

Caracterizando la galaxia enana CGCG014-074

C.G. Escudero^{1,2}, N. Guevara¹ & F.R. Faifer^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP, Argentina

² Instituto de Astrofísica de La Plata, CONICET-UNLP, Argentina

Contacto / cgesudero@fcaglp.unlp.edu.ar

Resumen / Se presentan aquí los resultados obtenidos del análisis fotométrico y espectroscópico realizado sobre la galaxia enana lenticular CGCG014-074. El estudio de la distribución de brillo superficial de la galaxia revela variaciones significativas de diferentes parámetros isofotales posiblemente como consecuencia de un evento de interacción en el pasado. Por su parte, el estudio espectroscópico revela la presencia de, al menos, dos poblaciones estelares diferentes, una población vieja de edad 8×10^9 años y metalicidad $[Z/H] = -1.4$ dex, y una población más joven de edad $\sim 3 \times 10^9$ años, y metalicidad $[Z/H] = -0.2$ dex. Estas características indicarían una interacción de CGCG014-074 con la galaxia lenticular compañera NGC 4546.

Abstract / The results obtained from the photometric and spectroscopic analysis carried out on the lenticular dwarf galaxy CGCG014-074 are presented here. The study of the surface brightness distribution of the galaxy reveals significant variations of different isophotal parameters, possibly as a consequence of an interaction event in the past. On the other hand, the spectroscopic study reveals the presence of at least two different stellar populations, an old population of 8×10^9 years and metallicity $[Z/H] = -1.4$ dex, and a younger population of age $\sim 3 \times 10^9$ years, and metallicity $[Z/H] = -0.2$ dex. These features would indicate an interaction of CGCG014-074 with the companion lenticular galaxy NGC 4546.

Keywords / galaxies: dwarf — galaxies: star formation — galaxies: stellar content

1. Introducción

De acuerdo con la teoría jerárquica de formación y evolución de las estructuras a gran escala del Universo, las galaxias enanas serían los componentes básicos de las galaxias brillantes que se observan hoy en día. Diversos estudios observacionales a gran escala encuentran que las galaxias enanas de tipo temprano (dE, dS0) representan la población de galaxias numericamente dominante en ambientes de alta densidad como son cúmulos y grupos de galaxias (ver Ferguson & Binggeli, 1994; Lisker et al., 2007). Esta característica apoyaría la idea que su origen y evolución resulta principalmente como consecuencia de mecanismos relacionados con el medio ambiente en que se ubican más que por eventos de fusión o acreción (Lisker et al., 2009; Geha et al., 2012; Paudel & Ree, 2014). Por ello, resulta necesario estudiar aquellas galaxias enanas que se encuentran en entornos de baja densidad como son los grupos pobres y el campo, a fin de determinar los posibles mecanismos que han actuado sobre ellas. Se propone analizar entonces a la galaxia enana dS0 CGCG014-074 ubicada en un ambiente muy poco denso, y a una distancia proyectada de 22 kpc respecto a la galaxia lenticular NGC 4546 ($M_V = -20.18$ mag; Escudero et al., 2020). Este pequeño grupo resulta un caso excepcional para estudiar el probable origen y evolución de CGCG014-074 en este tipo de ambientes, así como su posible vinculación genética con su compañera NGC 4546. La Figura 1 muestra la ubicación de CGCG014-074 y NGC 4546, mientras que la Tabla 1 lista algunas características de ambas galaxias.

2. Datos

En este trabajo se utilizaron datos fotométricos y espectroscópicos obtenidos mediante el espectrógrafo multi-objeto de Gemini (GMOS*, por sus siglas en inglés), instalado en el telescopio Gemini Sur (Cerro Pachón, Chile). Los datos fotométricos (Gemini ID: GS-2014A-Q-30) obtenidos mediante el modo imagen de GMOS, se componen de 4 exposiciones de 100 segundos en los filtros g' , r' , i' , y 4 exposiciones de 290 segundos en el filtro z' . En este caso, los datos fueron tomados utilizando un *binning* de 2×2 . Por su parte, los datos espectroscópicos (Gemini ID: GS-2020A-Q-130) obtenidos utilizando el modo ranura larga de GMOS, se componen de 9 exposiciones de 1540 segundos considerando la red B1200, ranura de 1 segundo de arco y *binning* de 2×2 . Para corregir los gaps entre los CCDs en el proceso de reducción, los datos se observaron en tres longitudes de onda centrales diferentes, 530, 540 y 550 nm. Dicha ranura se orientó a lo largo del semieje mayor de la galaxia enana.

3. Análisis Fotométrico

Se analizó la distribución de luz de CGCG014-074 en los cuatro filtros fotométricos, a fin de obtener los perfiles de brillo superficial de la galaxia, y también obtener información de sus diferentes estructuras fotométricas. Para ello, se utilizó la tarea ELLIPSE (Jedrzejewski, 1987) del software IRAF. Previamente a la ejecución de dicha tarea, se enmascararon los objetos puntuales y extendi-

*<http://www.gemini.edu/instrumentation/gmos>



Figura 1: Imagen color del grupo NGC 4546 obtenida del relevamiento Legacy (<https://www.legacysurvey.org/>; Legacy Surveys / D. Lang (Perimeter Institute)). En la misma se observa la posición de la galaxia enana dS0 CGCG014-074 y la galaxia lenticular NGC 4546.

Tabla 1: Propiedades de CGCG014-074 y NGC 4546 obtenidas de la literatura. De acuerdo al módulo de distancia adoptado para el grupo $(m - M)_0 = 30.73 \pm 0.14$ (14.0 ± 0.9 Mpc) se obtiene una escala espacial de 1 seg. de arco = 67 pc. Referencias: [1] base de datos extragaláctica NASA/IPAC; [2] Paturel et al. (2005); [3] Colless et al. (2003); [4] Cappellari et al. (2011); [5] Cappellari et al. (2013); [6] Tully et al. (2013).

Propiedad	CGCG014-074	NGC 4546	unidades	Referencias
α	12:35:50.95	12:35:29.5	h:m:s (J2000)	[1]
δ	-03:45:58.5	-03:47:35.5	d:m:s (J2000)	[1]
Type	dS0 edge-on	SB0 ⁻ (s)	-	[1]
I_0^g	14.17 ± 0.15	9.33 ± 0.36	mag	[2]
V_{hel}	998 ± 54	1057 ± 5	km/s	[3,4]
R_{eff}	-	22.23	seg. de arco	[5]
$(m - M)_0$	-	30.73 ± 0.14	mag	[6]
Dist.	-	14.0 ± 0.9	Mpc	[6]

dos del campo para evitar cualquier contribución de luz por parte de los mismos. Durante el proceso de ajuste, se dejaron que varíen libremente los parámetros isofotales como el centro, elipticidad (ϵ) y ángulo de posición (AP) de las elipses ajustadas. La Figura 2 presenta la variación de los parámetros isofotales (ϵ , AP, y el coeficiente de Fourier B_4) en función del radio galactocéntrico equivalente para el filtro g' . También en dicha figura se muestra el perfil de brillo superficial del mismo filtro. El coeficiente B_4 nos brinda información de la forma de la isofota ajustada, en donde $B_4 > 0$ indica isofotas tipo disco y $B_4 < 0$ isofotas tipo caja.

4. Análisis Espectroscópico

Se determinó la cinemática (velocidad radial y dispersión de velocidades) y los parámetros de poblaciones estelares (edad y metalicidad $[Z/H]$) de CGCG014-074, en diferentes regiones a lo largo de su semieje mayor. Esto se realizó mediante la técnica de ajuste espectral completo utilizando el código pPXF (Cappellari & Emsellem, 2004; Cappellari, 2017), junto con la librería de

modelos MILES (Vazdekis et al., 2015). Dichos modelos cubren edades desde 0.03×10^9 a 14×10^9 años, metalicidades $-2.27 < [Z/H] < 0.4$ dex, y valores de abundancias de elementos α entorno a la vecindad solar (modelos *baseFe*). En este trabajo presentamos únicamente los valores y ajustes obtenidos para la región central de CGCG014-074. La velocidad radial y dispersión de velocidad obtenida para dicha región fue de 1002 ± 7 km/seg y 15 km/seg, respectivamente. Este valor de velocidad radial se encuentra en buen acuerdo con el obtenido en la literatura (998 ± 54 km/seg; Colless et al., 2003). La Figura 3 muestra las poblaciones estelares (edad y $[Z/H]$) pesadas en masa obtenidas por pPXF. Como se observa en la misma, si bien la región central está dominada por una población de 8×10^9 años y $[Z/H] = -1.4$ dex, también se observa una población pesada en masa menos significativa de $\sim 3 \times 10^9$ años y de mayor metalicidad ($[Z/H] = -0.2$ dex).

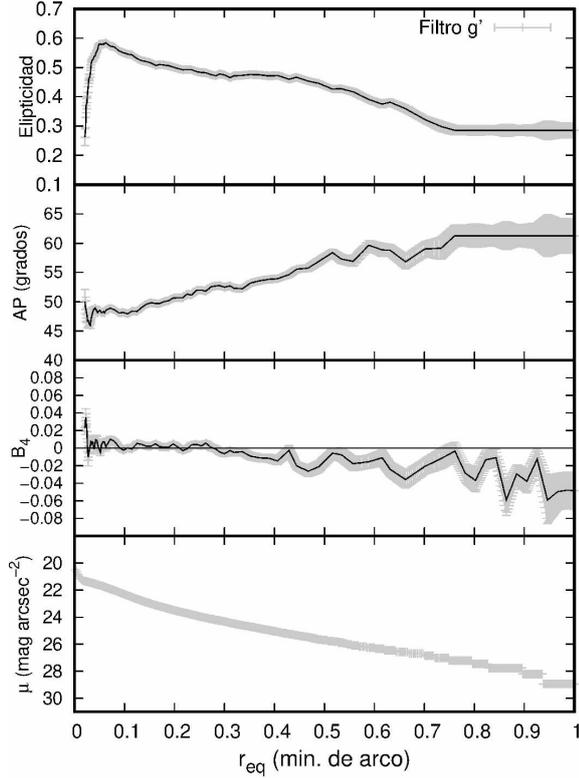


Figura 2: Parámetros isofotales (elipticidad, ángulo de posición, B_4) y perfil de brillo superficial obtenidos para el filtro g' en función del radio equivalente.

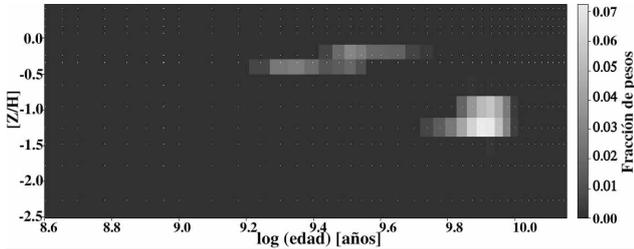


Figura 3: Historia de formación estelar de la región central de CGCG014-074 obtenida utilizando pPXF. Las diferentes regiones en escala de grises indican las poblaciones estelares pesadas en masa.

5. Comentarios Finales

El análisis fotométrico realizado sobre la galaxia enana CGCG014-074, muestra variaciones significativas en algunos parámetros isofotales, tales como elipticidad y ángulo de posición. Además, el coeficiente de Fourier B_4 presenta un cambio de signo, pasando de valores po-

sitivos a negativos a partir de $r_{eq} \sim 0.3$ minutos de arco (~ 1.2 kpc). La presencia de isofotas tipo caja ($B_4 < 0$) generalmente se encuentran asociadas a posibles eventos de interacciones y/o fusiones (Kormendy & Bender, 1996).

Por su parte, el análisis espectroscópico realizado a lo largo del semieje mayor de CGCG014-074 mediante la técnica de ajuste espectral completo, reveló la presencia dominante de una población estelar pesada en masa de edad 8×10^9 años y metalicidad $[Z/H] = -1.4$ dex. Estos valores resultan similares a los obtenidos en otras galaxias enanas de tipo temprano (Bouchard et al., 2010; Chilingarian, 2009). Sin embargo, en este análisis surge también la presencia de una población pesada en masa menos significativa, cuya edad resulta mas joven ($\sim 3 \times 10^9$ años), y con una metalicidad mayor ($[Z/H] = -0.2$ dex) respecto a la población dominante.

Todas estas características presentadas aquí sobre la galaxia dS0 CGCG014-074, sugieren que la misma ha experimentado alguna interacción en un pasado reciente, probablemente con su compañera cercana y masiva NGC 4546.

Agradecimientos: Este trabajo fue realizado gracias al aporte del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, y de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina). El relevamiento de imágenes DESI Legacy consisten en tres proyectos individuales y complementarios: el relevamiento Legacy de cámara de energía oscura (DECaLS), el relevamiento del cielo de Beijing-Arizona (BASS) y el relevamiento Legacy de banda z de Mayall (MzLS). DECaLS, BASS y MzLS incluyen datos obtenidos del telescopio Blanco, Observatorio Interamericano Cerro Tololo, NOIRLab de NSF; el telescopio Bok, Observatorio Steward, Universidad de Arizona; y el telescopio Mayall, Observatorio Nacional Kitt Peak, NOIRLab.

Referencias

- Bouchard A., et al., 2010, A&A, 513, A54
 Cappellari M., 2017, MNRAS, 466, 798
 Cappellari M., Emsellem E., 2004, PASP, 116, 138
 Cappellari M., et al., 2011, MNRAS, 413, 813
 Cappellari M., et al., 2013, MNRAS, 432, 1709
 Chilingarian I.V., 2009, MNRAS, 394, 1229
 Colless M., et al., 2003, arXiv e-prints, astro-ph/0306581
 Escudero C.G., et al., 2020, MNRAS, 493, 2253
 Ferguson H.C., Binggeli B., 1994, A&A Rv, 6, 67
 Geha M., et al., 2012, ApJ, 757, 85
 Jedrzejewski R.I., 1987, MNRAS, 226, 747
 Kormendy J., Bender R., 1996, ApJL, 464, L119
 Lisker T., et al., 2007, ApJ, 660, 1186
 Lisker T., et al., 2009, ApJL, 706, L124
 Paturel G., et al., 2005, A&A, 430, 751
 Paudel S., Ree C.H., 2014, ApJL, 796, L14
 Tully R.B., et al., 2013, AJ, 146, 86
 Vazdekis A., et al., 2015, MNRAS, 449, 1177