

Lentes gravitacionales a escala galáctica en Euclid

El fenómeno de lente gravitacional se ha convertido en una poderosa herramienta para el estudio del universo extragaláctico. Sus aplicaciones incluyen la detección y estudio de fuentes a muy alto corrimiento al rojo (Atek et al., 2023), el estudio detallado de la distribución de masa en la galaxia (o cúmulo) lente (Etherington et al., 2022), y hasta la medición de parámetros cosmológicos como la constante de Hubble (Birrer et al., 2020). Sin embargo, estos análisis se ven limitados por el tamaño de la muestra, puesto que solo se han confirmado unas pocas centenas de lentes gravitacionales, y no todos los lentes son útiles para todos los análisis. No obstante, se espera que esta situación cambie con la llegada de los surveys espaciales de gran área, como lo es la Misión Euclid, que observará cerca de 14 000 grados cuadrados del cielo extragaláctico con una resolución comparable a la del telescopio espacial Hubble (Euclid Collaboration: Meiller et al., 2024). Dadas las condiciones del Euclid Wide Survey (Euclid Collaboration: Scaramella et al., 2022), Collett (2015) predice que Euclid encontrará del orden de 170 000 lentes gravitacionales en sus seis años de misión.

En este trabajo, hacemos uso de los primeros datos públicos de Euclid (Euclid Early Release Observations, 2024) para poner a prueba esa predicción y encontrar los primeros lentes gravitacionales de Euclid. Para esto, realizamos una inspección visual de todas las galaxias más brillantes que magnitud 23 en las observaciones del cúmulo de Perseo. Esto corresponde a 12 086 imágenes de $10'' \times 10''$ en la banda óptica de Euclid I_E , y en sus tres bandas en el infrarrojo cercano Y_E , J_E y H_E . La inspección visual incluyó a 41 expertos en lentes gravitacionales, miembros de la Colaboración Euclid. De la inspección obtenemos tres candidatos de grado A y 13 de grado B, donde el grado A significa que son con certeza lentes gravitacionales, y el grado B que requieren más información, como observaciones espectroscópicas. Para validar los candidatos, intentamos modelarlos como lentes gravitacionales asumiendo una sola fuente, y verificamos que la distribución de masa y luz de la galaxia lente sean consistentes entre sí. Encontramos que solo cinco de los 16 candidatos aprueban este test y tienen un modelo de lente gravitacional válido, otros cinco candidatos son rechazados debido al test, y los últimos seis tienen resultados inconclusos. Usamos el teorema de Bayes para extrapolar los cinco candidatos con modelo válido al área total cubierta por Euclid: si Euclid observó cinco lentes en 0,7 grados cuadrados del cúmulo de Perseo, entonces observará $100\,000^{+70\,000}_{-30\,000}$ lentes gravitacionales en los 14 000 grados que cubre el Euclid Wide Survey, confirmando la predicción de Collett (2015). Además, nuestros lentes modelados tienen un radio de Einstein en el rango $[0,68'', 1,24'']$, pero al comparar con la distribución de radios de Einstein predicha por Collett (2015), nuestros lentes están en el lado más alto de la distribución. Esto sugiere que nuestra metodología probablemente falla en encontrar los lentes con un radio de Einstein bajo. Si bien es imposible inspeccionar visualmente toda el área que cubrirá el Euclid Wide Survey, nuestros resultados corroboran la promesa de que Euclid entregará una muestra de alrededor 10^5 lentes gravitacionales de escala galáctica.

Referencias

- Acevedo Barroso, J. A., O'Riordan, C. M., Clément, B., et al. 2024, *A&A*, submitted, arXiv:2408.06217
 Atek, H., Chemerynska, I., Wang, B., et al. 2023, *MNRAS*, 524, 5486
 Birrer, S., Shajib, A. J., Galan, A., et al. 2020, *A&A*, 643, A165
 Collett, T. E. 2015, *ApJ*, 811, 20
 Etherington, A., Nightingale, J. W., Massey, R., et al. 2022, *MNRAS*, 517, 3275
 Euclid Collaboration: Mellier, Y., Abdurro'uf, Acevedo Barroso, J., Achúcarro, A., et al. 2024, *A&A*, submitted, arXiv:2405.13491
 Euclid Collaboration: Scaramella, R., Amiaux, J., Mellier, Y., et al. 2022, *A&A*, 662, A112
 Euclid Early Release Observations. 2024, <https://doi.org/10.57780/esa-qmocz>

Nivel de formación

Doctorado

Autor primario: ACEVEDO BARROSO, Javier (École polytechnique fédérale de Lausanne)

Presentador: ACEVEDO BARROSO, Javier (École polytechnique fédérale de Lausanne)