

SIMULACION DE CAMPOS DE GALAXIAS

Diego García Lambas

CONICOR

Observatorio Astronómico, Córdoba

y

José L. Sérsic

Observatorio Astronómico, Córdoba

CONICET, Buenos Aires

RESUMEN. En este trabajo desarrollamos un modelo para la distribución espacial de galaxias, y utilizamos su proyección bi-dimensional para la simulación de placas astronómicas.

El modelo tridimensional consiste en una distribución de nubes y cúmulos los que a su vez responden a diversos grados de compacticidad y leyes de distribución de densidad compatibles con la información observacional. Por otra parte consideramos también la frecuencia de tipos morfológicos de galaxias en aquellos sistemas, así como la luminosidad de las mismas. Con las distribuciones proyectadas en "placas sintéticas" pueden entonces aplicarse diversas estadísticas y determinar así su grado de sensibilidad a la estructura espacial.

ABSTRACT. In this paper we present a model for the distribution of galaxies in 3-dimensional space. Plane projections allow us to obtain synthetic astronomical plates. The model consists in a distribution of clouds and clusters of galaxies, whose compacticity and density-law agree with the observational information available. The frequency of morphological types and luminosities are also taken into account. The synthetic plates may be used to check the sensibility of different statistical tests to the 3-dimensional structure.

I. INTRODUCCION

La simulación de campos de galaxias ha sido motivo de numerosos trabajos en la última década (véase, por ejemplo, Mac Gillivray 1982). La principal diferencia con aquellos en el esquema de simulación de este trabajo consiste en que a una diversidad de estructuras se les asigna individualmente una distribución de tipos morfológicos. Esto permite simular la distorsión de las estructuras tridimensionales en las placas astronómicas originada en la función de luminosidad y el efecto del corrimiento al rojo, cuya dependencia con los tipos morfológicos es bien conocida (Pence 1976).

II. AGLOMERADO BASICO

El Super Cúmulo Local (SCL) ha sido extensivamente estudiado por de Vaucouleurs (1975, 1976, 1978, 1979). En un análisis tridimensional a partir de velocidades radiales (Tully 1982) se obtienen entre otros resultados, los siguientes:

- 1) El 20% de las galaxias se hallan en el cúmulo de Virgo.
- 2) En el Super Cúmulo Local la densidad de galaxias sigue la ley R^{-2}
- 3) Se distinguen dos sistemas: halo y disco.
- 4) La mayoría de las galaxias se encuentran en nubes.

La existencia de otros sistemas semejantes al SCL en el Universo, es ampliamente aceptada ahora y, en nuestra simulación, estas entidades son tomadas como los aglomerados básicos de la distribución.

Una distribución al azar de estos objetos no está en contradicción con la determinación observational de la función de correlación bipuntual. En efecto (Peebles 1980) con una densidad $\rho(r) \propto r^{-a}$ obtiene $\xi(r) = r^{3-2a}$. Para compatibilizar el modelo con las observaciones se requiere un valor $a = 2,3$, lo que conduce a una distribución de densidad comparable a la del SCL. Consideraciones teóricas basadas en distribuciones isotermas truncas (García Lambas 1982) requieren también este valor para dicho exponente.

Peebles (1974) calcula la correlación cruzada entre los catálogos de Lick y de cúmulos ricos de Abell. De allí se desprende que cada super cúmulo contiene en media dos cúmulos, encontrándose por cada galaxia de cúmulo diez galaxias de campo. Teniendo en cuenta estos resultados, nuestro modelo de aglomerado básico se formará con dos cúmulos ricos, y un halo de galaxias agrupadas en nubes, que siguen una ley de distribución R^{-2} en el halo.

III. TIPOS DE ESTRUCTURAS

Cúmulos: Zwicky (1961, 1968) encuentra que el número de cúmulos compactos y medio-compactos es aproximadamente el mismo. Por ser los cúmulos compactos más densos y más ricos los colocaremos en los centros de los aglomerados básicos, mientras que a los medio-compactos los ubicaremos al azar en el halo.

Nubes: Para las nubes del halo tomamos dos tipos de objetos: cúmulos abiertos y grupos. Distinguiremos estas estructuras solamente por el número de objetos.

IV. LEY DE DISTRIBUCION DE GALAXIAS EN CADA ESTRUCTURA

Para el aglomerado básico adoptamos una estructura halo-disco (de Vaucouleurs 1979) con achatamiento ($\epsilon = 0,5$) similar a la del SCL. La ley de distribución espacial de nubes en este sistema, es proporcional a $1/R^2$.

Los cúmulos (compactos y medio-compactos) que integran el aglomerado básico, son de simetría esférica y por tanto siguen la distribución de Vaucouleurs.

La distribución de galaxias en las nubes que integran el halo es uniforme. Dentro de las nubes distinguimos, de acuerdo al número de objetos, a los cúmulos abiertos y los grupos de galaxias. Ambos sistemas se generan achatados ($\epsilon = 0,5$) y las orientaciones de sus planos fundamentales son tomadas al azar.

La ley de Vaucouleurs permite fijar la escala del sistema mediante el radio efectivo aparente de la distribución proyectada (Felten 1977). Las observaciones arrojan valores aproximadamente constantes en un rango de 2,6 a 3,1 Mpc (Bahcall 1979).

V. DISTRIBUCION MORFOLOGICA EN LAS ESTRUCTURAS

Gisler (1980) ha dado los porcentajes de tipos morfológicos de galaxias según el grado de compacticidad de las estructuras que integran. La Fig. 1 sintetiza la información usada en la generación del modelo.

VI. FUNCION DE LUMINOSIDAD

Adoptamos una función gaussiana de luminosidad para cada tipo morfológico. Los parámetros elegidos son los siguientes:

TIPO	M	σ_M
E	-18,4	,8
S0	-18,4	,8
Sa	-18,4	,8
Sb	-17,2	1,2
Sc	-17,2	1,2

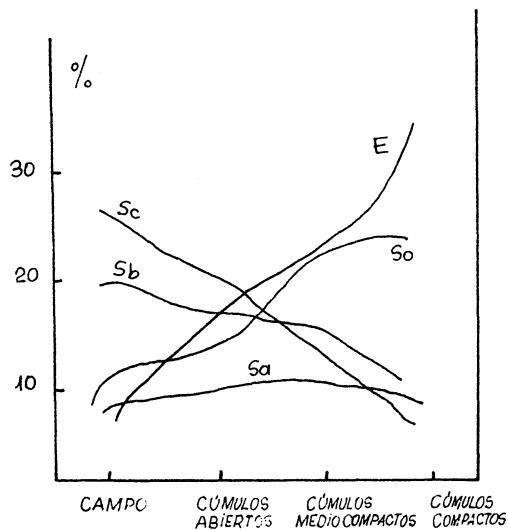


Fig. 1. Frecuencias relativas de tipos morfológicos de galaxias en función de la estructura a que pertenecen.

VII. EL MODELO

Teniendo en cuenta la información precedente, construimos el modelo asignando al cúmulo central 400 galaxias, y al cúmulo medio-compacto 200 galaxias. Las nubes en media tienen 50 galaxias, con un rango que va de 10 a 90 y tomamos aquellas con más de 85 galaxias como cúmulos abiertos y el resto de éstas, como grupos. Estos valores aseguran la consistencia del modelo (sección 2). Al distribuir con determinada prescripción geométrica copias del aglomerado básico surge el modelo para la distribución tridimensional de las galaxias.

VIII. SIMULACION DE UNA PLACA ASTRONOMICA

Como una aproximación suponemos que la función $f(m)$ de selección de una placa astronómica B es de la forma

$$\begin{aligned} f(m_B) &= 1 && \text{si } m_B < m_{\lim} \\ f(m_B) &= 0 && \text{si } m_B > m_{\lim} \end{aligned}$$

Esto significa admitir un corte abrupto en la magnitud límite, independientemente del tipo morfológico. Generamos entonces la distribución de galaxias de acuerdo a lo estipulado anteriormente en un volumen de $2000 \text{ Mpc} \times 200 \text{ Mpc} \times 200 \text{ Mpc}$, de tal manera que el ángulo subtendido para el observador sea de $5^{\circ}, 7$, dimensión comparable a la de una placa de cámara Schmidt. Además de la condición geométrica, la condición de magnitud incluye el efecto del corrimiento al rojo, mediante la corrección $K(t)$, que es función del tipo morfológico, es decir

$$m_B = M_B(t) - 5 + 5 * \log r + K_B(t)$$

Para las correcciones medias K se recurrió al trabajo de Pence (1976), véase Fig. 2.

De esta manera las placas simuladas incluyen la distorsión de las proyecciones de las estructuras tridimensionales debida a la diferente composición en tipos morfológicos.

La Fig. 3 corresponde a una placa generada a partir de posiciones y orientaciones al azar impuestas a los aglomerados básicos.

IX. CONCLUSIONES

Hemos presentado una descripción de la técnica utilizada para la simulación de campos de galaxias cuya estructura fundamental es un aglomerado constituido por cúmulos y nubes de galaxias.

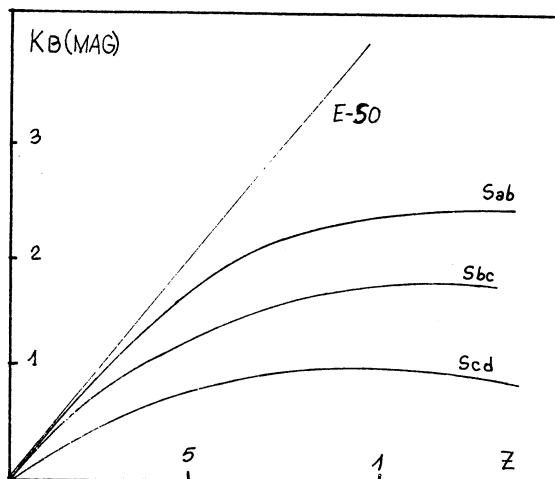


Fig. 2. Correcciones medias K_B en función de z , para cada tipo morfológico

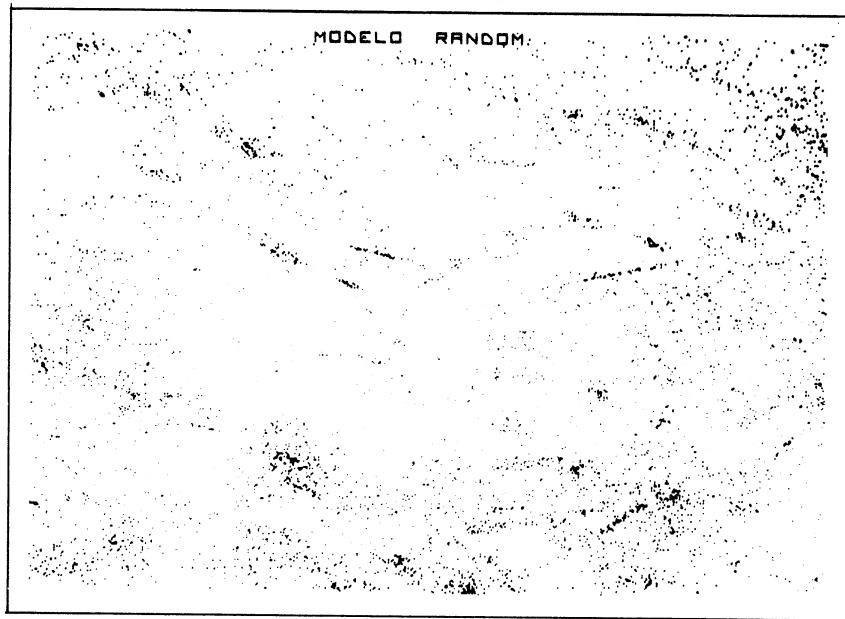


Fig. 3

Para las corridas del programa generador se utilizó el equipo Digital del Centro Regional de Ciencia y Tecnología (CRICYT), Mendoza.

Agradecemos la colaboración de la Sra. Marina de Martini por la confección y puesta a punto del programa de simulación.

BIBLIOGRAFIA

- de Vaucouleurs, G. 1975, *Ap. J.* 202, 319.
- de Vaucouleurs, G. 1975, *Ap. J.* 202, 610.
- de Vaucouleurs, G. 1976, *Ap. J.* 203, 33.
- de Vaucouleurs, G. 1978, *Ap. J.* 224, 710.
- de Vaucouleurs, G. 1979, *Ap. J.* 227, 729.
- Felten, J.E. 1977, *A. J.* 82, 861.
- García Lambas, D. 1982, *Trabajo Especial*, IMAF.

- Gisler, G.R. 1980, *A. J.* 85, 623.
Mac Gillivray, H.T., Dodd, R.J. 1982, *Astr. Sp. Sci.* 83, 127.
Mac Gillivray, H.D., Dodd, R.J. 1982, *Astr. Sp. Sci.* 83, 373.
Mac Gillivray, H.D., Dodd, R.J. 1982, *Astr. Sp. Sci.* 86, 437.
Peebles, P.J.E. 1974, *Ap. J. Suppl. Ser.* 28, 37.
Peebles, P.J.E. 1980, "Large Scale Structure of the Universe", Princeton University.
Pence, W. 1976, *Ap. J.* 203, 39.
Tully, R.B. 1982, *Ap. J.* 257, 359.
Zwicky, F. et al. 1961-68, *Catalogue of Galaxies and Clusters of Galaxies*. Cal. Inst. Tech., Pasadena, California.

Diego García Lambas y José L. Sérsic: Observatorio Astronómico de Córdoba, Laprida 854,
5000 Córdoba, Argentina.

