

# Capítulo 7

## Galaxias

### 7.1. Introducción Histórica

Resumido de *The historical quest for the nature of the spiral nebulae*. Fernie, J. D. 1970, PASP 82, 1189.

**M31** Visible a ojo desnudo. Sin embargo, no hay registros de menciones por los Griegos.

1<sup>er</sup> registro: Abdurrahman Al-Sûfi (Persia, S X).

Europa: carta holandesa ~ 1500.

En 1612, Simón Marius (Mayer): la describe como “vela brillando a través de material translúcido.”

**1618 – 1656** Cysat (jesuita) y C. Huygens describen la Neb. de Orion.

**1734** E. Swendenborg (filósofo sueco): posibilidad de infinidad de “esferas” estelares como la Vía Láctea (VL en lo que sigue).

**1755** T. Wright (fabricante de instrumentos inglés): modelo “piedra de amolar” para la VL, es decir, disco grueso de estrellas.

**1755** Immanuel Kant (filósofo alemán):

- “Hipótesis nebular” para el origen del Sistema Solar
- Las “nebulosas” son “universos islas” (UI) semejantes a la VL.

**Pierre-Simon Laplace** Difunde la hipótesis nebular; queda la base para la posterior idea de que las “nebulosas espirales” son sistemas planetarios en formación.

**1761** John Lambert: VL compuesta por infinidad de estrellas lejanas. Puede haber otros sistemas, no detectables con la tecnología del momento.

**1784** William Herschel: construye los mejores telescopios de la época. Con la técnica de conteos estelares, llega también a la conclusión de que la VL es disco grueso.

Expresa distancias en función de la distancia a Sirio (no hay paralajes hasta 1838, Bessel). Diámetro VL  $\approx 800 d_S \equiv 2,1$  kpc.

Treinta años después: Diámetro VL  $\geq 2300 d_S \equiv 6$  kpc.

Objetos nebulosos: observa que la mayoría de los objetos del catálogo Messier se resuelven en estrellas. Concluye que todas las “nebulosas” (¡incluso Orión!) son estelares, sólo que algunas están muy lejos para ser resueltas.

Fines s. XVIII: La teoría de los UI es muy popular.

**1790** W. Herschel: descubre asociación nebulosa planetaria (NP) y su estrella central.

∴ hay “nebulosas” realmente nebulosas.

Hacia 1820, ya no estaba tan seguro: “Más allá de los límites de nuestro sistema, todo es oscuridad. . .”

Principios s. XIX: crece la popularidad de la hipótesis nebular de Laplace, y decae la de los UI.

**1836** Airy: cita Orión y Andrómeda como ejemplos de nebulosas que no se resuelven en estrellas.

**1840** W. Parsons, 3<sup>er</sup> Conde de Rosse: nuevo método para templar espejos → “Leviathan of Parsosn-town”: tel. 1.8-m (salto tecnológico).

Descubren estructura espiral y resuelven en estrellas la “nebulosa” M51 (hoy *Galaxia del Remolino*). Renace teoría UI. Se sugiere estructura espiral para la VL.

A partir de esto, muchos observadores creen resolver en estrellas *todas* las “nebulosas”, incluso NPs, M1 (el “Cangrejo”). Hay quien hasta ve resuelto el anillo de Saturno!

**1850** Bond: estructura espiral en Neb. Orión y en el cúmulo globular (CG) M13. Se abona la relación CGs ↔ neb. espirales.

Mediados s. XIX: teoría UI muy popular.

Hacia fines s. XIX:

1. Mejores observaciones + fotografía: muchas “resoluciones” eran errores observacionales.
2. John Herschel (1830–1847): Coexisten sistemas estelares y verdaderas nebulosidades.
3. Crece la base de datos.
  - Messier (1781): 103 nebulosas
  - W. Herschel (1802): 2500 neb.
  - J. Herschel (1864): ~ 5000 neb. (incluye H. Sur) → General Catalogue (base del NGC).
  - Relevamientos fotográficos.

Se puso en evidencia la “zona de exclusión” (zone of avoidance) cercana al plano de la VL, donde *no se observan nebulosas*. Nebulosas distribuidas simétricamente respecto VL → se concluye que deben estar asociadas.

4. Roberts (1888): fotografías profundas de M31. Espiral muy extensa, asociada con M32 y NGC 205. Identifica éstas como protoplanetas.
5. W. Huggins (1864), Padre Secchi (1865), H. Vogel (1872): espectroscopía de nebulosas. En particular, Orión: espectro de líneas ⇒ material gaseoso.  
M31: espectro continuo. Se dan hipótesis “ad hoc” para meter todo en la misma bolsa.

Fines s. XIX: teoría UI completamente desacreditada.

De mediados a fines s. XIX se establecen herramientas decisivas: fotografía, espectroscopía, grandes telescopios en climas adecuados.

**1899 - 1900** Keeler: usa telescopio 90-cm (Lick). Estima que se pueden detectar 120 000 nebulosas. Mayoría espirales, otras no (momento angular).

**1899** Wilson: M 31 tiene estructura. Sugiere sistema en formación, pero no planetario sino estelar (CG).

**1899** Scheiner: espectro de M 31 es tipo solar → es sistema estelar y no gaseoso.

**1900** Roberts “descubre” rotación en M51, pero enseguida nota que era un error. Inmediatamente, otros empiezan a encontrar estructura espiral en casi cualquier cosa, además de resultados sorprendentes, entre ellos la medición de la paralaje trigonométrica de M 31 ( $p = 0'.171$ ).

**1911** Fath: mayoría espirales espectro estelar, pero algunas emisión (eran galaxias activas). Sugiere secuencia evolutiva:

Neb. caótica (Orión) → NP → espiral con emisión → espiral sin emisión → CG.

**1911** Vervy: estima tamaño VL (40 pc) usando distancia a una nova. Suponiendo que la “nova” de 1885 en M 31 (en realidad una supernova) es similar, calcula distancia a M 31: 490 pc. (En realidad, el parsec se adopta recién en 1922.) Las espirales más débiles estarían a  $10^6$  AL.

Para esta época no hay consenso sobre qué son las nebulosas, ni siquiera qué es la VL.

**1909–1914** Evidencia a favor de extinción interestelar. Sin embargo, hasta Trumpler (1930) la comunidad astronómica mayormente la niega.

**1914** Slipher mide  $v_r = -300 \text{ km s}^{-1}$  para M 31.

Luego: 15 velocidades radiales, 11 positivas. Todos valores absolutos altos ( $\sim 10^2 \text{ km s}^{-1}$ ).

Junto con Wolf (1914): las espirales rotan (en  $v_r$ ).

**1915** Curtis mide movimientos propios para 66 espirales. Calcula distancia media 10 000 AL y tamaños de pocos cientos de AL.

**1915** A. van Maanen: mide rotación de M 101 (85 000 años), y encuentra movimientos de material hacia afuera. Hoy sabemos que eran errores sistemáticos.

**1914** Walkey: conteos de estrellas B → diámetro VL  $\simeq 10\,000$  AL.

**1917** Perrine: el centro de la distribución de CGs parece estar en la dirección de la región más brillante de la VL en Sagitario.

**1918-1919** Shapley es el que lleva a la práctica esa idea. Mide la posición de la distribución de CG. Con su escala de distancias, obtiene un diámetro de 300 000 AL para la VL, con el Sol a 65 000 AL del centro. ∴ si las espirales están a 10 000 AL, son parte del sistema de la VL.

Shapley niega la existencia de material absorbente distribuido, sobre el que hay cada vez más evidencia (Adams, Kapteyn, Moore, etc.) Sin embargo, se acepta que hay material en nubes oscuras.

**1914-1917** Eddington, Curtis: material absorbente en el plano, comparable a espirales vistas de canto, explicaría la zona de exclusión.

**1917** Ritchey: descubre nova en NGC 6946. Otros astrónomos buscan en sus placas y encuentran al menos otras 11 en distintas nebulosas, entre ellas 3 en M 31. Curtis calcula distancias de hasta  $20 \times 10^6$  AL. Pero las “novas” de 1885 y 1895 en M 31 no podían ser novas ordinarias, sino “supernovas.” Para esta época, la idea de que las nebulosas espirales eran sistemas planetarios en formación estaba abandonada (debido a la evidencia de sus velocidades radiales y tamaños calculados), pero subsistía la de que podían ser sistemas estelares (CG) en formación (Jeans, 1917).

**1921-1923** Las mediciones de van Maanen (movimientos propios y rotación) siguen siendo el principal escollo a la teoría de los UI, a favor de la cual está el resto de la evidencia.

**1920** Seares: mide el brillo superficial de varias espirales y compara con VL. Ésta resulta mucho más débil (pero porque no se considera la extinción).

**1921-1922** Öpik: argumentos dinámicos para medir distancia a M 31. Obtiene 785 kpc, luego lo reduce a 450 kpc.

**1922** McLaughlin: argumentos dinámicos, espirales cercanas pero muy masivas.

**1922** Wirtz: correlación positiva  $v_r$  – mag. aparente, y correlación negativa  $v_r$  – diámetro aparente (precursor de Hubble).

**1923** Reynolds: distingue espirales de “ovoides” (elípticas).

**1920** El “Gran Debate”: 26 de abril, Academia Nacional de Ciencias (EEUU), Shapley y Curtis debaten sobre “La Escala del Universo.”

Shapley: VL grande, Sol lejos del centro, las espirales son más chicas y no son UI.

Curtis: las espirales son galaxias, la VL es chica y con el Sol cerca del centro.

Los dos tenían algo de razón y estaban equivocados en otras cosas. Ambos seleccionaron la información según las conveniencias de sus respectivas teorías.

**1925** Edwin Hubble: descubre cefeidas en M 31 y M 33. Queda establecido que ambas son galaxias (UI).