

PROPIEDADES ESTADISTICAS DE LAS GALAXIAS DE BAJO BRILLO
SUPERFICIAL

STATISTICAL PROPERTIES OF LOW SURFACE BRIGHTNESS
GALAXIES

M.C. Martín; E. Bajaja

Instituto Argentino de Radioastronomía

RESUMEN: Las galaxias catalogadas como de bajo brillo superficial (lsb) han sido seleccionadas de placas fotográficas a través de criterios subjetivos. En este trabajo hemos tratado de hallar valores límites para parámetros independientes de la distancia que permitan clasificar cuantitativamente dichos objetos. Utilizando muestras de galaxias "normales" y "lsb" del catálogo de galaxias DDO, se ha encontrado que estas últimas están caracterizadas por un ancho de perfil de HI, corregido por inclinación, menor que 224 km/s y un brillo superficial real menor que $2.5 \cdot 10^7$ Lo/kpc².

ABSTRACT: The low surface brightness galaxies (lsb) have been catalogued selecting them from photographic plates applying subjective criteria. In this work we have tried to determine limit values for parameters, which are independent of the distance, in order to be able to classify quantitatively those objects. Using samples of "normal" and "lsb" (from the DDO catalog) galaxies, we have found that the latter are characterized by a HI velocity profile width, corrected for inclination of less than 224 km/s and a deprojected surface brightness L/A^2 of less than $2.5 \cdot 10^7$ Lo/kpc².

I. INTRODUCCION

Cuando van den Bergh (1959, 1986) seleccionó, de las placas de Monte Palomar, las galaxias que serían conocidas como objetos DDO (por David Dunlap Observatory), aplicó los siguientes criterios: a) bajo brillo superficial; b) pequeña o ninguna concentración central y c) diámetro mayor que 1'. Cada uno de estos criterios es ciertamente restrictivo pero tanto en a) como en b) se aplican criterios subjetivos definidos por términos como "bajo" o "pequeña". Es de esperar en consecuencia una indefinición en los límites de esta población de objetos.

Estos objetos DDO, por el criterio a) de selección eran, necesariamente, galaxias de "bajo brillo superficial" o "lsb" (por low surface brightness). Se las asoció además, durante mucho tiempo, a galaxias enanas (dwarf galaxies), o sea galaxias con $M_{pg} \geq -15.1$ mag (usaremos en todos los casos $H_0 = 75$ km/s/Mpc), diámetro pequeño y bajo brillo superficial, hasta que Fisher y Tully (1975), mediante observaciones de las velocidades de recesión en la línea de 21 cm del HI, demostraron que muchas de las DDO tenían alta luminosidad (hasta $M_{pg} = -19.8$ mag).

Bajo la denominación de galaxias de bajo brillo superficial se hicieron nuevos catálogos pero aplicando criterios algo diferentes lo cual ha traído aún más confusión a la definición. A los efectos de contribuir a disminuir esta indefinición hemos seleccionado dos muestras de objetos, una de objetos "brillantes" o "normales" y otra de "lsb" a los efectos de determinar si estadísticamente es posible establecer, para algunos parámetros, límites que permitan decidir cuantitativamente si un objeto es del tipo DDO o no.

II. MUESTRAS Y PARAMETROS

Para la selección de galaxias brillantes se usaron tres grandes relevamientos de HI: el de Shostak (1978), el de Fisher y Tully (1981) y el de Reif et al. (1982). Sólo se consideraron las galaxias con magnitudes medidas en el sistema B_T , según de Vaucouleurs et al. (1975), o magnitudes fotoeléctricas de Harvard corregidas al sistema B_T . La muestra estuvo limitada a galaxias espirales e irregulares ($T > 0$). No fueron consideradas galaxias peculiares o de identificación dudosa o galaxias incluídas en la lista de las DDO. La muestra para estas galaxias, después de esta primera selección, contenía 389 objetos.

Para la muestra de galaxias DDO fueron tomadas las observadas por Fisher y Tully (1975) en la línea de 21 cm del HI. Los datos ópticos referentes al tamaño fueron tomados del BGCII de modo que están homogeneizados con los de las galaxias brillantes. Las magnitudes B_T fueron tomadas de las mediciones de de Vaucouleurs et al. (1981). Una primera limitación en el número de objetos de esta muestra es debida a que estas mediciones no fueron realizadas sobre todas las DDO.

Una regla de selección adicional para todas las galaxias fue que el ángulo de inclinación fuera mayor o igual que 40° para evitar grandes errores en las correcciones por inclinación de los anchos en velocidad de los perfiles. El resultado final de todas estas selecciones condujo a disponer de una muestra de 261 galaxias brillantes y de 51 galaxias DDO.

Los parámetros usados para este estudio fueron elegidos de modo que no dependan de la distancia y son los siguientes: a) el ancho en velocidad del perfil de HI corregido por la inclinación (ΔV_o); b) el brillo superficial, o sea el cociente de la luminosidad por el

cuadrado del diámetro lineal (L/A^2); c) la densidad superficial de HI, o sea el cociente de la masa de HI por el cuadrado del diámetro lineal (M_{HI}/A^2), y d) la relación entre la masa de HI y la luminosidad (M_{HI}/L). El ancho en velocidad responde a una propiedad intrínseca de la galaxia y en b), c) y d) el cociente es entre cantidades que dependen todas de la distancia al cuadrado. Se hace notar que para la determinación de las densidades de brillo y de HI se utiliza el área real y no la proyectada. L/A^2 , por otra parte, ha sido corregido por los efectos de inclinación y absorción en la galaxia.

III. RESULTADOS ESTADÍSTICOS

Para realizar este estudio se han hecho correlaciones entre cada par de los parámetros mencionados. El diagrama en el cual la separación entre ambas muestras es más clara es el que correlaciona $\log(L/A^2)$ con $\log(\Delta V_0)$ y que se muestra en la Figura 1 en la cual se han diferenciado las galaxias normales de las DDO utilizando puntos y cruces. Ambos están separados por una línea que puede representarse aproximadamente por $\log(L/A^2) = 10,5 - \sqrt{2} \cdot \log(\Delta V_0)$. Solamente seis puntos se encuentran en la región de bajo brillo superficial definida por esa línea. Dos de esos puntos corresponden a galaxias enanas de tipo 9 (IC 4710 y NGC 4861). Las restantes son de tipo más temprano (8 a 6).

En las restantes correlaciones, aunque en cada caso se nota claramente el desplazamiento de una muestra con respecto a la otra, en ninguna la separación es tan definida como en la Fig. 1. En aquellos casos en que uno de los parámetros es la densidad superficial de HI la indefinición en la separación es particularmente grande. Ello se debe principalmente al hecho de que para

la determinación de la densidad se usó la dimensión óptica de la galaxia cuando en realidad debió haberse usado la dimensión de la componente de HI. Para conocer ésta, sin embargo, es necesario usar radiotelescopios con muy alta resolución angular y estas observaciones han sido realizadas sólo en algunos pocos casos particulares. Por otro lado, si el halo de HI es muy extendido, el haz de antena introduce un error adicional en la estimación de la masa total de HI.

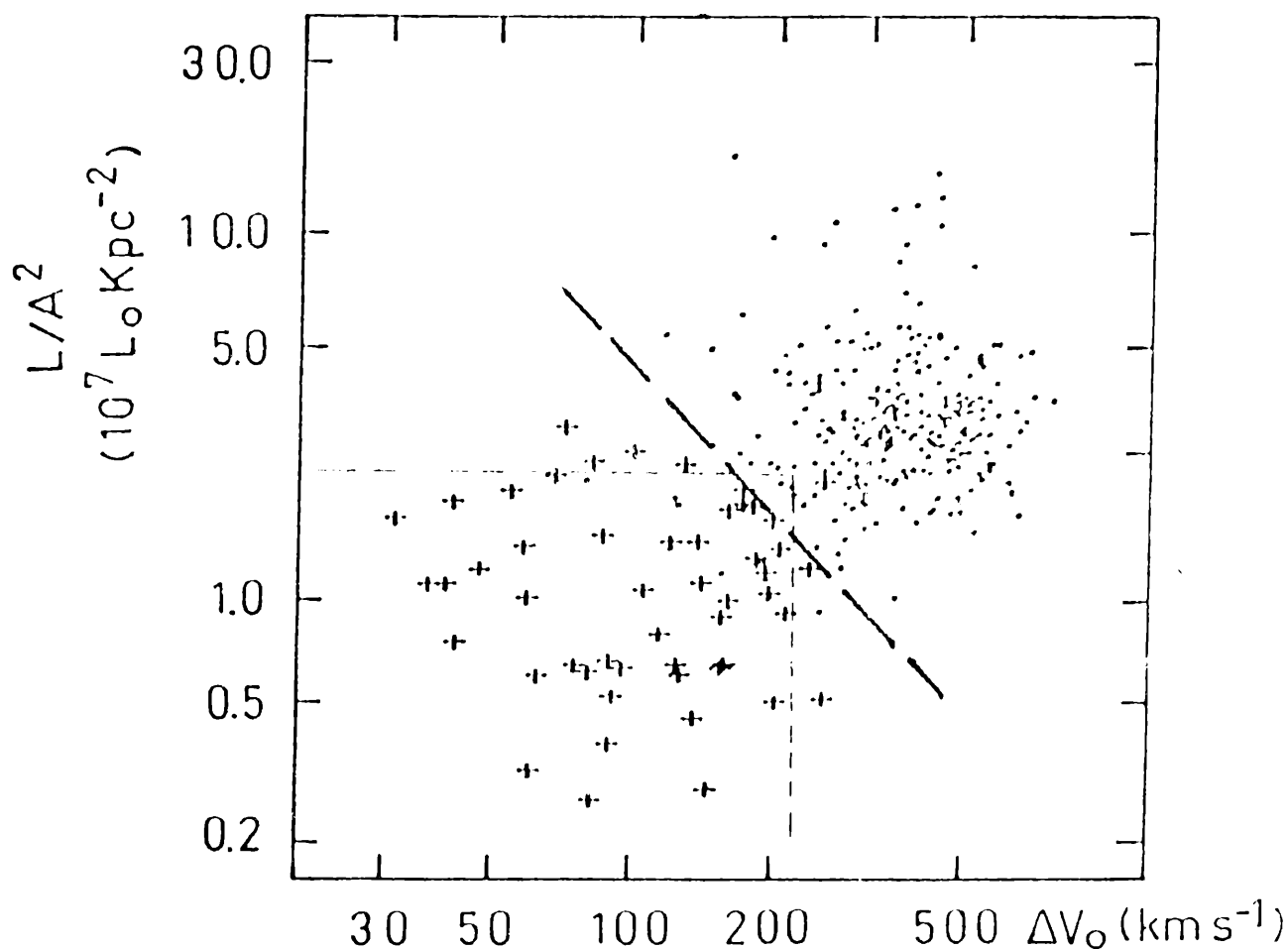


Figura 1: Correlación entre el brillo superficial real y el ancho del perfil de H (corregido por inclinación) de galaxias "normales" (.) y DDO (+). Las líneas rectas representan los límites descritos en el texto.

La Fig. 1 permite entonces establecer cuando una galaxia es del tipo DDO. La especificación de los límites se puede hacer en forma aproximada, pero más

simple, a través de

$$\Delta V_0 \leq 224 \text{ km/s} \quad L/A^2 \leq 2.5 \cdot 10^7 \text{ Lo/kpc}^2$$

Estas desigualdades indican que el bajo brillo superficial no es suficiente para distinguir estos objetos; muchas galaxias normales tienen brillos superficiales menores que el límite especificado. A los efectos de apreciar los rangos de diámetros y de luminosidades para las DDO y las normales hemos representado, en la Fig. 2, ambos parámetros. Los dos dependen de la distancia pero el efecto de su indeterminación se atenúa grandemente debido al alto grado de correlación de L con A^2 .

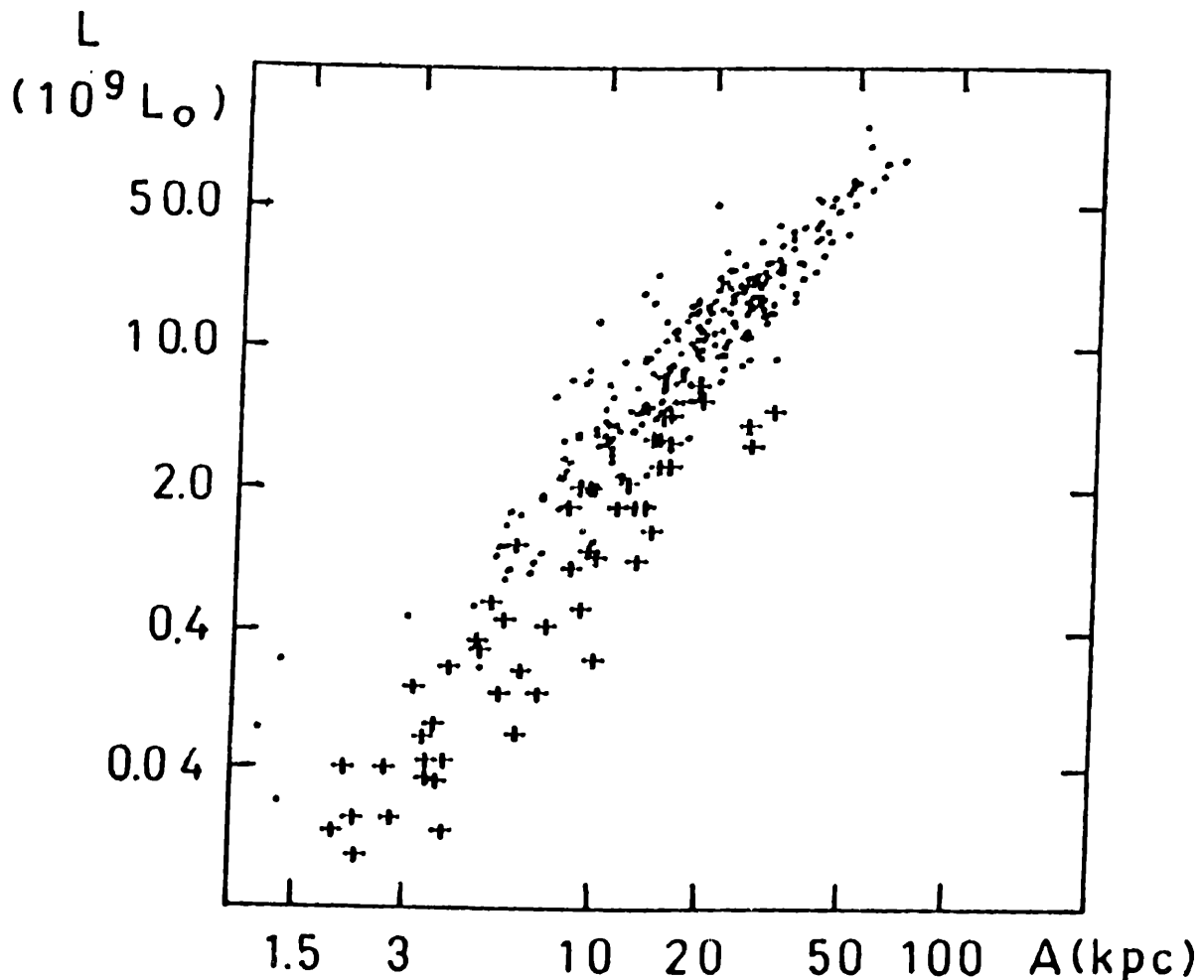


Figura 2: Correlación entre el diámetro lineal y la luminosidad de las galaxias representadas en la Figura 1.

En esta figura podemos ver: a) que las rectas

de regresión para ambas muestras son diferentes de modo que las mismas casi pueden separarse; b) que los rangos de L y de A en los cuales ambas muestras se superponen son amplios. En forma relativa, las más pequeñas o enanas y menos luminosas se ubican entre las DDO y, ciertamente, las gigantes y más luminosas entre las normales. Pero las DDO alcanzan diámetros de 30 kpc y luminosidades de $6.8 \cdot 10^9 L_{\odot}$ ($M_{pg} = -19.1$ mag), bien dentro del rango de las galaxias normales brillantes.

REFERENCIAS

- van den Bergh, S. 1959. Publ. David Dunlap Obs. II, N° 5.
- van den Bergh, S. 1966. Astron. J. 71, 922.
- Fisher, J.R.; Tully, R.B. 1975. Astron. Astrophys. 44, 151.
- Fisher, J.R.; Tully, R.B. 1981. Astron. Astrophys. Sup. Ser. 47, 139.
- Reif, K.; Mebold, U.; Goss, W.M.; van Woerden, H.; Siegman, B. 1982. Astron. Astrophys. Sup. Ser. 50, 451.
- Shostak, G.S. 1978. Astron. Astrophys. 68, 321.
- de Vaucouleurs, G.; de Vaucouleurs, A.; Corwin, H.G. 1975. The Second Reference Catalog of Bright Galaxies. The University of Texas Press, Austin.
- de Vaucouleurs, G.; de Vaucouleurs, A.; Buta, R. 1981. Astron. J. 86, 1429.