

## Cátedra de Sistemas Estelares

### Trabajo práctico N°5: Vía Láctea: cúmulos estelares

Fecha de entrega: 25/10/2019

1. Obtenga la última versión del catálogo de Cúmulos Globulares (CG) de W. E. Harris (1996, AJ, 112, 1487) desde la base de datos Vizier

<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=VII/202>

Descargue las columnas (X, Y, Z, [Fe/H]) usando la opción “ascii - 999'filled”, sin seleccionar las columnas “ID” ni “Name”.

Recuerde que las coordenadas  $X, Y, Z$  de cada CG están dadas en un sistema rectangular centrado en el Sol, cuyo eje  $X$  apunta al centro galáctico y cuyo eje  $Y$  apunta en la dirección del movimiento solar ( $l = 90^\circ$ ).

- a) Realice un gráfico en tres dimensiones de todos los CG que se encuentren dentro de un cubo de 40 kpc de lado, centrado en el Sol. Señale la posición del Sol y del plano galáctico. ¿Qué información puede extraer a través de la inspección visual de este gráfico acerca de la distribución espacial de los CG?

Incluya en el informe un gráfico 3D con alguna orientación que le permita sustentar sus conclusiones y por lo menos dos proyecciones sobre los ejes de coordenadas.

**Nota: recuerde mantener la misma escala en abscisas y ordenadas en estos gráficos.**

- b) Obtenga un valor aproximado para la distancia del Sol al centro galáctico ( $R_0$ ) de la siguiente forma:

- 1) Seleccione los cúmulos que se apartan más de 1.5 kpc del plano galáctico ( $|Z| \geq 1.5$  kpc) y explique por qué selecciona esos cúmulos.
- 2) Usando solamente los cúmulos seleccionados, calcule los valores medios  $\langle X_0 \rangle, \langle Y_0 \rangle, \langle Z_0 \rangle$  y las dispersiones  $\sigma_X, \sigma_Y$  y  $\sigma_Z$  de las coordenadas  $X, Y$  y  $Z$ .
- 3) Seleccione los cúmulos que tengan  $|X - \langle X_0 \rangle| < 2\sigma_X, |Y - \langle Y_0 \rangle| < 2\sigma_Y$  y  $|Z - \langle Z_0 \rangle| < 2\sigma_Z$ . Para esos cúmulos recalcule el valor medio corregido de las coordenadas  $\langle X_1 \rangle, \langle Y_1 \rangle$  y  $\langle Z_1 \rangle$ . En base a estos resultados, indique cuál sería la distancia más probable del Sol al centro Galáctico, así como sus coordenadas  $Y_C, Z_C$ . Analice si los resultados obtenidos son compatibles con sus conocimientos acerca de la posición del centro galáctico.

**Nota: en este paso es muy importante combinar correctamente las condiciones de selección en los tres ejes.**

- c) Calcule y grafique un histograma de metalicidades para los CG de la Vía Láctea. Utilice intervalos de metalicidad  $\Delta[\text{Fe}/\text{H}] = 0.1$  dex, y centre el primer conteo en  $[\text{Fe}/\text{H}] = -2.5$ . Elija luego un valor de  $[\text{Fe}/\text{H}]$  que le permita separar las poblaciones de CG de alta y de baja metalicidad (“rojos” y “azules”).

d) Repita los gráficos de la parte 1a pero seleccionando un cubo de 40 kpc de lado centrado en la posición del centro Galáctico calculado en (1b). Distinga con símbolos diferentes a los CG de acuerdo a las poblaciones identificadas en (1c). Señale la posición del Sol y del centro Galáctico. Describa las distribuciones espaciales de los CG en general y de cada una de las poblaciones.

2. Obtenga la última versión del Catálogo de Cúmulos Abiertos Ópticamente Visibles de W. S. Dias et al. (2002, A&A, 387, 871) a través de la base de datos VizieR:

<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR-3?-source=B/ocl/clusters>

Utilizando los datos del catálogo, haga lo siguiente:

a) Para todos los cúmulos con distancia al Sol conocida, calcule sus coordenadas  $X, Y, Z$  en el mismo sistema rectangular ejercicio anterior. Grafique  $X$  contra  $Y, Z$  contra  $X$ , y  $Z$  contra  $Y$ ; en los dos primeros gráficos, ubique la posición del centro Galáctico. Describa la distribución espacial observada de los cúmulos abiertos en la Galaxia y los efectos que pueden estar afectando a la distribución observada.

b) Repita el gráfico  $Y$  contra  $Y$ , pero limitado a los cúmulos que se encuentren a una distancia de menos de 5 kpc del Sol. Incluya en el gráfico únicamente aquellos cúmulos con más de 10 miembros estimados, para los cuales existe fotometría, y cuyo parámetro “class” sea distinto de  $d, g, a$  y  $nf$ . Agrupe los cúmulos en los siguientes rangos de edades (haciendo un gráfico para cada grupo):

$$\log(t) \leq 7.0$$

$$\log(t) \leq 7.5$$

$$7.5 < \log(t) \leq 8.0$$

$$8.0 < \log(t)$$

Describa las distribuciones espaciales que se obtienen; considere para ello la estructura de la Galaxia (ver figura anexa) y el tipo espectral de la estrella de mayor masa que sobrevive en la secuencia principal para los tres primeros rangos de edades.

c) OPCIONAL: Calcule la distancia galactocéntrica  $R$  de cada cúmulo abierto al centro galáctico y grafique las metalicidades en función de  $R$ . Use distintos símbolos y/o colores para los cúmulos con diferentes rangos de edades:

$$\log(t) \leq 7.25$$

$$7.25 < \log(t) \leq 8.0$$

$$8.0 < \log(t) \leq 9.0$$

$$9.0 < \log(t)$$

Describa este gráfico, tratando de relacionar la distribución espacial de los cúmulos abiertos con sus edades y metalicidades.

**Nota: para el ejercicio (2.c) utilice la tabla creada para el ejercicio (2.b), tomando de ella aquellos cúmulos abiertos que tengan edades y metalicidades determinadas.**