

# Identificando las relaciones entre el parámetro ( $Q$ ) de Toomre y las propiedades morfológicas en galaxias espirales

El *parámetro( $Q$ )de Toomre* es una medida clave en astrofísica para evaluar la estabilidad de los discos galácticos [1] frente a la formación de estructuras como brazos espirales o anillos, combinando los efectos de la gravedad, la presión del gas y la rotación del disco. Aunque investigaciones anteriores han analizado la estabilidad de galaxias por medio de este parámetro [2], este estudio ofrece una perspectiva diferente ya que se estima el parámetro  $Q$  y se explora sus posibles relaciones morfológicas en un conjunto de galaxias espirales de forma más precisa y con una metodología diferente. Este enfoque es relevante porque permite una comprensión diferente de las condiciones que favorecen la formación estelar y las inestabilidades gravitacionales, vinculándolas con las características morfológicas más notables de las galaxias.

Para este estudio, seleccionamos una muestra de 10 galaxias espirales, compuesta por 5 galaxias de gran diseño y 5 galaxias con múltiples brazos. Las imágenes de estas galaxias fueron obtenidas en la banda  $g$  del proyecto *Sloan Digital Sky Survey (SDSS)*. A cada imagen se le realizó un proceso de normalización y deproyección utilizando PyRAF, con el fin de eliminar el ruido y corregir la inclinación de las galaxias. Con las imágenes procesadas, aplicamos la *Transformada bidimensional de Fourier* [3, 4] para identificar y analizar las propiedades morfológicas claves, como anillos, barras y la distribución de los brazos espirales, elementos esenciales en la estructura galáctica. Además, empleamos datos de las curvas de rotación para calcular la frecuencia epicyclica y la distribución superficial de masa del gas, lo cual nos proporcionó una visión más precisa de la dinámica interna de las galaxias. Con estos valores combinados junto con el análisis de distribución de velocidades fue posible obtener el *parámetro( $Q$ )de Toomre* para relacionarlo con las propiedades morfológicas obtenidas anteriormente.

Los resultados indican que el parámetro ( $Q$ ) en galaxias espirales con múltiples brazos muestra una relación estrecha con las características morfológicas observadas, particularmente aquellas detectadas a través del análisis de la imagen. Las galaxias de gran diseño presentan una estabilidad distintiva que facilita la formación estelar, lo que sugiere que ciertas configuraciones estructurales son más propensas a desarrollar inestabilidades gravitacionales.

[1] Toomre, A., “On the gravitational stability of a disk of stars.”, *The Astrophysical Journal*, vol. 139, IOP, pp. 1217–1238, 1964. doi:10.1086/147861.

[2] Chantavat, T., Yuma, S., Malelohit, P., and Worrakitpoonpon, T., “Morphological Evolution of Disk Galaxies and Their Concentration, Asymmetry, and Clumpiness (CAS) Properties in Simulations across Toomre’s  $Q$  Parameter”, *The Astrophysical Journal*, vol. 965, no. 1, Art. no. 77, IOP, 2024. doi:10.3847/1538-4357/ad3218.

[3] Vera-Villamizar, N., Dottori, H., Puerari, I., de Carvalho, R. 2001. Analysis of Resonances in Grand Design Spiral Galaxies. *The Astrophysical Journal* 547, 187–199. doi:10.1086/318362

[4] Davis, B. L., et al. “Measurement of Galactic Logarithmic Spiral Arm Pitch Angle Using Two-dimensional Fast Fourier Transform Decomposition”, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, vol. 199, no. 2, Art. no. 33, IOP, 2012. doi:10.1088/0067-0049/199/2/33.

**Autor primario:** DÍAZ FONSECA, José Mauricio (Escuela de física, universidad pedagógica y tecnológica de colombia)

**Coautores:** VERA-VILLAMIZAR, Nelson (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia); POVEDA TEJADA, Nicanor (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia)

**Presentador:** DÍAZ FONSECA, José Mauricio (Escuela de física, universidad pedagógica y tecnológica de colombia)