

# El Número de Cúmulos Globulares en Nuestra Galaxia

P O R

CARLOS O. R. JASCHEK

Es bien sabido que el número de cúmulos globulares conocidos en nuestra galaxia es algo menor que un centenar, y es prèsumible que de no existir la absorción interestelar, el número de cúmulos sería algo mayor. Sobre el número de cúmulos invisibles existen pocas indicaciones en la bibliografía. Edmondson <sup>1)</sup> dice que el número total será aproximadamente el doble del número observado, si bien se trata de una estimación, y no indica cómo llegó a esta cifra. A primera vista parecería que el número mencionado fuera un poco elevado, dado que la distribución de los cúmulos es aproximadamente esférica, mientras que la absorción se concentra fuertemente en el plano galáctico. De este modo cabe esperar de antemano que el número de cúmulos invisibles fuese algo menor de cien. Recientemente Parenago <sup>2)</sup> hizo un cómputo del número de cúmulos invisibles, teniendo en cuenta la absorción de un modo esquemático; el cálculo indicó unos 25 cúmulos invisibles. Este número parece acercarse bastante más a lo que puede esperarse de antemano.

En el presente trabajo se ha tratado de tener en cuenta la absorción de un modo algo menos esquemático, investigando al mismo tiempo qué influencia tienen sobre los resultados la adopción de distintas fórmulas de absorción y de distintas distancias galactocéntricas.

En el presente trabajo se han hecho las siguientes hipótesis: 1) la absorción interestelar sigue, en toda la galaxia, una misma ley general. 2) todos los cúmulos globulares más luminosos de una cierta magnitud límite han sido descubiertos; 3) el sistema de los cúmulos globulares tiene simetría esférica alrededor del centro de la galaxia. Es seguro que estas tres hipótesis no son más que esquematizaciones de la realidad, de modo que sólo podremos aspirar a obtener un valor aproximado.

Como fórmulas generales de absorción se han adoptado las de H. Wilkens <sup>3)</sup> y P. P. Parenago <sup>4)</sup> que son, respectivamente.

$$S_w = \frac{\alpha \cdot R}{1 + \beta \cdot z} \quad S_p = \frac{A}{\sin b} (1 - e^{-B \cdot z})$$

en las cuales se ha seguido la siguiente notación:

- S = Absorción interestelar en magnitudes
- R = Distancia heliocéntrica en Kpc.
- z = Distancia al plano galáctico, en Kpc
- $\alpha, \beta$  = Constantes dependientes de la longitud de onda:  
 $\alpha = 3,16$                        $\beta = 1,00$
- b = Latitud galáctica
- A, B = Constantes  
A =  $0^m 35$                       B =  $0,01 \text{ pc}^{-1}$

Si ahora se fija la magnitud límite hasta la cual se conocen todos los cúmulos, se puede computar fácilmente la curva límite que separa las regiones de visibilidad de las regiones de invisibilidad, mediante la fórmula

$$m - M + 5 = 5 \cdot \log R + S(R, z)$$

Se adoptó  $(m - M)_{11m} = 18^m5$ , lo cual responde a una magnitud visual de  $11^m5$  aproximadamente. Es cierto que Parenago <sup>5)</sup> cita algunos cúmulos con  $(m - M)$  mayores (hasta  $20^m5$ ) pero se trata de pocos valores de peso pequeño.

Los módulos verdaderos (corregidos por absorción) y las coordenadas galactocéntricas se han tomado de las publicaciones de H. Wilkens <sup>3)</sup> y P. P. Parenago <sup>2)</sup>. La lista del primer autor está basada en los módulos de Shapley del "Handbuch der Astrophysik", mientras que la del segundo autor incluye datos más recientes.

Con estos datos se ha computado el volumen de las zonas de invisibilidad mediante una integración gráfica. El error numérico de los volúmenes se estima en menos del 5%. Se han efectuado tres integraciones, que responden a los siguientes casos:

A. Fórmulas de absorción de H. Wilkens; distancia sol-centro galáctico 10 kpc.

B. Fórmulas de absorción de H. Wilkens; distancia sol-centro galáctico 8 kpc.

C. Fórmulas de absorción de P. Parenago; distancia sol-centro galáctico 8 kpc.

Cabe observar que la distancia de 10 kpc adoptada en el primer caso es seguramente demasiado grande.

Los resultados obtenidos en las tres integraciones son:

Caso A				Caso B				Caso C			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
0-2,5	57	8	15	0-2	53	9	16	0-2	43	4	7
2,5-5,0	30	26	37	2-4	27	26	36	2-4	21	19	24
5,0-7,5	22	21	27	4-6	17	15	18	4-6	14	19	22
7,5-10,0	22	7	9	6-8	17	10	12	6-8	13	14	16
10,0-12,5	21	12	15	8-10	15	8	9	8-10	12	6	7
12,5-15,0	24	2	3	10-12	19	5	6	10-12	13	8	9
> 15,0	~ 20	16	20	> 12	~ 18	19	23	> 12	~ 12	24	27
Total		92	126			92	120			94	112

Las columnas 1, 5 y 9 indican los límites de las zonas galactocéntricas consideradas.

Las columnas 2, 6 y 10 indican el porcentaje (p) de volumen "invisible" respecto del volumen total de las zonas esféricas.

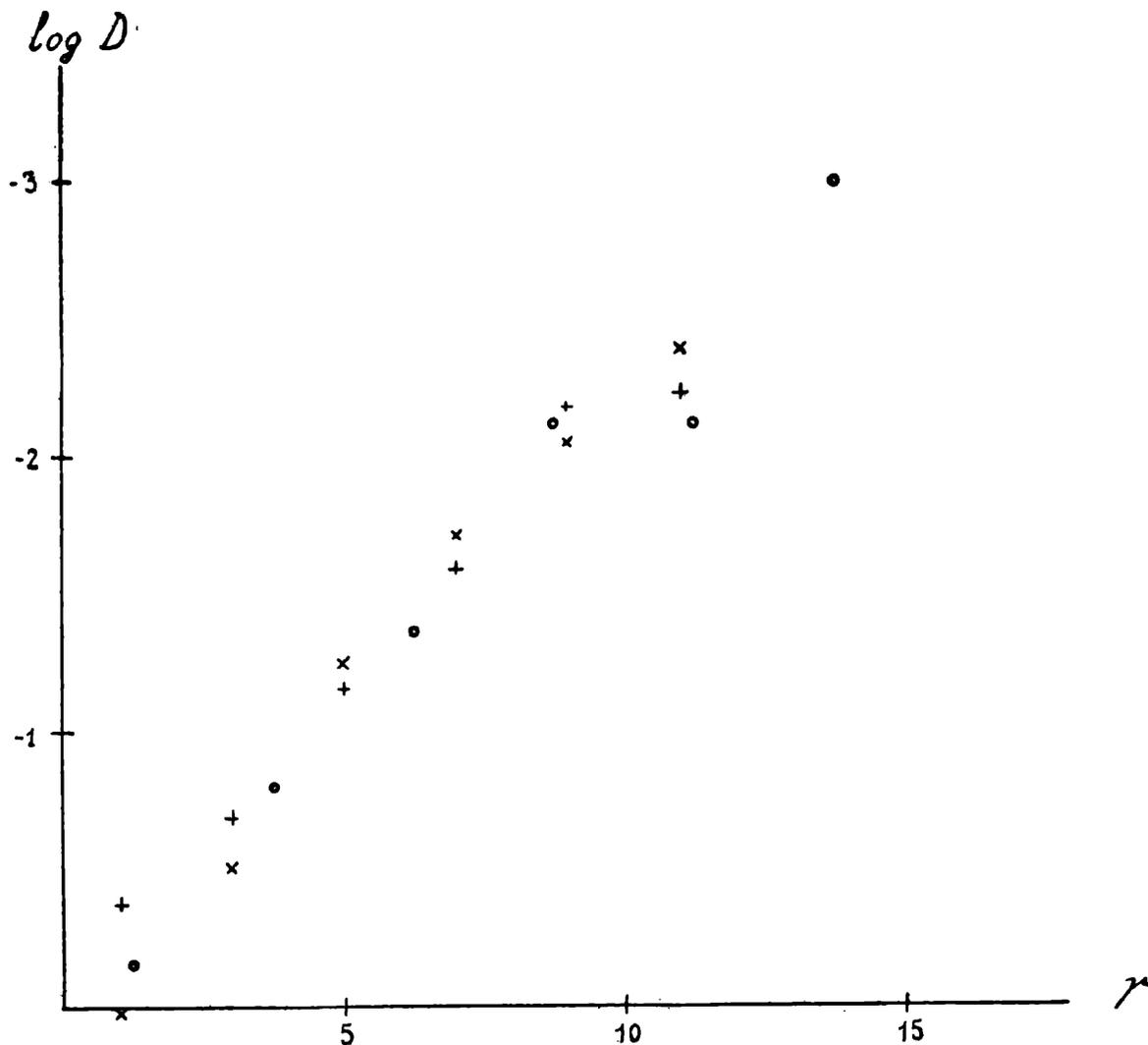
Las columnas 3, 7 y 11 indican el número de cúmulos observados en el volumen "visible" (N).

Las columnas 4, 8 y 12 indican el número corregido de acuerdo a la fórmula

$$N' = \frac{N}{1-p}$$

Como se puede ver, las tres hipótesis no arrojan valores demasiado distintos, y parece plausible admitir como número total de cúmulos, 120 aproximadamente. Es indudable que si se modificara  $(m - M)_{11m}$  en un monto considerable —fijándolo p. ej. en  $20^m5$ — el número de cúmulos no visibles *decrecería* aún más. Hecho el cálculo en la hipótesis C, pero con  $(m - M)_{11m} = 20^m5$  se encuentra  $N' = 102$ . Debe admitirse entonces que el valor 120 es, de cualquier modo, una cota superior.

Como aplicación de lo precedente se puede calcular todavía la densidad espacial (D = número de cúmulos por Kpc<sup>3</sup>) en cada zona esférica. El cómputo arroja los resultados resumidos en la figura 1, en la cual se ha dibujado el logaritmo de la densidad en función de la distancia galactocéntrica media de cada zona, para cada uno de los tres casos considerados.



Representación de  $\log D$  (número de cúmulos por  $\text{kpc}^3$ ) en función de la distancia galactocéntrica ( $r$ ).

- o Caso A
- × Caso B
- + Caso C

Como se ve, los puntos se agrupan bastante bien alrededor de rectas que prácticamente coinciden en los tres casos. Una buena representación de los datos se consigue mediante expresiones del tipo

$$D = D_0 \cdot e^{-\alpha \cdot r}$$

si bien hay que observar que una expresión del tipo

$$D = A \cdot [B + r^2]^{-2.5}$$

representa bastante bien los datos en el intervalo dado. Esta última fórmula es la densidad en una esfera politropa con  $n=5$ , llamada también fórmula de densidad de Plummer.

El autor desea expresar su agradecimiento a la Srta. A. Ringuelet quien efectuó parte de los cálculos.

#### BIBLIOGRAFIA

1. EDMONDSON. — A. J. 45 p., 1 (1935).
2. P. P. PARENAGO. — Trabajos del Obs. Sternberg. Tomo XVI, p. 68 (1949):
3. H. WILKENS. — Publicaciones La Plata. Tomo XXII, p. 53 (1945).
4. P. P. PARENAGO. — R. A. J. tomo 17, n. 4 (1940).