

Influencia de subhalos de materia oscura en la formación de brazos en galaxias.

Influencia de subhalos de materia oscura en la formación de brazos en galaxias.

Ana María López Aristizábal

Juan Carlos Muñoz Cuartas

Grupo de Física y Astrofísica Computacional FAcOm UdeA

Contexto/Propósito: En la astrofísica contemporánea, se estima que cerca del 70% de las galaxias en el universo cercano presentan una estructura de disco con brazos espirales prominentes [1], sin embargo nuestra comprensión acerca del origen y propiedades de estas estructuras espirales sigue siendo incompleta, especialmente en aquellas que no son grandes espirales bisimétricas [2]. Un modelo teórico destacado es el de las ondas de densidad, que sugiere que estos patrones espirales son generados por perturbaciones a gran escala que se propagan a través de un disco galáctico con rotación diferencial [3-4], manteniéndose de forma cuasi-estacionaria en un marco rotante a velocidad angular constante, sostenidas por la interacción gravitatoria entre la materia estelar y el gas interestelar [5]. En este trabajo se usan simulaciones numéricas con el fin de estudiar estos mecanismos al combinar las teorías de ondas de densidad con la influencia de perturbaciones inducidas por subhalos de materia oscura que bombardean el disco [6-7], proporcionando así una visión más amplia de la dinámica espiral que considere tanto la estructura visible del disco como la influencia de las subestructuras en el halo de materia oscura.

Métodos: Para estudiar la formación de brazos espirales formados por el bombardeo de galaxias satélites se construyó modelos de galaxias de disco en equilibrio. El disco y bulbo (en los modelos en los que se incorporó) se inicializan a través de realizaciones de Montecarlo. El campo de velocidad se inicializó haciendo uso de los momentos de la función de distribución y aproximación de epiciclo. En todos los casos, y con el fin de incrementar la resolución en las simulaciones (evitando que el ruido numérico afectara la calidad de los resultados) el halo de materia oscura se incorporó como un potencial estático con efecto sobre las demás partículas del sistema. Los discos se bombardearon usando poblaciones de subhalos con masas y distribuciones espaciales congruentes con los resultados de simulaciones cosmológicas de formación de estructuras [7]. Cada sistema se evolucionó durante al menos 3Gyr, tiempo suficiente para que cada modelo de galaxia experimentara al menos 10 periodos de rotación.

Resultados y Conclusiones: Como resultados encontramos que los perturbadores efectivamente consiguen inducir perturbaciones en los discos galácticos. La intensidad de la perturbación es inversamente proporcional al periodo orbital del satélite, así como es más fuerte para satélites más masivos (en consonancia con lo esperado por la aproximación de impulso).

La respuesta a la perturbación también depende de la masa del disco y su fracción de masa de gas. Discos más masivos pero con menos gas (o con valores de Q mayores) son menos susceptibles a la inducción de perturbaciones, hecho que se relaciona con la densidad superficial de masa del disco.

En ningún caso las perturbaciones fueron suficientemente fuertes como para formar brazos espirales de gran diseño, lo que sugiere que este tipo de estructuras se forman a través de otro tipo de mecanismos.

Referencias:

- [1] Vaucouleurs, G. (1974). *Structure, Dynamics and Statistical Properties of Galaxies*. Cambridge University Press, 58, 1-53. <https://doi.org/10.1017/S007418090002430X>
- [2] Sellwood, J. A., & Masters, K. L. (2022). *Spirals in Galaxies*. 60, 73-120. <https://doi.org/10.1146/annurev-astro-052920-104505>
- [3] Yu, S-Y., & Ho, L. C. (2020). *The Statistical Properties of Spiral Arms in Nearby Disk Galaxies*. *The Astrophysical Journal*, 900(150), 18pp. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/abac5b>
- [4] D'Onghia, E., Vogelsberger, M., and Hernquist, L. (2013). *Self-Perpetuating Spiral Arms in Disk Galaxies*. *The Astrophysical Journal*, 766(34), 14pp. <http://dx.doi.org/10.1088/0004-637X/766/1/34>
- [5] Bertin, G., & Lin, C. C. *Spiral Structure in Galaxies: A Density Wave Theory*. MIT Press, 1996.
- [6] Kazantzidis, S., Bullock, J. S., Zentner, A. R., Kravtsov, A. V., and Moustakas, L. A. (2008). *Cold Dark Matter Substructure and Galactic Disk. I. Morphological Signatures of Hierarchical Satellite Accretion*. *The Astrophysical Journal*, 688, 254-276. <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/591958/meta>

[7] Springel, V., Wang, J., Vogelsberger, M., Ludlow, A., Jenkins, A., Helmi, A., Navarro, J. F., Frenk, C. S., and White D. M. (2008). The Aquarius Project: The Subhaloes of Galactic Haloes. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 391, 1685-1711. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2008.14066.x>

Nivel de formación

Pregrado

Autores primarios: LÓPEZ, Ana (Estudiante - Universidad de Antioquia); MUÑOZ CUARTAS, Juan Carlos

Presentador: LÓPEZ, Ana (Estudiante - Universidad de Antioquia)