



TESIS DOCTORALES 2008-09

efectos de corrección k morfológica mediante comparación con datos del HST. Se observa en particular un aumento de la fracción de galaxias de tipo precoz desde $z \sim 2$ (20%) hasta hoy (30%). La morfología obtenida está en buen acuerdo con la obtenida con el telescopio espacial en el dominio óptico hasta $z \sim 1$. Más allá, la clasificación infrarroja tiende a encontrar 1.5 veces más de galaxias precoces (Huertas-Company et al., 2008, A&A, enviado), lo que sugiere que los estudios que emplean morfologías obtenidas con el HST pueden estar subestimando la fracción de galaxias precoces.

Quedan abiertos además una serie de trabajos. En particular, se está empleando el método desarrollado para obtener las morfologías de galaxias en reposo hasta $z \sim 1$ en el marco del survey ALHAMBRA. De igual modo, se ha iniciado un estudio en cúmulos situados en torno a $z \sim 0.5$. El estudio de MS 1621.5+2640 ha permitido mostrar que la calidad de la morfología obtenida en estos objetos es similar a la obtenida con el telescopio espacial, lo

que abre las puertas al estudio de una muestra más importante.

LA GALAXIA ANFITRIONA DE LAS GALAXIAS COMPACTAS AZULES

Ricardo Amorín Barbieri

amorin@iaa.es

Tesis doctoral
dirigida por: Casiana
Muñoz Tuñón y
J. Alfonso López Aguerri

Centro:
Instituto de Astrofísica
de Canarias (IAC)

Fecha de lectura:
27 de octubre de 2008

Las Galaxias Compactas Azules (BCGs) se caracterizan por mostrar intensos brotes de formación estelar que dominan una gran parte de la luz que recibimos de ellas. Sin embargo, para estudiar su origen y estado evolutivo es preciso caracterizar detallada-

mente su galaxia subyacente, que se detecta sólo hacia brillos superficiales débiles. Su estudio, por lo tanto, requiere de un gran esfuerzo observacional y de análisis. El objetivo de esta Tesis es estudiar las propiedades de la galaxia anfitriona por medio de una caracterización basada en modelos fotométricos bidimensionales. Su relación con propiedades globales de la galaxia, como su contenido de gas neutro y molecular y la intensa formación estelar presente, contribuyen al entendimiento de su estructura y su estado evolutivo.

La caracterización de la galaxia anfitriona requiere derivar parámetros estructurales fiables. Para ello, desarrollamos un método de ajuste de componentes en 2D que evita las grandes limitaciones impuestas por la presencia del brote de formación estelar. La técnica permite modelar la distribución de luz de las galaxias ajustando modelos de Sérsic directamente a sus imágenes, haciendo un tratamiento estadístico adecuado y aislando con precisión el brote de formación estelar por medio de máscaras. El funcionamiento y robustez





TESIS DOCTORALES 2008-09

del método se comprueba ajustando modelos sintéticos, lo que permite analizar y cuantificar en primera aproximación las diversas fuentes de error. El método se aplica luego a una submuestra de ocho galaxias para las que se dispone de resultados obtenidos mediante técnicas alternativas. La comparación de ambos conjuntos de resultados permite determinar criterios de consistencia e incertidumbres típicas. La técnica empleada permite sustraer el fondo de cielo con precisión y obtener parámetros de Sérsic estables con desviaciones menores, en todos los casos, al 30%. El método 2D logra, mediante el refinamiento de las máscaras, maximizar el área ajustada de la galaxia y su rango de brillo superficial, aislando con mayor precisión el brote de formación estelar que en los ajustes 1D previos (Amorín et al. 2007A&A467,541A).

El modelado de la galaxia anfitriona se extiende hasta completar una muestra de 28 BCGs, para las que se dispone de imágenes profundas ($m_B \sim 26-28$ mag arcsec⁻²) en las bandas BVRI. Nuestros criterios de consistencia permiten

clasificar los ajustes por su calidad, lo que permite seleccionar a 20 de las 28 galaxias para su análisis posterior y comprobar las limitaciones del método en las restantes. En promedio, la galaxia anfitriona está bien descrita por un modelo de Sérsic, mostrando colores rojos ($\langle B-R \rangle = 0.95 \pm 0.26$), índices de Sérsic bajos ($0.5 < n < 2$, radios efectivos pequeños ($\langle R_e \rangle = 1.11 \pm 0.74$ kpc) y brillos superficiales altos ($\langle m_e \rangle = 22.41 \pm 0.68$ mag arcsec⁻²). Se encuentra que las galaxias más luminosas son más extensas y albergan un brote de formación estelar más extenso y luminoso que las de menor luminosidad. En promedio, las BCGs son ~ 2 magnitudes más brillantes y un factor 2 más compactas que las dIs y dEs de su misma luminosidad. Este resultado se interpreta en función de las posibles conexiones evolutivas entre galaxias enanas (Amorín et al. 2009A&A,501,75A).

Utilizando los colores y luminosidades de los modelos y un cociente masa-luminosidad adecuado, se obtienen masas estelares en el rango $3 \times 10^7 < M_s < 7.8 \times 10^9$ Msol.

Con ellas y el contenido y velocidad de rotación del gas neutro, se estudia la posición de las BCGs en las relaciones Tully-Fisher estándar, estelar y bariónica. Las BCGs ocupan el mismo espacio que el resto de galaxias enanas, desviándose sistemáticamente de dichas relaciones hacia bajas luminosidades. Del análisis de dichas desviaciones se obtiene que las BCGs poseen un contenido bariónico normal. Sin embargo, las BCGs muestran un contenido estelar inferior al predicho por las mismas relaciones de escala en galaxias tardías brillantes, cuando nos movemos hacia el rango de bajas luminosidades, colores más azules y cocientes MHI/LB mayores, de manera similar a las dIs (Amorín et al. 2009A&A,501,75A).

Por sus propiedades, en las BCGs la emisión del gas molecular frío que da lugar a la formación estelar es muy débil, por lo que su detección siempre resulta un reto observacional. En esta Tesis se presentan nuevas observaciones espectroscópicas en el rango milimétrico para 10 objetos de la muestra por medio del telescopio IRAM 30m. Como





TESIS DOCTORALES 2008-09

resultado se detectan las líneas de emisión de las transiciones 1->0 (115 GHz) y 2->1 (230 GHz) del CO en 7 de ellas, dos de las cuales no presentan detecciones previas, mientras que para una octava se logra una detección dudosa. A partir del análisis de la emisión integrada y suponiendo un factor de conversión CO-H₂, se derivan la masa ($3 \times 10^6 \text{ Msol} < M_{\text{mol}} < 5 \times 10^9 \text{ Msol}$) y la densidad superficial ($1 \text{ Msol pc}^{-2} < \Sigma_{\text{mol}} < 100 \text{ Msol pc}^{-2}$) del gas molecular presente en las regiones centrales de las galaxias detectadas, y cotas superiores para las restantes. Su relación con las propiedades estructurales y con propiedades derivadas de datos en diversas frecuencias obtenidos de la literatura permite obtener que el contenido de gas molecular es mayor en galaxias más masivas (en gas neutro y en estrellas) y más metálicas. Además, para una dada masa estelar, el contenido molecular no está correlacionado con el ritmo de formación estelar (Amorín et al. 2009, A&A en prep.).

Finalmente, resumimos tres estudios realizados en colaboración durante la Tesis donde se utiliza el método de ajustes

2D desarrollado. En el primero, se obtienen parámetros de Sérsic de una BCG de la muestra, Mrk 35, como parte de un estudio espectro fotométrico que combina imagen en los filtros anchos BVRIJHK, en el filtro estrecho H α y espectroscopia óptica de rendija, a fin de caracterizar adecuadamente las distintas poblaciones estelares que coexisten en la BCG. Los modelos 2D permiten, junto a estimaciones de extinción interestelar y de la contaminación por líneas de emisión, corregir adecuadamente la fotometría de los brotes de formación estelar, lo que modifica sus luminosidades y colores de manera apreciable (Cairós et al. 2007, ApJ, 669, 251C). En el segundo, se demuestra que nuestro método 2D permite ajustar con éxito modelos de Sérsic a la galaxia anfitriona de una muestra de 50 BCGs utilizando imágenes del survey público SDSS/DR6. La calidad y homogeneidad de las imágenes permiten ajustar con fiabilidad ($\sigma < 0.2 \text{ mag}$) la distribución de brillo de las galaxias hasta $\mu_B \sim 27 \text{ mag arcsec}^{-2}$. La distribución de parámetros ajustados resulta consistente con la

obtenida de la muestra de 28 galaxias analizada previamente. Además, en 22 BCGs analizadas los modelos 2D mejoran sustancialmente ajustes de Sérsic presentes en la literatura obtenidos con la técnica 1D (Amorín & Sanchez-Janssen 2009 en prep.). Por último, se presenta una búsqueda de candidatos a ser BCGs durante los períodos de calma en su evolución (esto es, antes y después del brote de formación estelar) utilizando el SDSS/DR6. En el, la selección de candidatos se realiza a partir de las propiedades derivadas de nuestros modelos 2D. Tras un estudio estadístico, los resultados revelan que una de cada tres galaxias en el Universo Local puede ser una BCG en calma, y que estas a su vez, son unas 30 veces más abundantes que las BCGs (Sánchez Almeida et al. 2008, ApJ 685, 194S).

