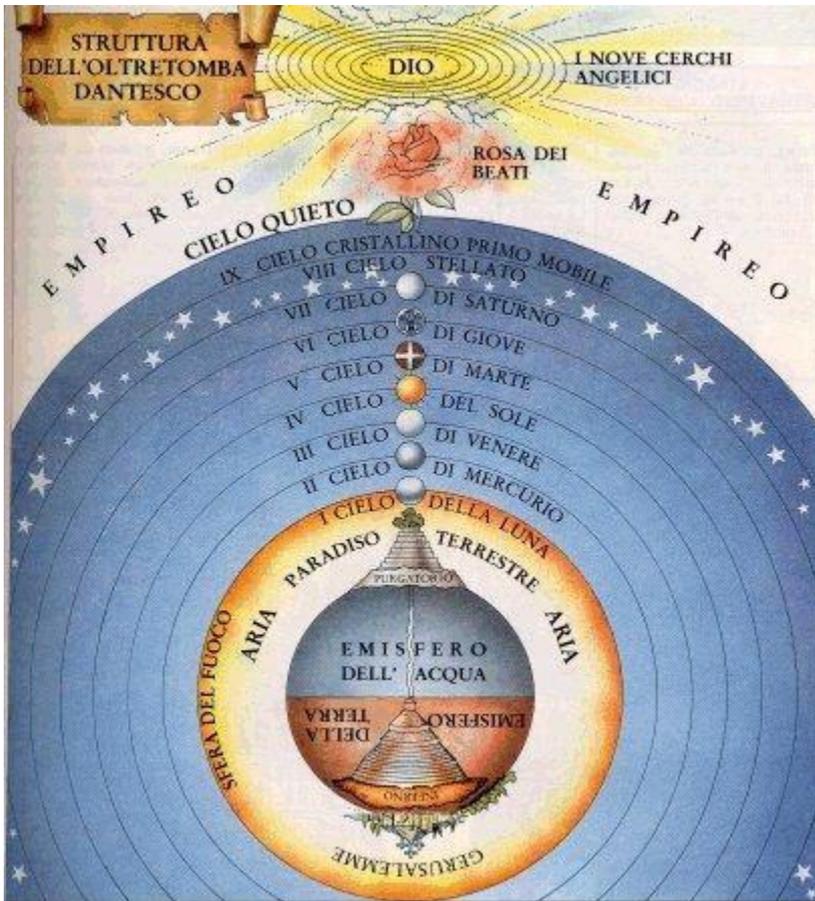
# Teorie scientifiche

- La scienza non è in grado di dimostrare, né produrre, verità assolute e indiscusse. Piuttosto verifica coerentemente al meglio le ipotesi sui diversi aspetti del mondo fisico, e quando necessario si rimette in discussione, rivedendo le sue teorie alla luce di nuovi dati e osservazioni

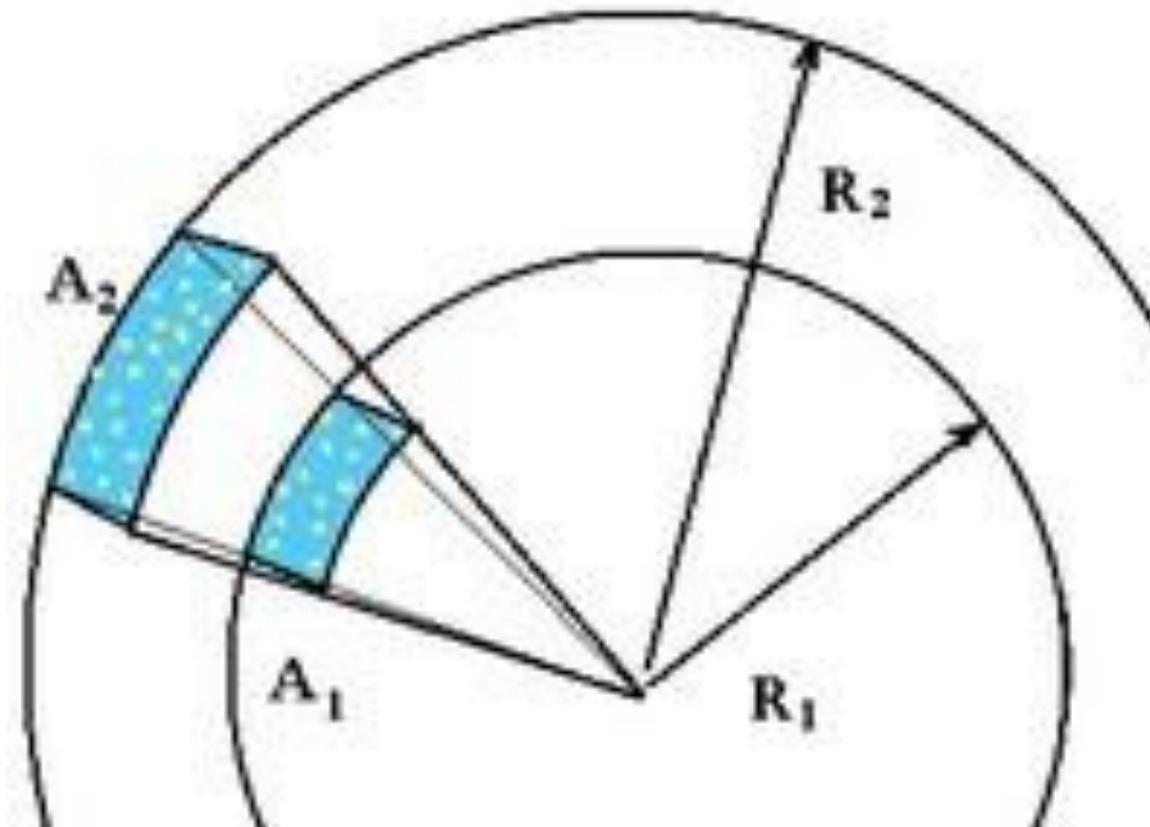


**ALLA SCOPERTA DELL' UNIVERSO**

# L' UNIVERSO TOLEMAICO



L'immagine mostra in modo schematico un ipotetico pianeta in orbita attorno alla Terra secondo la concezione tolemaica. La X rappresenta il centro del sistema, l'orbita più grande è il deferente, quella più piccola l'epiciclo, il punto nero vicino al centro del sistema è l'[equante](#)



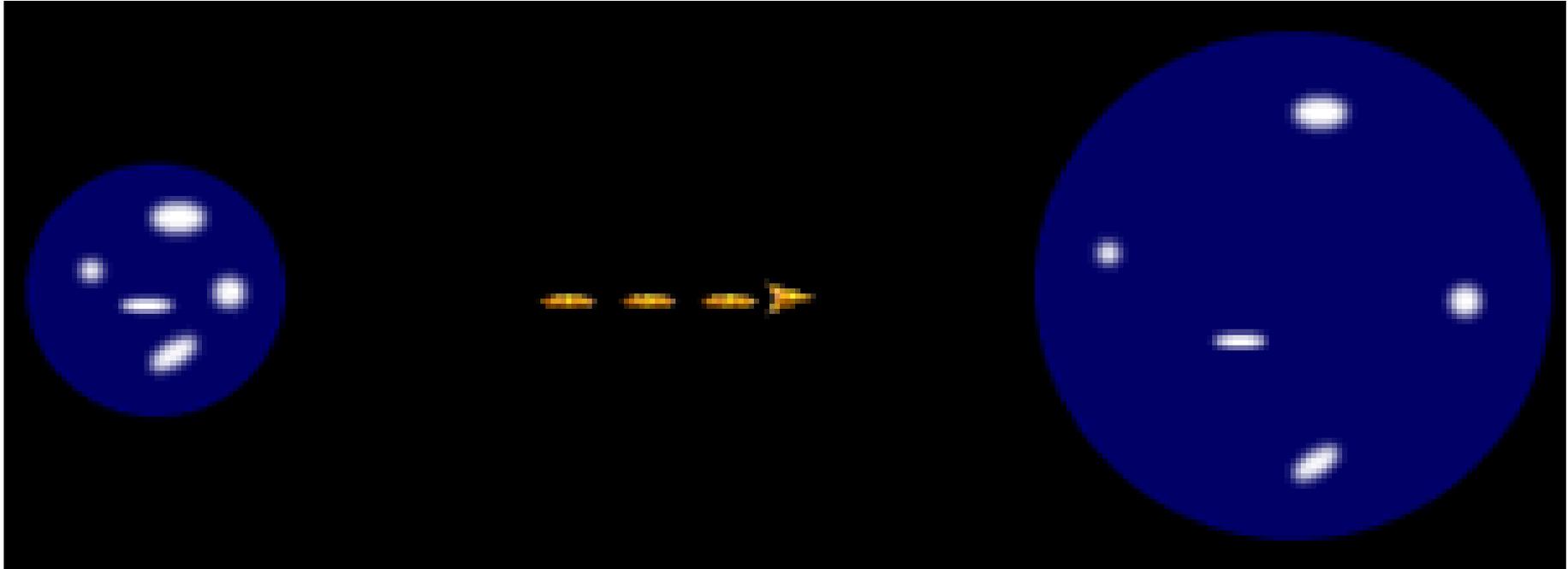
## LUMINOSITA' DEL CIELO NOTTURNO

Se  $R$  e' infinito la luminosita' e' pari alla luminosita' media della superficie delle stelle

# EQUAZIONE DELLA REL. GEN.

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

- dove:
  - $R_{\mu\nu}$ : tensore di curvatura di Ricci,
  - $R$ : curvatura scalare, cioè la traccia di
  - $g_{\mu\nu}$ : tensore metrico,
  - $\Lambda$ : costante cosmologica,
  - $T_{\mu\nu}$ : tensore stress-energia,
  - $c$ : velocità della luce,
  - $G$ : costante gravitazionale.
- Il tensore descrive la metrica dello spazio-tempo ed è un tensore simmetrico 4x4, che quindi ha 10 componenti indipendenti. Si deve però tenere conto della libertà di gauge della teoria: è possibile effettuare una trasformazione qualunque sulle quattro coordinate, il che porta a sei le componenti effettivamente indipendenti.



- LEGGE DI HUBBLE
- tutte le galassie si allontanano fra loro con una velocità che è direttamente proporzionale alla loro distanza:
- $V = H \times D$
- V = velocità di allontanamento di una galassia in km/sec;
- D = distanza misurata in megaparsec
- H = costante di Hubble

# Equazioni di Friedman Lemaitre

$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4}{3}\pi G(\rho + 3\frac{p}{c^2})a + \frac{\Lambda}{3}$$

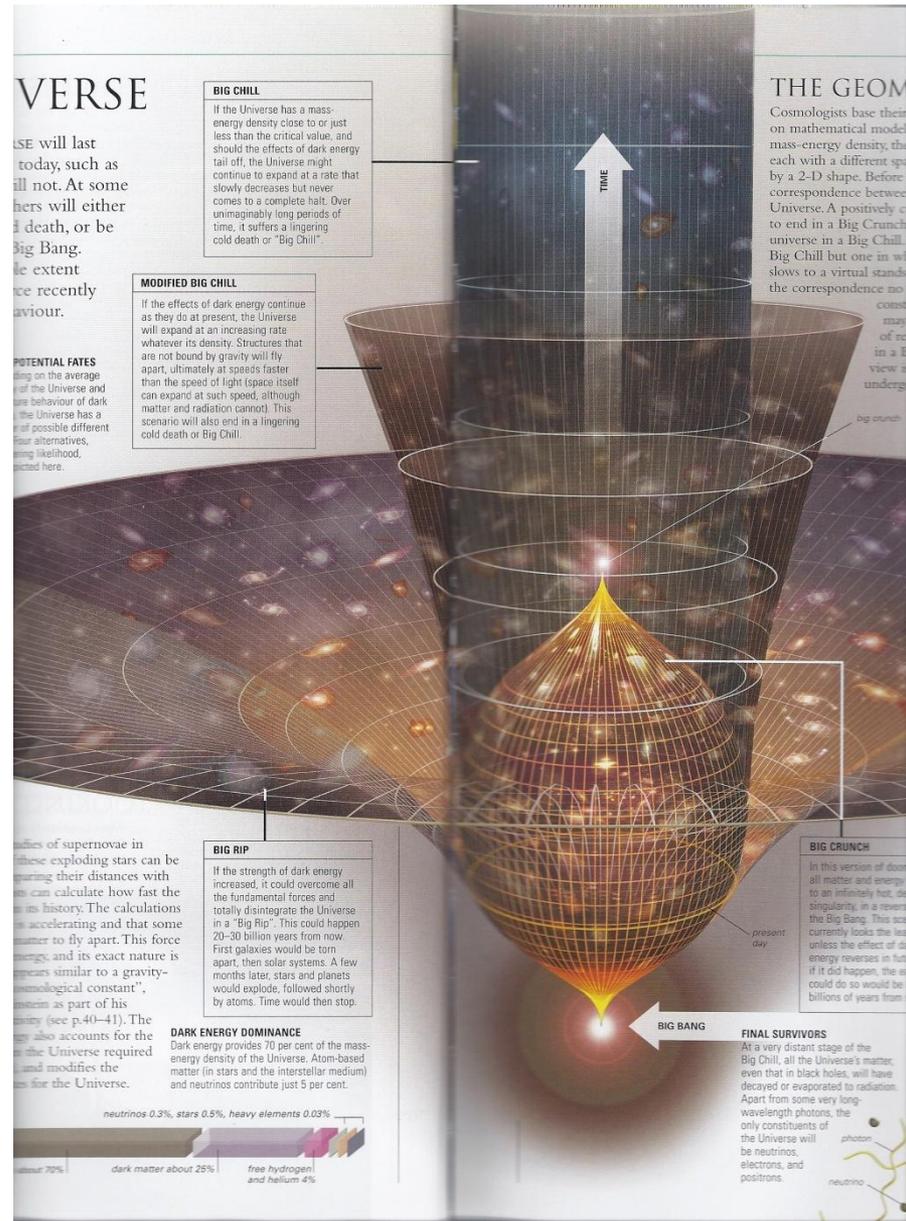
$$\dot{a}^2 = \frac{8}{3}\pi G\rho a^2 - Kc^2 + \frac{\Lambda}{3}$$

# UNIVERSO DI FRIEDMAN-LEMAITRE

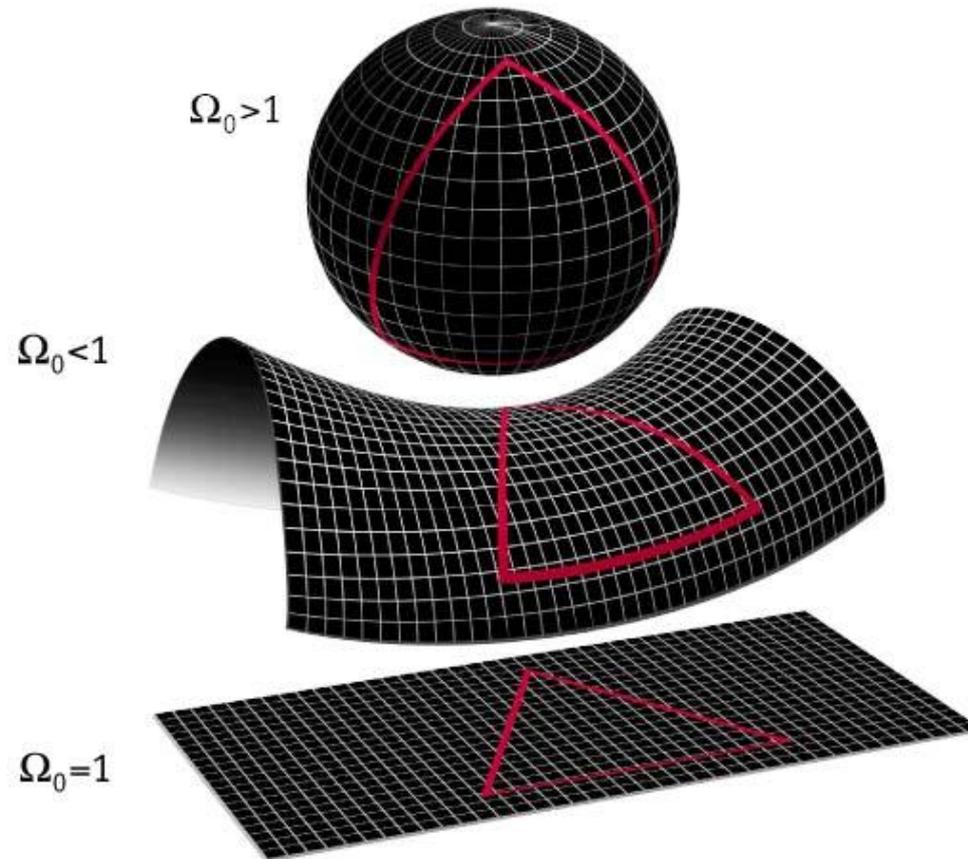
L'UNIVERSO SI ESPANDE O SI CONTRAE

HA AVUTO UN INIZIO

LA SUA EVOLUZIONE DIPENDE DALLA SUA DENSITA'

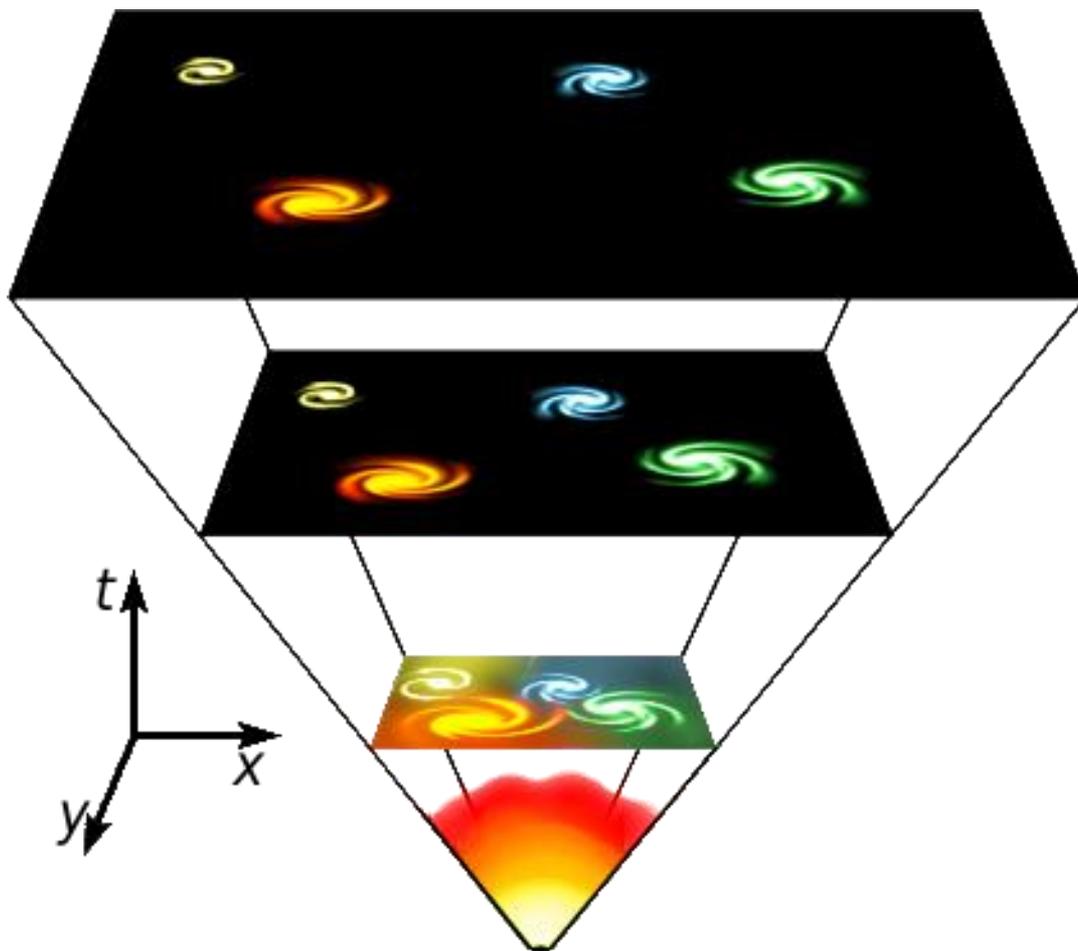


# Curvatura dello spazio

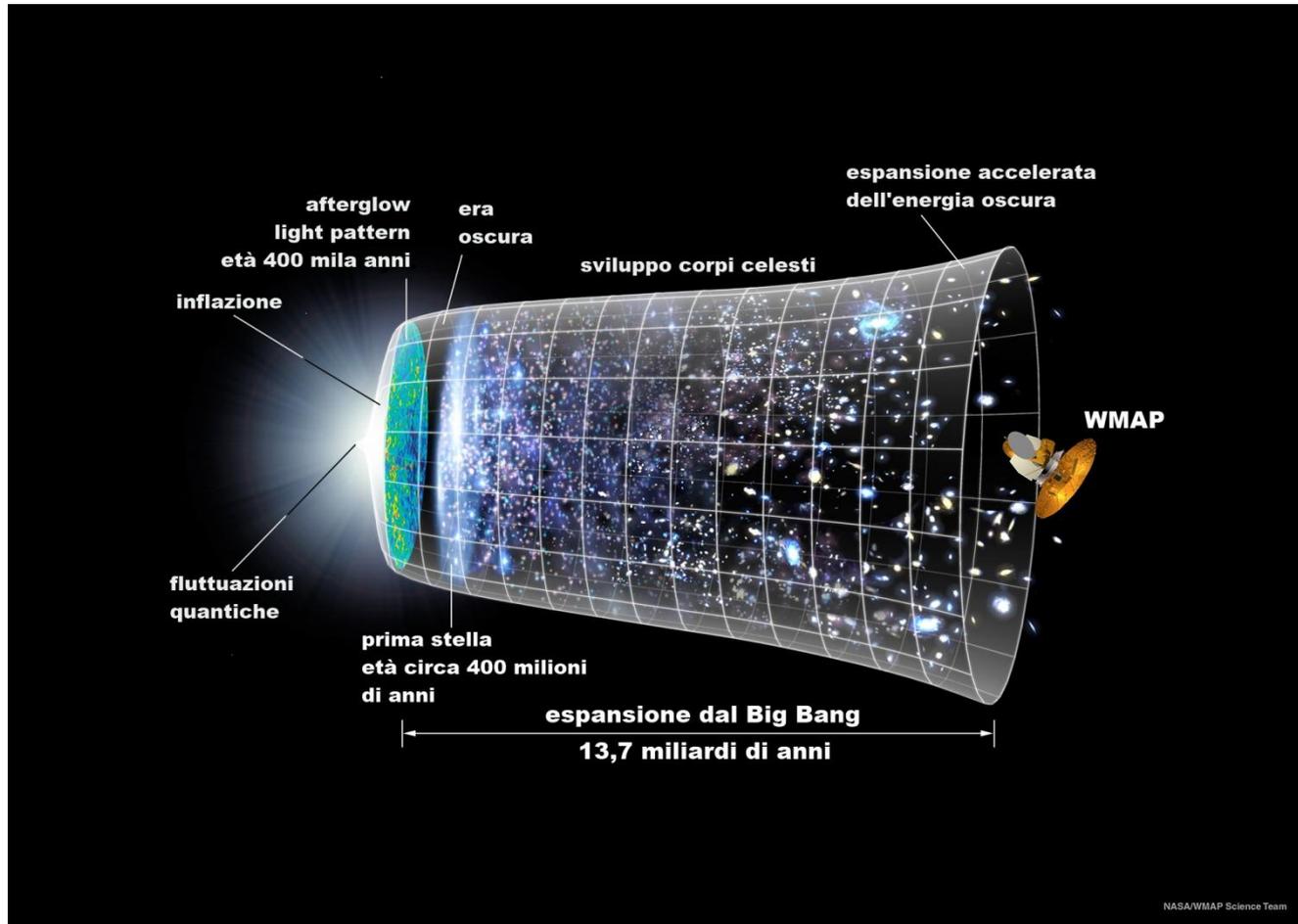


MAP990006

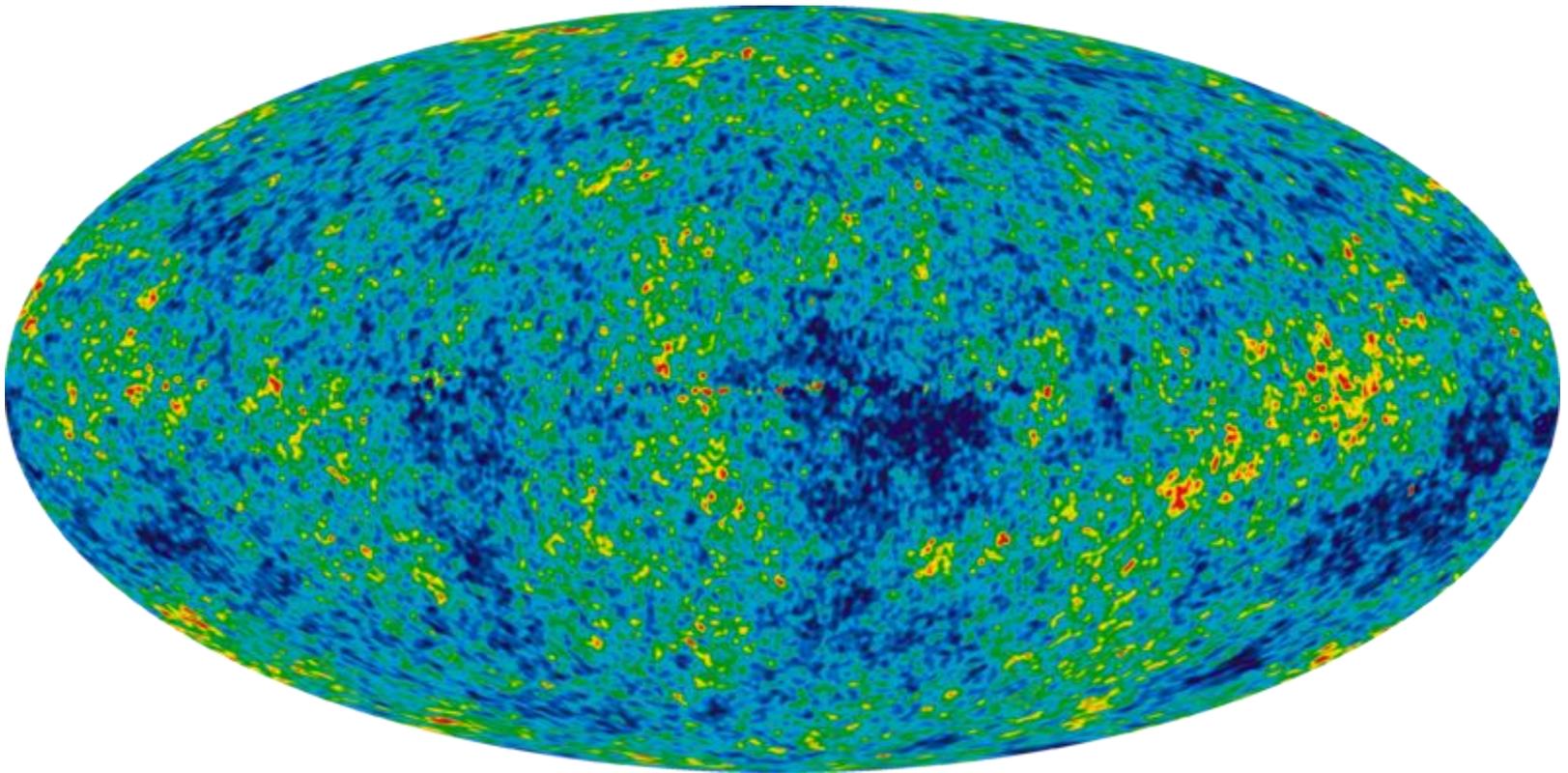
# Possiamo vedere il Big Bang?



# Ecco il Big Bang



Ed ecco la sua fotografia



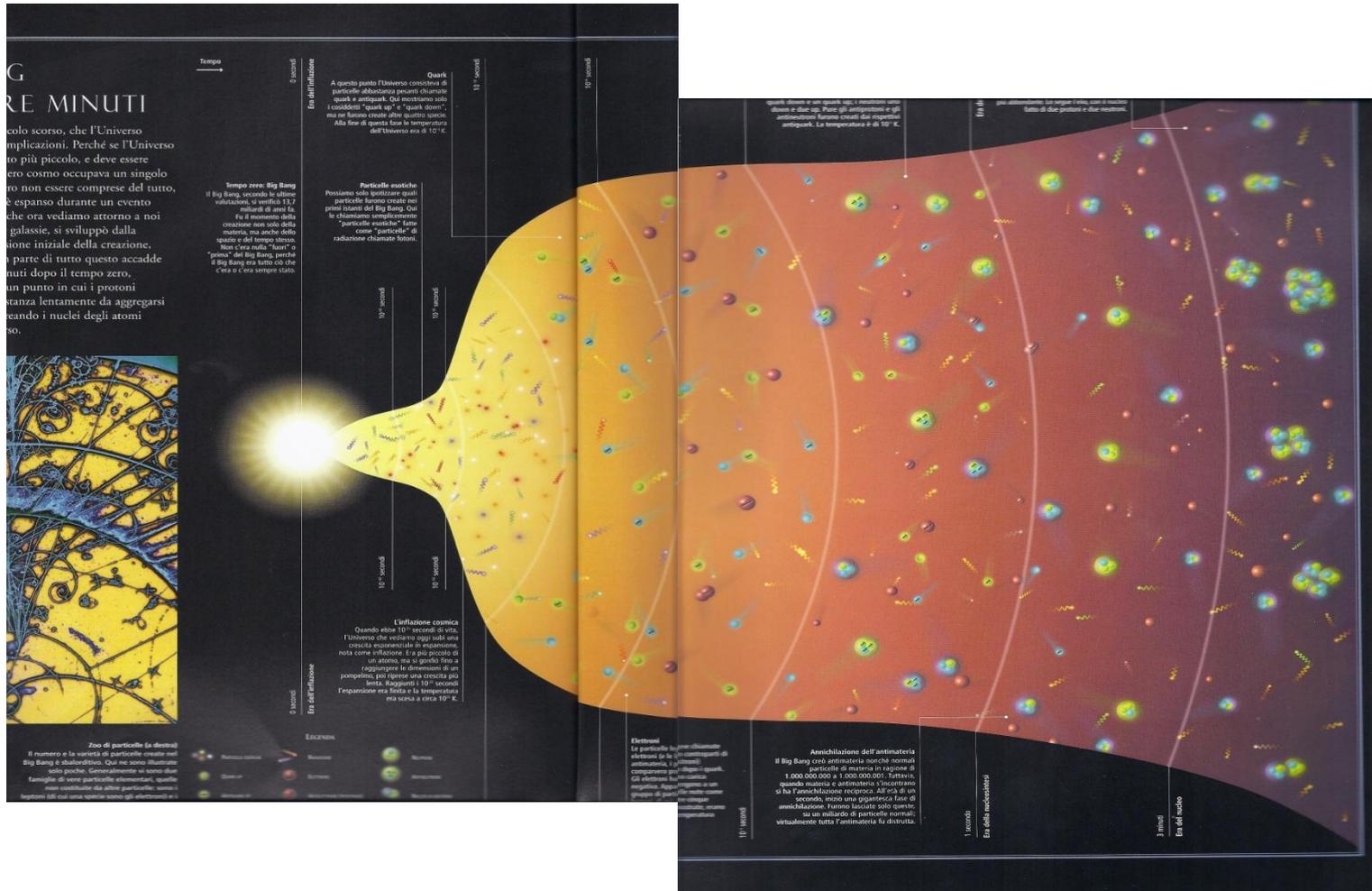
# PROBLEMI ANCORA INSOLUTI

- OMOGENEITA' SUPERIORE A 1/10.000
- DENSITA' = DENSITA' CRITICA

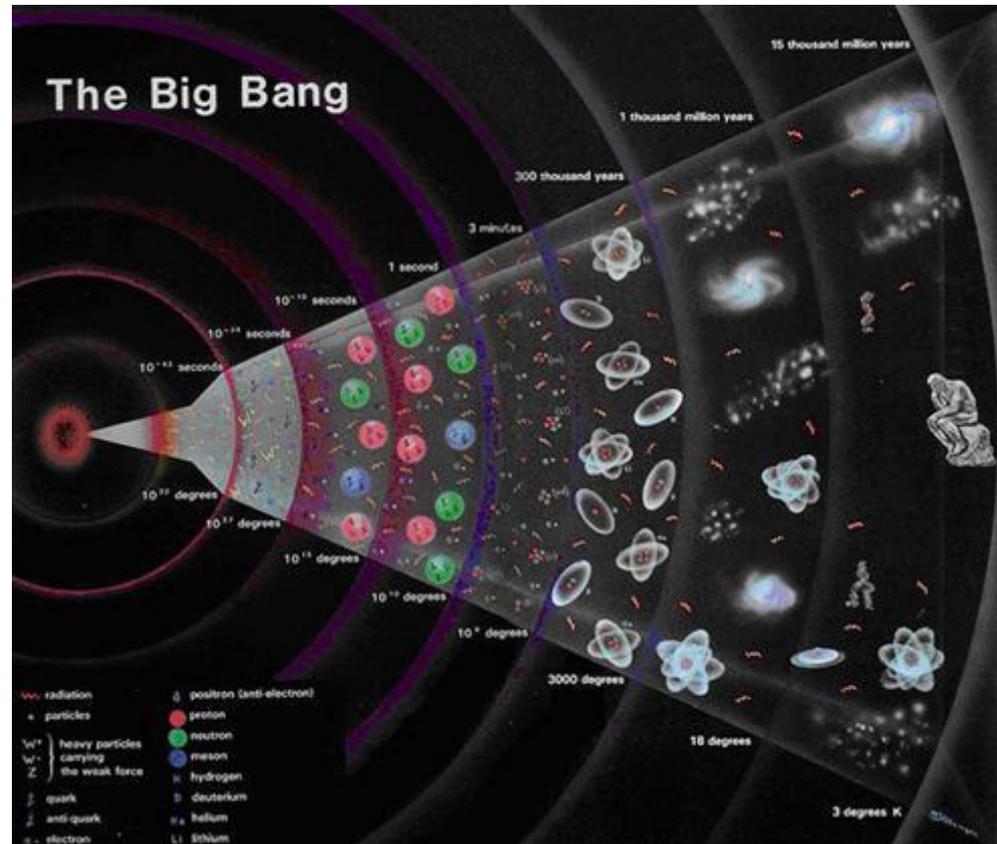
# SOLUZIONE DI GUTH

- ESPANSIONE PRIMORDIALE INFLAZIONISTICA
- RISULTATO: PRIMA FASE INFERIORE A VELOCITA' DELLA LUCE
- DENSITA' NECESSARIAMENTE VICINO A QUELLA CRITICA

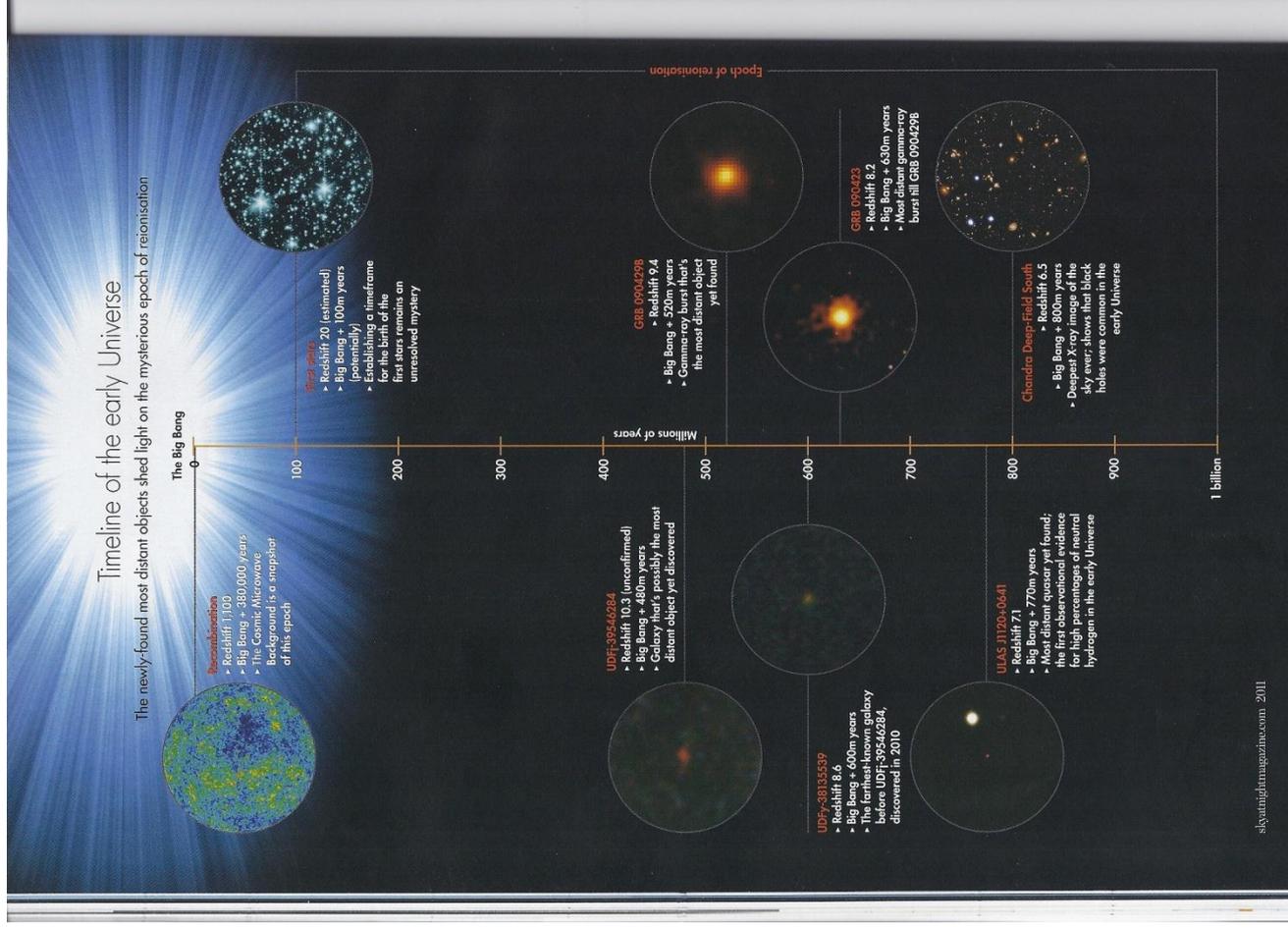
# Il big bang rivisitato



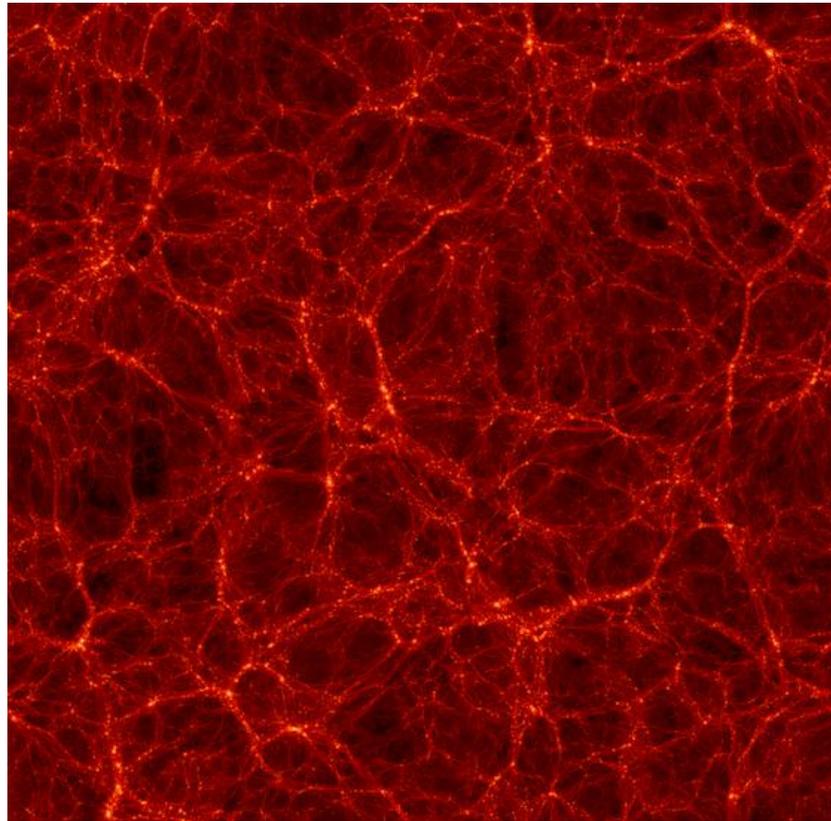
# E la formazione dell' Universo



# Il primo miliardo di anni



L' universo come e' oggi



# LA SORPRESA DEL 1998

