

CoCo 2025



Universidad
Industrial de
Santander



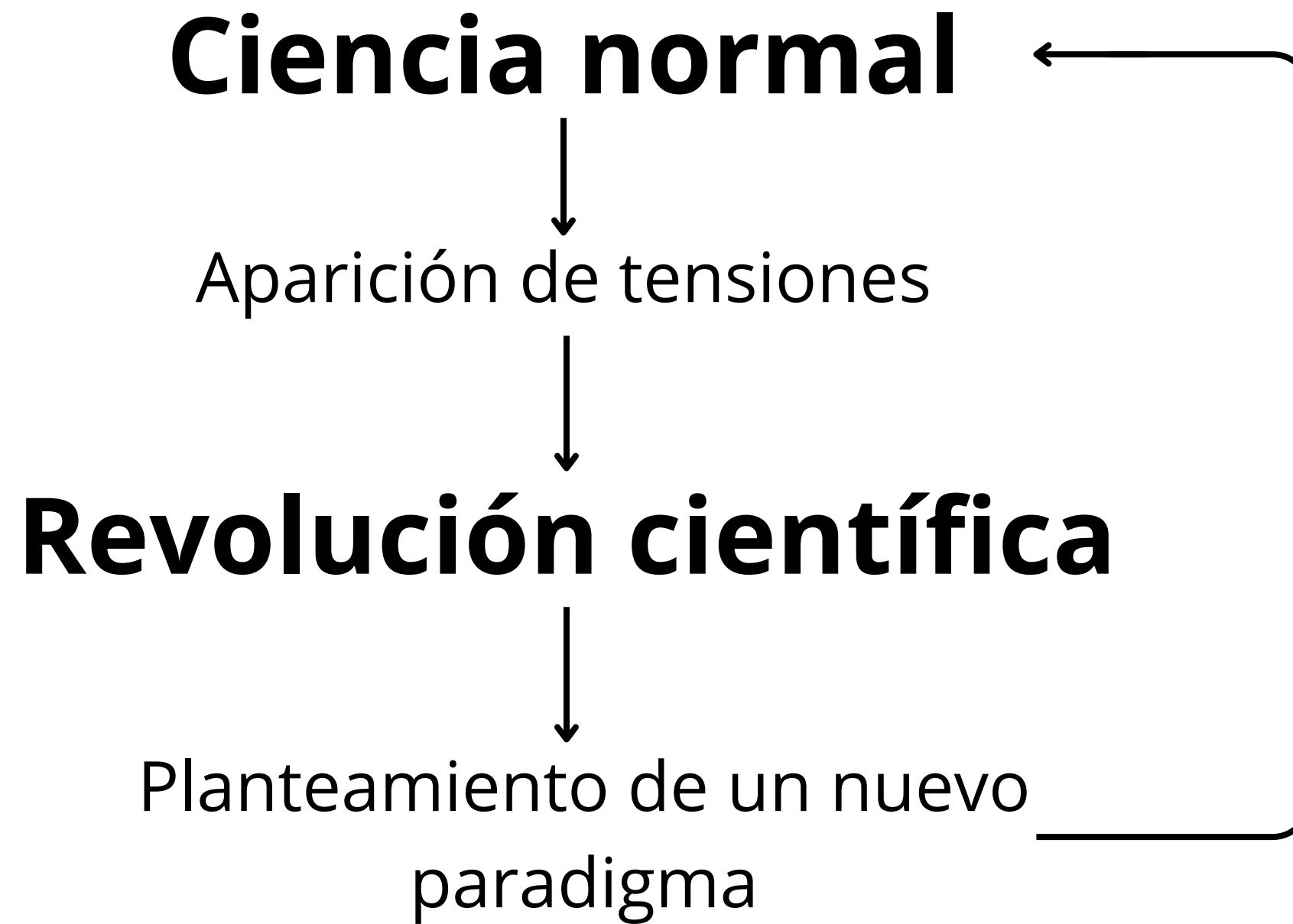
Modelos de Universo viscoso y la tensión de Hubble

David Moreno - J. Bayron Orjuela - Yeinzon Rodríguez

Tabla de contenido

1. Introducción
2. La tensión de Hubble
3. Soluciones
4. Modelos viscosos
5. Avances

¿Cómo avanza la ciencia?



La tensión de Hubble

Discrepancia entre las mediciones hechas al parámetro de Hubble hoy en día, según el objeto que se use.

La tensión de Hubble

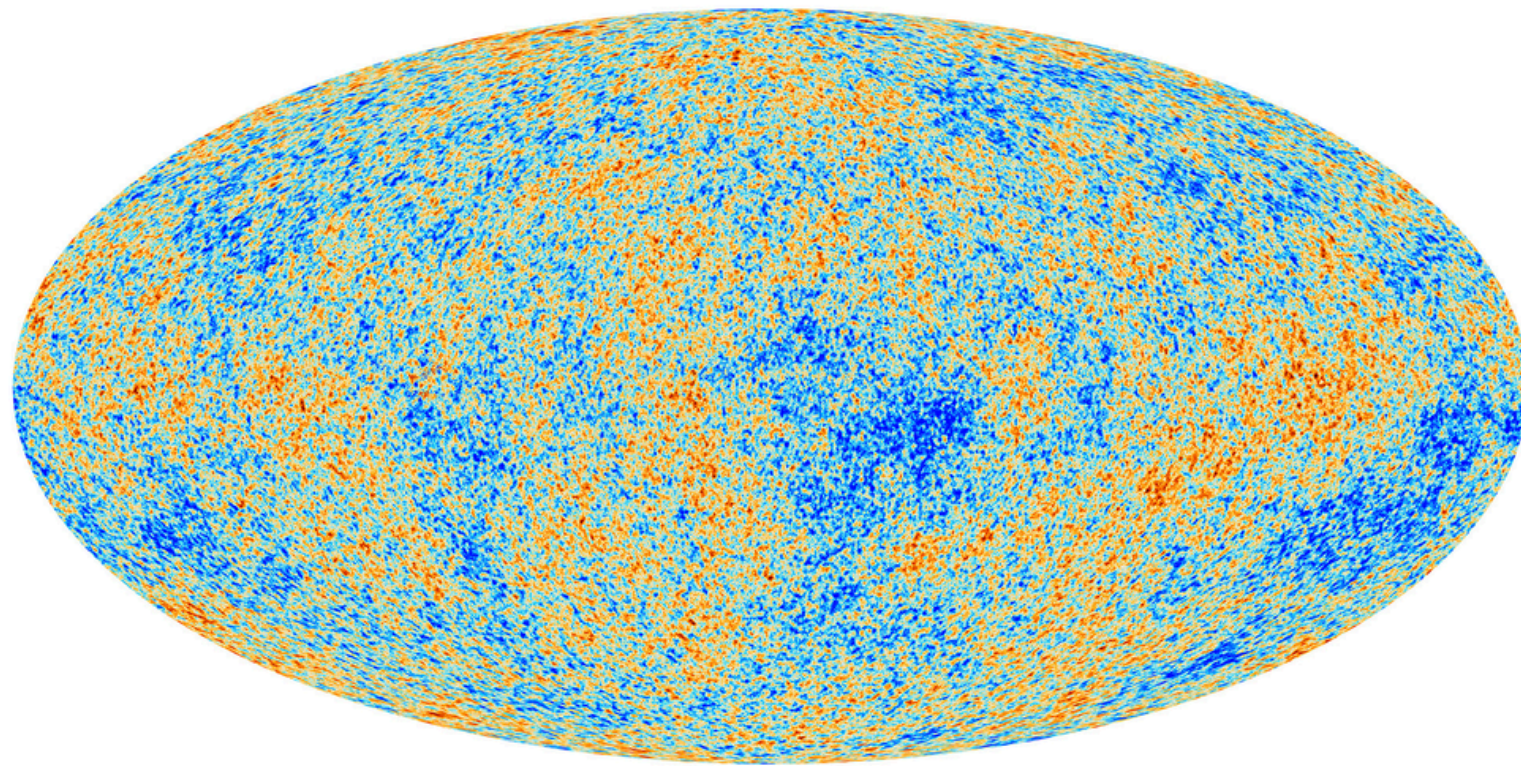
Supernovas Tipo Ia



- Paralaje
- Velas estándar
- Corrimiento al rojo

La tensión de Hubble

Cosmic Microwave Background



1. Se calcula el horizonte acústico a partir de los parámetros de densidad
2. Con la distancia entre los picos se calcula la distancia angular del mismo y se calcula el diámetro angular
3. Se infiere el parámetro libre en el modelo que mejor se ajusta para este diámetro

La tensión de Hubble

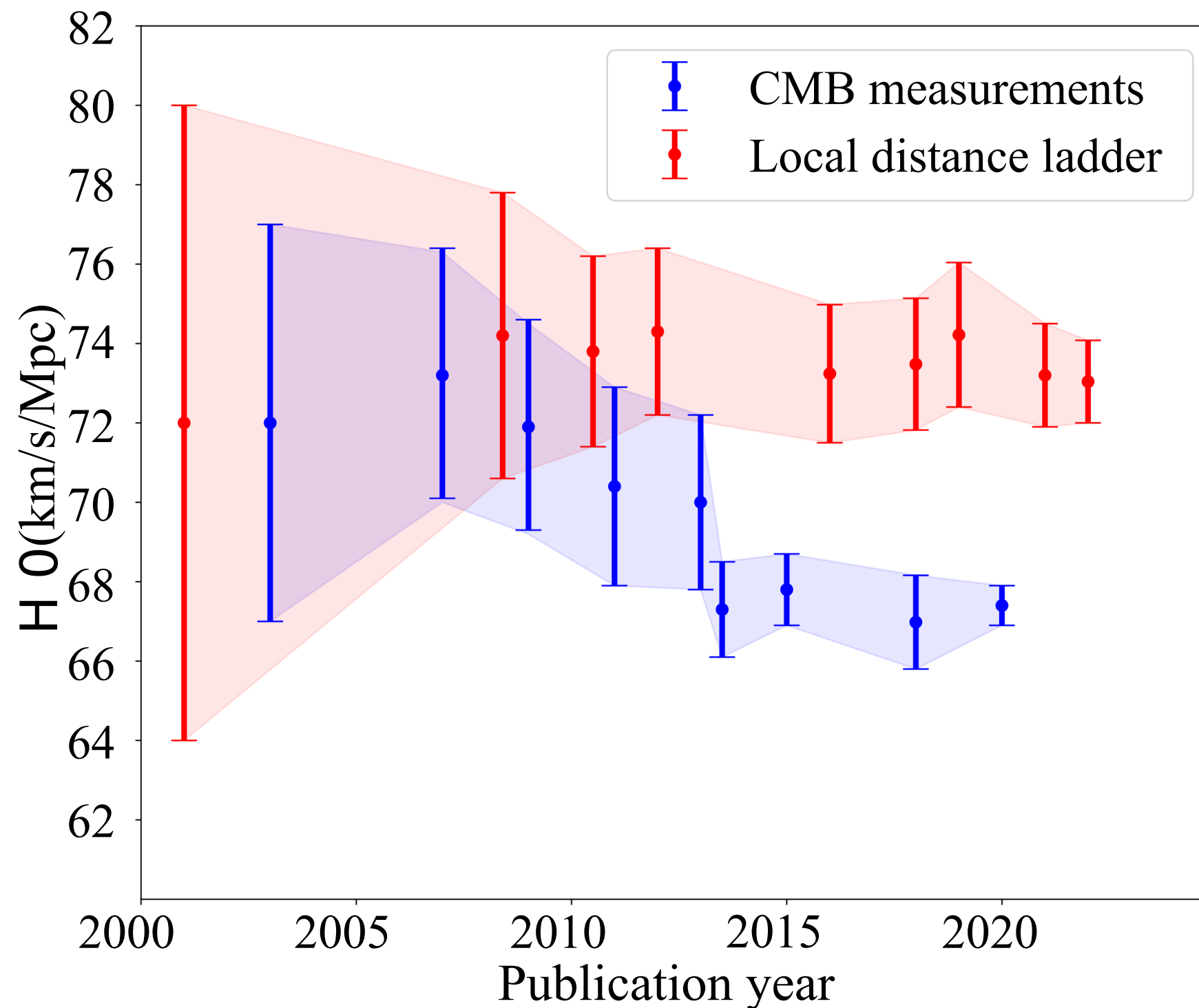


Fig. 1. Histórico de los diferentes valores del parámetro de Hubble a través del tiempo. Tomada de “The Hubble tension: evidence of new Physics” J.P. Hu and F.Y. Wang , 2023

! Diferencias de alrededor de 3σ ! \longrightarrow 99.7%

Posibles causas y soluciones

Causas:

- Errores sistemáticos desconocidos.



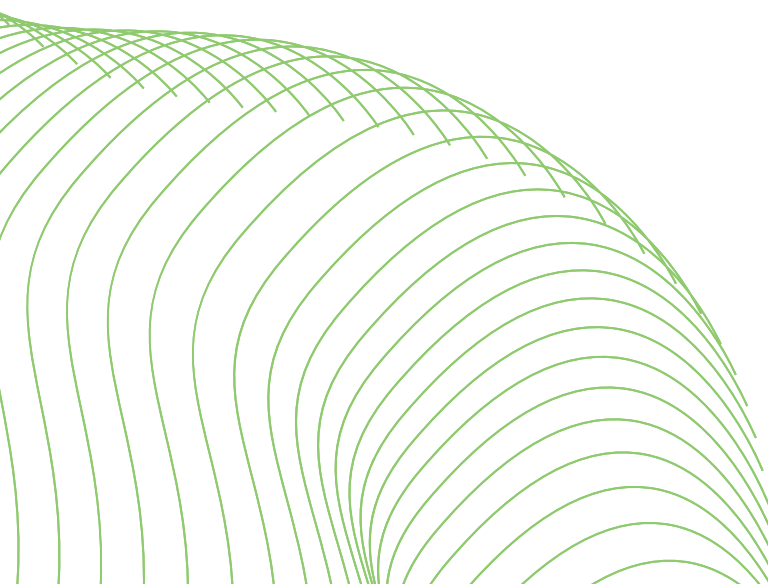
Soluciones:

- Nuevas formas de medición.

- Fallos en el modelo Λ CDM.



- Replanteamiento del modelo.



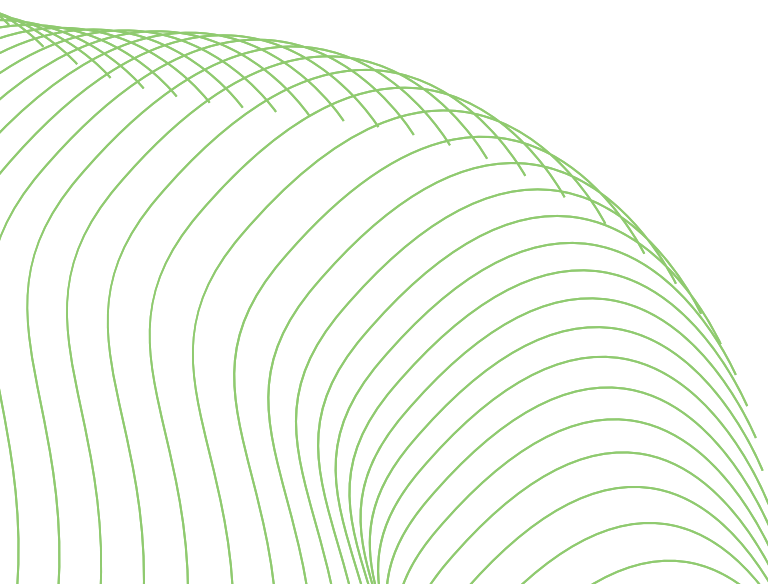
MODELOS DE SOLUCIÓN

Energía oscura temprana

Gravedad modificada

Modificación de la historia de la recombinación

Modelos con viscosidad



Modelos con viscosidad

$$\xi \sim \rho_m^{-1/2}$$

$$\xi \sim H^{1-2s} \rho_m^s$$

$$\xi \sim H$$

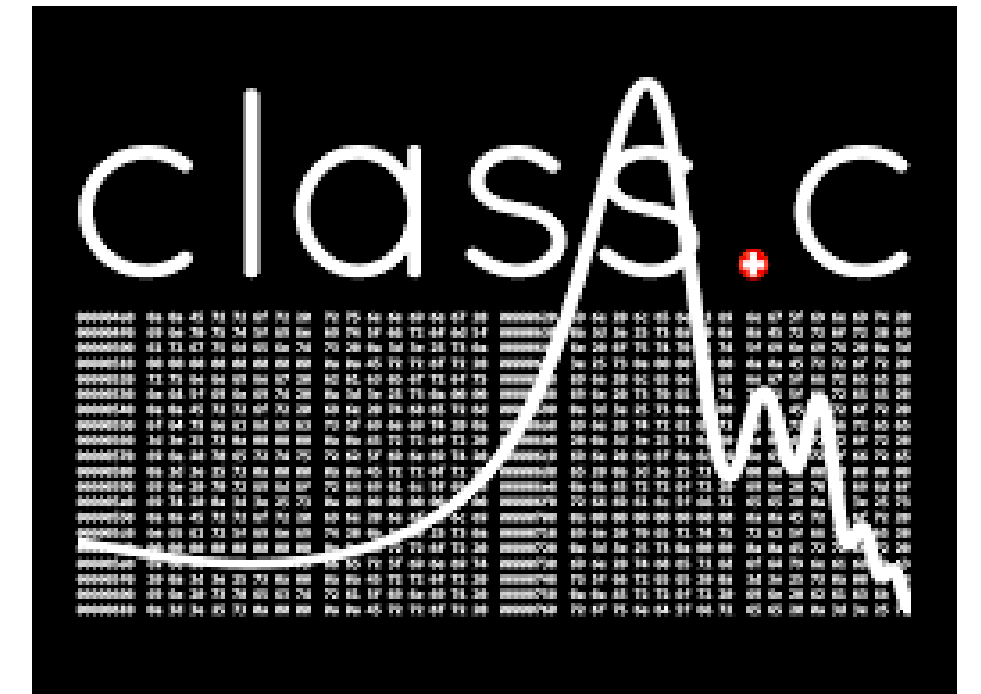
$$\xi \sim \rho_m^s$$

1. Gabriel Gómez et al. Eur. Phys. J. Plus, 2023.

2. Gabriel Gómez et al. Phys. Rev. D, 2024.

Metodología

- Análisis dinámico.
- Integración numérica.
- Usar MCMC para determinar los parámetros permitidos en estos modelos.



Monte Python

The Monte Carlo code for **CLASS** in Python

Avances

$$\xi = \frac{\hat{\xi}_0}{8\pi G} H \Omega_m^s$$

- s debe tener valores mayores que cero
- El parámetro adimensional debe estar entre cero y uno

Avances

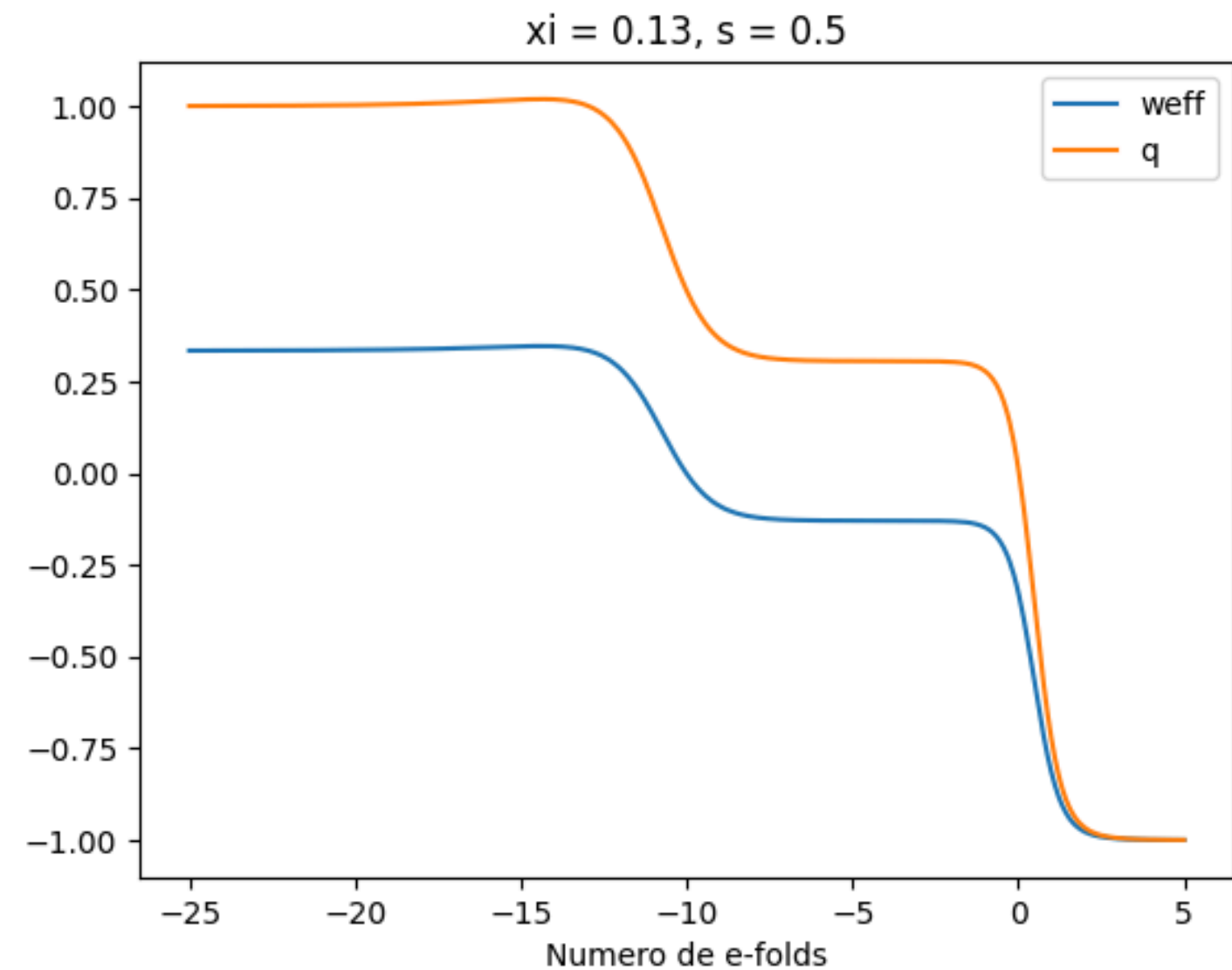
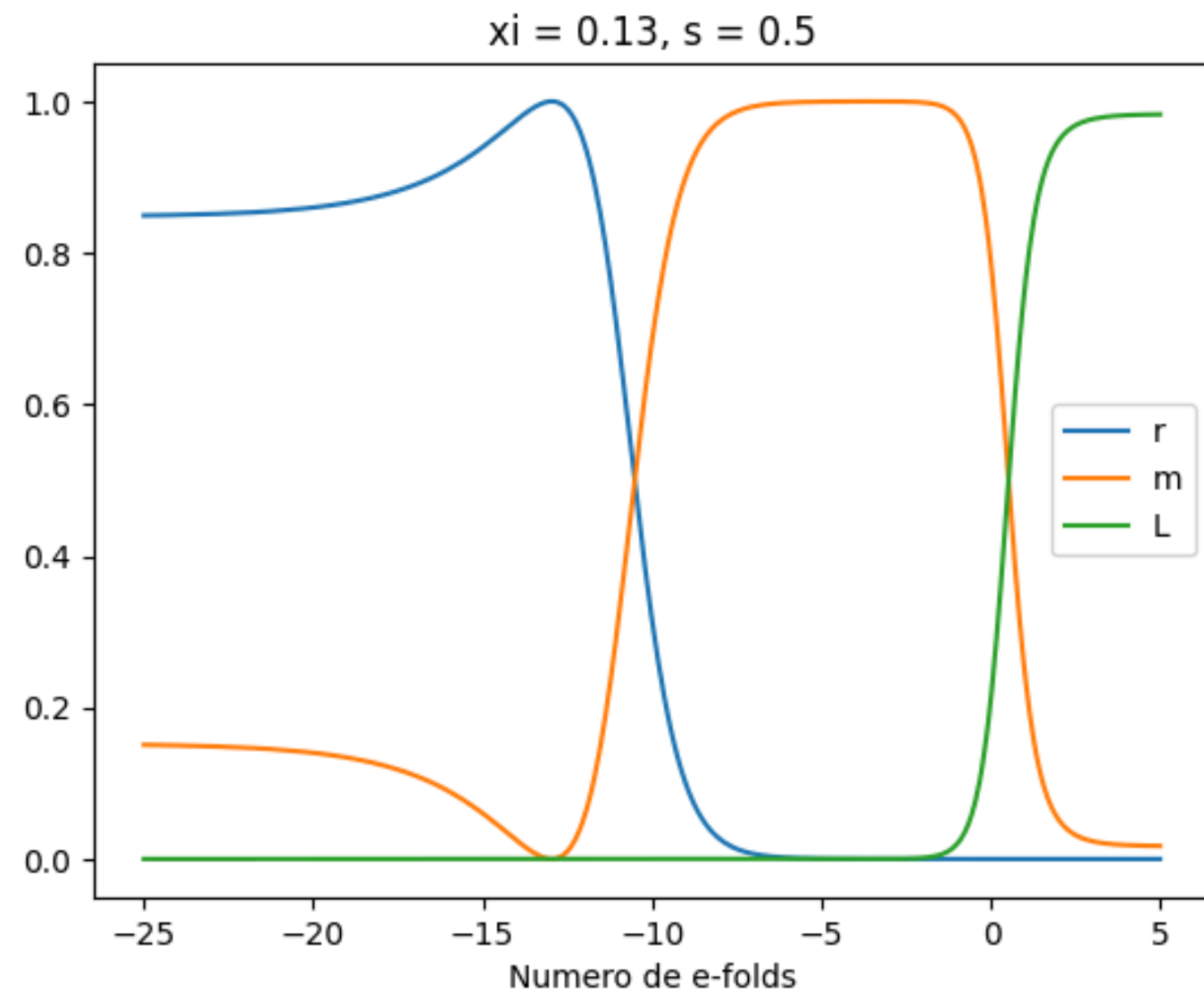
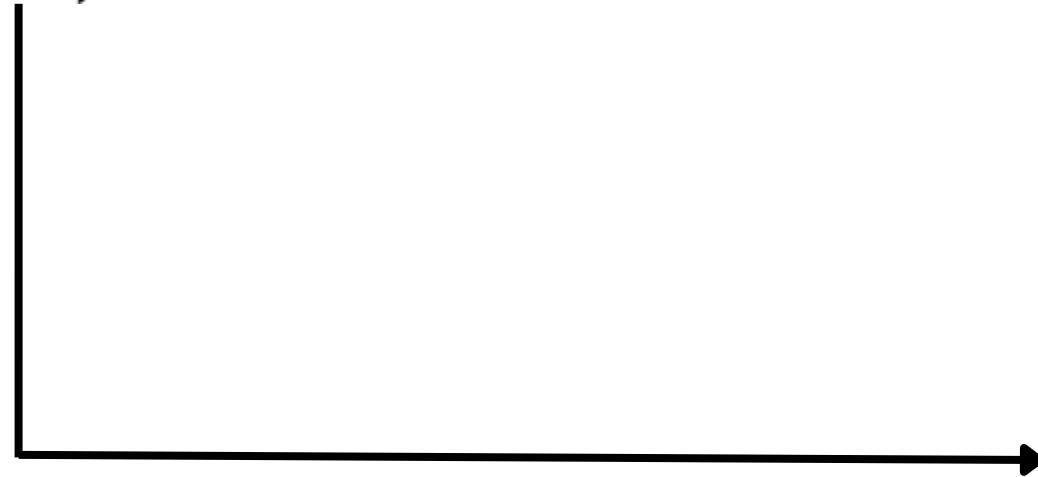


Fig 3. Evolución de los parámetros de densidad (izquierda), evolución de la ecuación de estado y el parametro de desaceleración (derecha).

Avances

$$\xi = \frac{\hat{\xi}_0}{\sqrt{3}(8\pi G)^{(3-4s)/2}} \rho_m^s$$

- s debe tener valores entre 0 y 1/2
- El parámetro adimensional debe estar entre cero y uno


$$\eta = (24\pi G)^{(s-1/2)} \hat{\xi}_0 H^{2s-1}$$

Avances

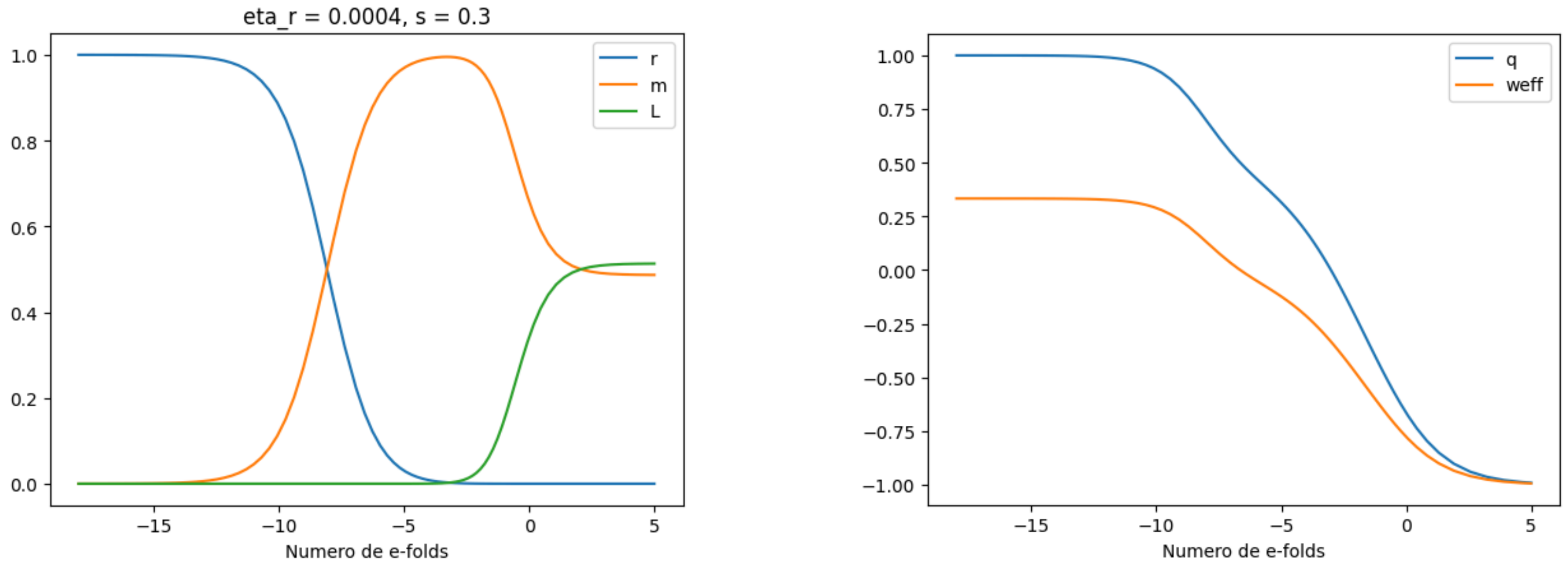


Fig 4. Evolución de los parámetros de densidad (izquierda), evolución de la ecuación de estado y el parámetro de desaceleración (derecha).

Gracias

