

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Estudio del “*Impossible Early Galaxy Problem*” y sus posibles soluciones.

Autor:
Santiago ARRANZ SANZ

Tutor:
Dr. Santi ROCA FABREGA

*Un trabajo requerido para completar
el Máster universitario en Astrofísica*

in the

Departamento de Astrofísica

12 de diciembre de 2019

1 Introducción

El origen de este trabajo iba a ser el estudio del modelo de crecimiento de galaxias bajo la influencia por una naturaleza *warm dark matter* (WDM), en contraposición al modelo estandar asociado a la *cold dark matter* (CDM). La finalidad era el estudio de la simulaciones de WDM pero debido al escaso catálogo de estas simulaciones y el estatus de este trabajo se optó por otro enfoque. Dicho enfoque pasó desde una perspectiva centrada a las simulaciones numéricas a un visión más teórica con la esperanza de poder ser traducida en un futuro a una estado más práctica.

El objeto de este trabajo es el *Impossible Early Galaxy Problem* (IEGP), definido por primera vez en el paper Steinhardt y col., 2016, cómo la discordancia encontrada en ese mismo paper sobre los datos deducidos de las observaciones de los campos CANDELS, SPLASH y CFHLS sobre la masa de los halos entre los redshift $4 < z < 7$ y los esperados por el modelo estándar (ver **Figura 1.1**). En dichas observaciones se encuentran un gran número de halos muy masivos que quedarían muy por encima de lo esperado por el modelo cosmológico Λ CMD y el modelo jerárquico de crecimiento galáctico.

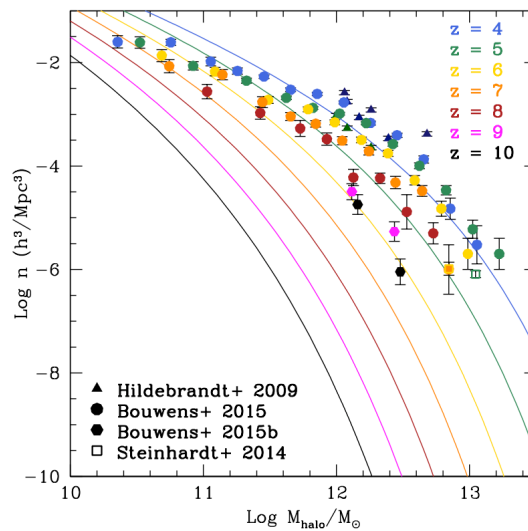


FIGURA 1.1: Figura que representa la función de masa de halo. En línea continua se muestra la predicción teórica sacada de HMFCalc (Murray, Power y Robotham, 2013) y Sheth, Mo y Tormen, 2001 mientras que los marcadores muestran los valores obtenidos a través de las observaciones estudiadas en Hildebrandt y col., 2009, Steinhardt y Speagle, 2014, Bouwens y col., 2015a y Bouwens y col., 2015b.

En esta primera sección discutiremos los principales puntos del paper de Steinhardt y col., 2016, las explicaciones y problemas dadas en él y por último estudiaremos como los nuevos valores obtenidos de Behroozi y col., 2019 pueden contribuir a solucionar o agravar las discrepancias observadas. En las siguientes secciones trataremos el IEGP desde tres frentes distintos: el error de las observaciones, la naturaleza de la materia oscura y el modelo cosmológico considerado. Desde estas tres patas se intentará dar los ingredientes necesarios para que las observaciones y la teoría vuelvan a poder encontrarse en armonía.

1.1. The Impossible Early Galaxy Problem

1. Repasar Steinhardt y col., 2016. Revisar resumen creado junto con Arranz, 2019 para sacar principales puntos y plasmarlos.
2. Redactar resumen de la cuestión principal y posibles subcuestiones.
3. Repasar las posibles explicaciones dadas por Steinhardt y col., 2016
4. Leer Behroozi y col., 2019 donde hace un análisis del problema (por lo menos del de Finkelstein y col., 2015).
5. Representar los calculos realizados en (Behroozi y col., 2019).

Bibliografía

- Arranz, S. (2019). «Resumen del artículo *An increasing stellar baryon fraction in bright galaxies at high redshift* de Finkelstein». Con comentarios y dudas.
- Behroozi, Peter y col. (2019). «UniverseMachine: The correlation between galaxy growth and dark matter halo assembly from $z=0-10$ ». En: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 488.3, págs. 3143-3194.
- Bouwens, RJ y col. (2015a). «Reionization after Planck: the derived growth of the cosmic ionizing emissivity now matches the growth of the galaxy UV luminosity density». En: *The Astrophysical Journal* 811.2, pág. 140.
- Bouwens, RJ y col. (2015b). «UV luminosity functions at redshifts $z=4$ to $z=10$: 10,000 galaxies from HST legacy fields». En: *The Astrophysical Journal* 803.1, pág. 34.
- Finkelstein, Steven L y col. (2015). «An increasing stellar baryon fraction in bright galaxies at high redshift». En: *The Astrophysical Journal* 814.2, pág. 95.
- Hildebrandt, H y col. (2009). «CARS: the CFHTLS-Archive-Research Survey-II. Weighing dark matter halos of Lyman-break galaxies at $z=3-5$ ». En: *Astronomy & Astrophysics* 498.3, págs. 725-736.
- Murray, SG, Chris Power y ASG Robotham (2013). «HMFcalc: An online tool for calculating dark matter halo mass functions». En: *Astronomy and Computing* 3, págs. 23-34.
- Sheth, Ravi K, HJ Mo y Giuseppe Tormen (2001). «Ellipsoidal collapse and an improved model for the number and spatial distribution of dark matter haloes». En: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 323.1, págs. 1-12.
- Steinhardt, Charles L y Josh S Speagle (2014). «A uniform history for galaxy evolution». En: *The Astrophysical Journal* 796.1, pág. 25.
- Steinhardt, Charles L y col. (2016). «The impossibly early galaxy problem». En: *The Astrophysical Journal* 824.1, pág. 21.