

## Cátedra de Sistemas Estelares

### Trabajo práctico N<sup>o</sup> 8:

### Propiedades fotométricas de galaxias de tipo temprano

Fecha de entrega: 12/11/2024

Utilizando el telescopio Gemini Sur (8.1 m de diámetro) y la cámara GMOS, se observó la galaxia elíptica gigante ESO 325-G004 perteneciente al cúmulo Abell S0704, a través del filtro  $g'$  del sistema fotométrico de Sloan <sup>1</sup>.

La imagen de dicha galaxia que usaremos es el archivo `ESO-325-G004_g.fits` que se encuentra en el Classroom. Allí mismo se encuentra una máscara para realizar la fotometría (archivo `mascara.fits`).

En esta práctica deberá obtener el perfil de brillo superficial de la galaxia, calibrado al sistema estándar, y los distintos parámetros fotométricos solicitados.

Nota: la imagen ya ha sido procesada, tiene restada la emisión de fondo del cielo y se han eliminado los rayos cósmicos. En dicha imagen, ESO 325-G004 es la galaxia ubicada aproximadamente en el centro.

1. Estime la posición del centro de la galaxia, su tamaño y los parámetros de una isofota típica (semieje mayor, menor, centro, ángulo de posición y elipticidad).

Esto se puede hacer utilizando el programa DS9. Para estimar los distintos parámetros seleccionar del menú “Scale”, alternativamente la opción “Linear” o “Log” y probar con distintos valores del máximo y mínimo de la escala usando “Scale Parameters”. Para estimar los parámetros de la elipse, se recomienda usar “Region”, “Shape”, “Ellipse”.

Estas estimaciones se pueden hacer también con Python, usando `matplotlib.pyplot.imshow()`, en modo interactivo, y regulando los niveles de brillo del despliegue con los argumentos `vmin` y `vmax`.

2. Obtenga los ajustes isofotales utilizando, en Python, `photutils.isophote.Ellipse` (ver *Notebook* para Python que se encuentra en el Classroom).
3. Transforme los resultados obtenidos a unidades estándar en astronomía. Para eso, obtenga del *header* de la imagen la escala de placa, el tiempo de exposición y la masa de aire. Expresé el semieje mayor en segundos de arco y calcule el radio equivalente para cada isofota. Obtenga el ángulo de posición de las isofotas en el sistema estándar (desde el Norte hacia el Este). Calcule el brillo superficial en magnitudes estándar por segundo de arco al cuadrado. Para eso utilice el coeficiente de extinción atmosférica  $k_g = 0.18$  y el punto de cero para la magnitud  $z_g = 28.33$  mag. Corrija además por extinción interestelar utilizando los valores disponibles en NED ( $A_g = 0.200$ ).
4. Grafique el ángulo de posición de las isofotas, su elipticidad y las coordenadas de sus centros  $(x_0, y_0)$  y la amplitud armónica  $B_4$  en función del radio equivalente. Describa esos gráficos e indique las posibles causas de sus variaciones en relación la forma de la galaxia. ¿Es posible apreciar el efecto de seeing en los gráficos?

---

<sup>1</sup>Programa GS-2009A-Q-24. PI: John Blakeslee.

5. Realice un gráfico del flujo integrado dentro de cada isofota en función del radio equivalente de las isofotas. Esa sería la **curva de crecimiento del flujo**. Obtenga, además, una estimación directa del radio equivalente efectivo ( $r_{ef}$ ).
6. Obtenga el **perfil de brillo superficial** buscado. Incluya en el gráfico del perfil de brillo superficial el valor del brillo del cielo durante las observaciones, que ha sido estimado por la cátedra como  $\mu'_g = 22.4 \text{ mag/arcsec}^2$

Ajuste la ley de Sérsic a este perfil en la forma:

$$\mu(r) = \mu_{ef} + (1.086 b_n) \left[ \left( \frac{r}{r_{ef}} \right)^{(1/n)} - 1 \right]$$

Donde  $r_{ef}$  es el radio efectivo de la galaxia,  $\mu_{ef}$  el brillo superficial al radio  $r_{ef}$ ,  $n$  el índice de Sérsic, y  $b_n$  es un parámetro asociado a  $n$  que sigue la expresión aproximada  $b_n = 1.9992 n - 0.3271$  para  $0.5 < n < 10$  (Graham, A. W. et al, 2008) a fin de asegurar que la mitad del flujo total esté dentro del  $r_{ef}$ . Compare el valor del radio efectivo obtenido de este ajuste con el estimado en el punto anterior. Comente el valor del índice de Sérsic en relación a la forma de la galaxia.

Con el valor de  $r_{ef}$  obtenido, calcule además el valor del brillo superficial efectivo en la banda  $g'$ . Esto es,  $\mu_{ef}$  en el filtro  $g'$ .

7. Realice una estimación de la magnitud total de la galaxia en la banda  $g'$ .