

6. Função de Luminosidade

A luminosidade das galáxias

- Galáxias existem nas mais variadas luminosidades
- Mais fracas: $M_B \sim -7.5$
- Mais luminosas: $M_B \sim -22.5$

Tamanho relativo de M87, uma E gigante no centro do aglomerado de Virgo, e M32, um satélite de Andrômeda (no quadrado), se ambas estivessem na mesma distância

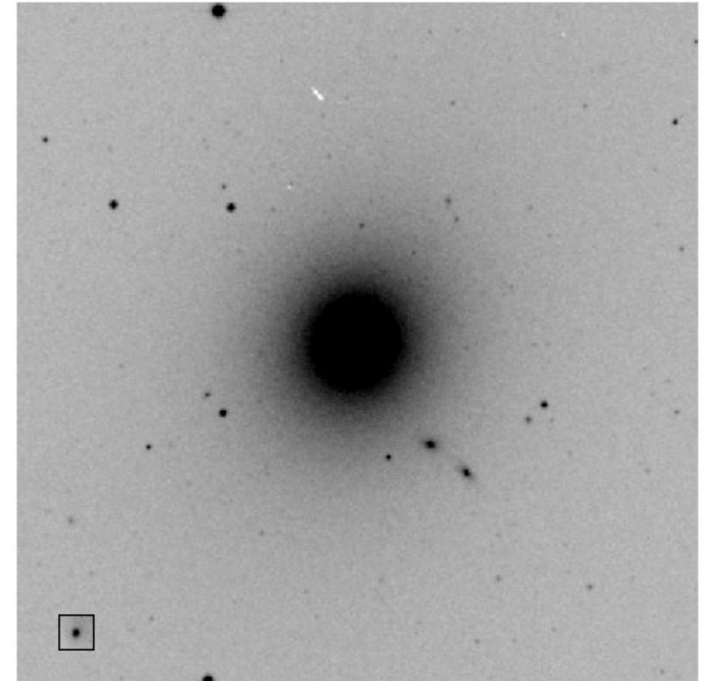


Figure 1.2: The two elliptical galaxies of the previous figure, now scaled to the same distance. The large galaxy is M87, a giant elliptical in the Virgo cluster, while the small one is M32, a dwarf elliptical satellite of the Andromeda galaxy. Source: Palomar digital sky survey.

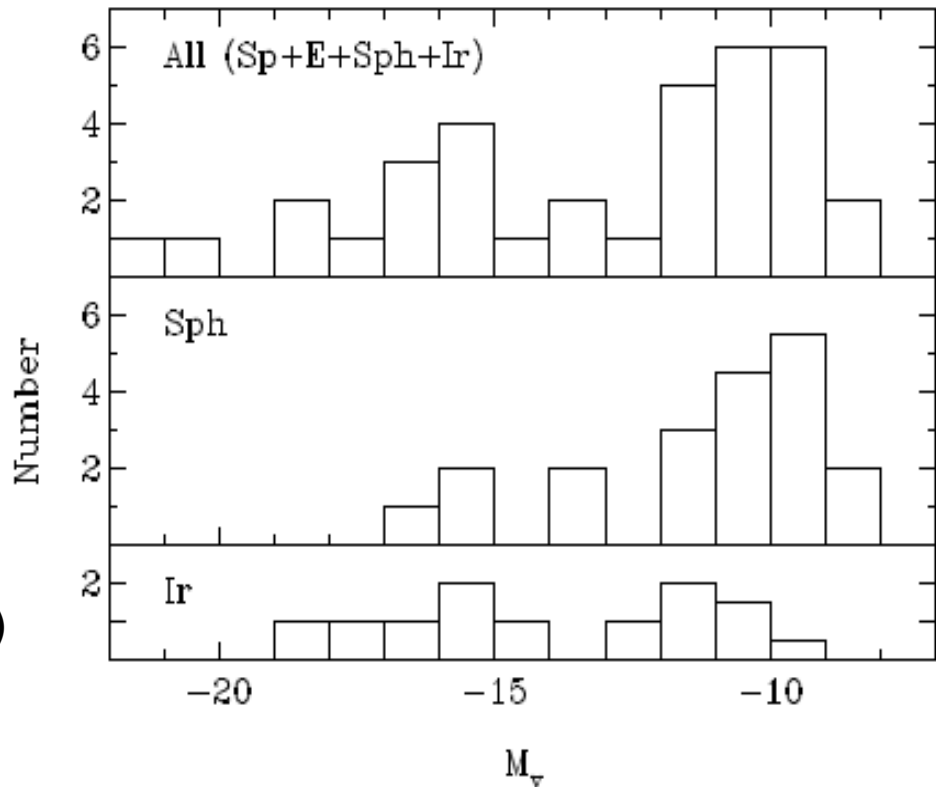
A função de luminosidade (FdL)

- A função de luminosidade dá a distribuição de luminosidade das galáxias
- $\Phi(L)dL$: número de galáxias por Mpc^3 com luminosidades entre L e $L+dL$

A função de luminosidade (FdL)

- $\Phi(L)dL$: número de galáxias por Mpc^3 com luminosidades entre L e $L+dL$

Função de luminosidade do Grupo Local de galáxias (Pritchett & van den Berg, 1999)



A função de luminosidade de Schechter

- Em 1976 Schechter propôs uma forma analítica para a função de luminosidade:
- $\Phi(L)dL = \Phi^* (L/L^*)^\alpha \exp(-L/L^*)dL/L^*$
- Parâmetros:
 - Φ^* : normalização
 - α : inclinação do lado fraco
 - L^* : luminosidade do “joelho”

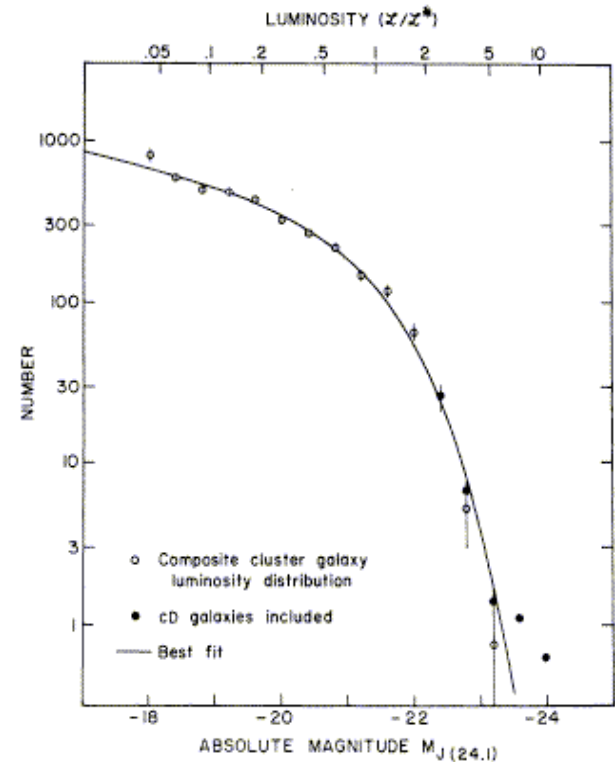


FIG. 2.—Best fit of analytic expression to observed composite cluster galaxy luminosity distribution. Filled circles show the effect of including cD galaxies in composite.

A função de luminosidade de Schechter

- $\Phi(L)dL = \Phi^* (L/L^*)^\alpha \exp(-L/L^*)dL/L^*$
- Baixas luminosidades: comportamento exponencial: $\Phi(L) \propto L^\alpha$
 $\alpha < 0$: a função de luminosidades cresce conforme L decresce
- Altas luminosidades: o termo exponencial domina: galáxias muito luminosas são raras

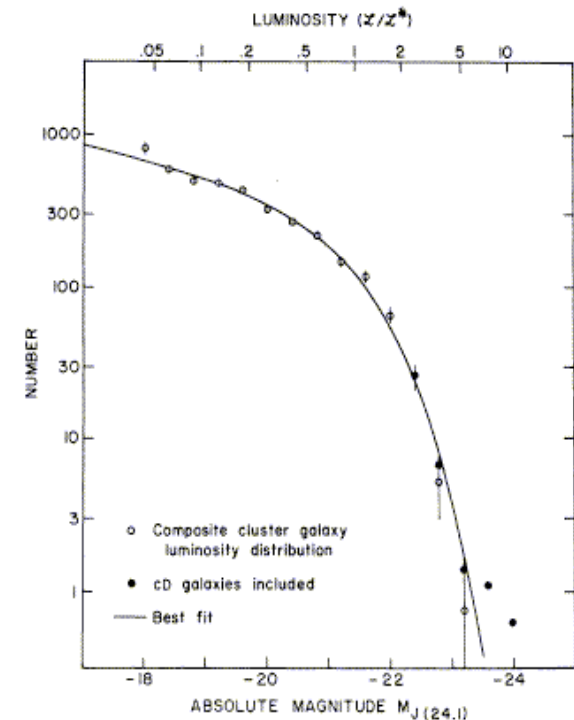


FIG. 2.—Best fit of analytic expression to observed composite cluster galaxy luminosity distribution. Filled circles show the effect of including cD galaxies in composite.

A função de luminosidade de Schechter

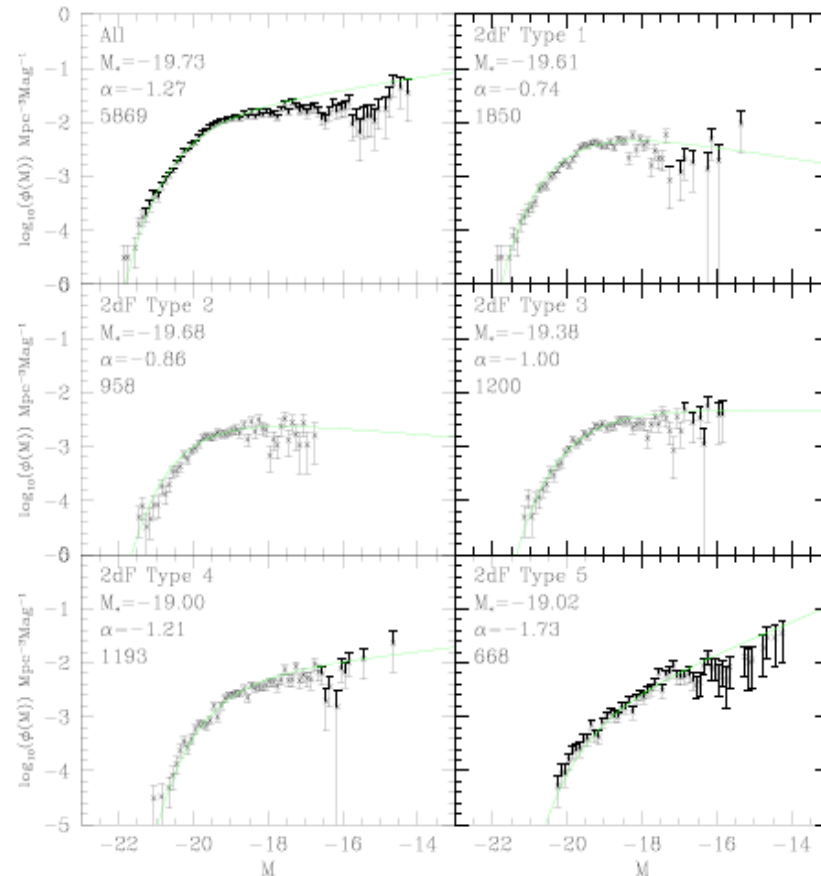
- Resultados do 2dFGRS: *2dF Galaxy Redshift Survey*:
- Análise de 5869 galáxias (Folkes et al. 1999)

$$\Phi^* : 0.017 \text{ Mpc}^{-3}$$

$$\alpha : -1.3$$

$$M_B^* = -19.7 \text{ (} h=1; \text{ } h=\text{constante de Hubble em unidades de } 100 \text{ km/s/Mpc)}$$

- A Via Láctea tem $L \sim L^*$



A função de luminosidade de Schechter

- Resultados do 2dFGRS: *2dF Galaxy Redshift Survey*:
- 5869 galáxias (Folkes et al. 1999)

$$\Phi^* : 0.017 \text{ Mpc}^{-3}$$

$$\alpha : -1.3$$

$$M_B^* = -19.7$$

- late-types

$$\Phi^* : 0.0021 \text{ Mpc}^{-3}$$

$$\alpha : -1.7$$

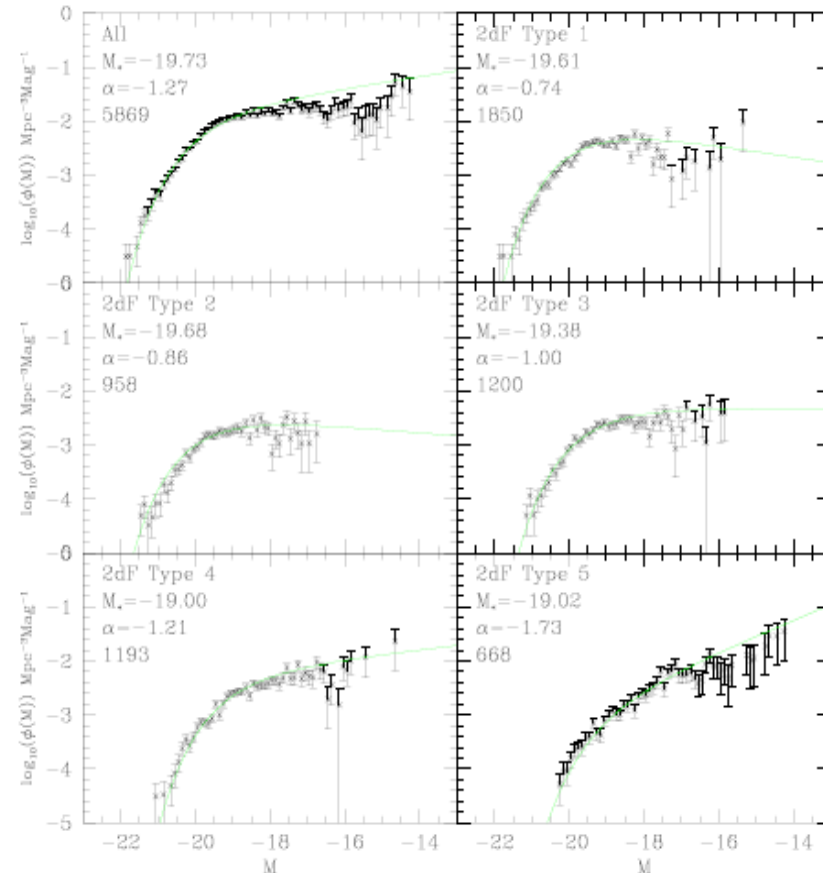
$$M_B^* = -19.0$$

- early-types

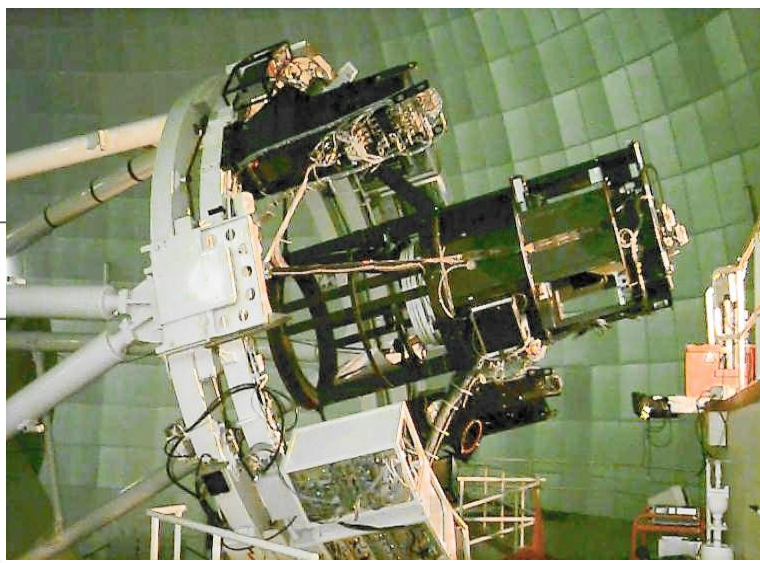
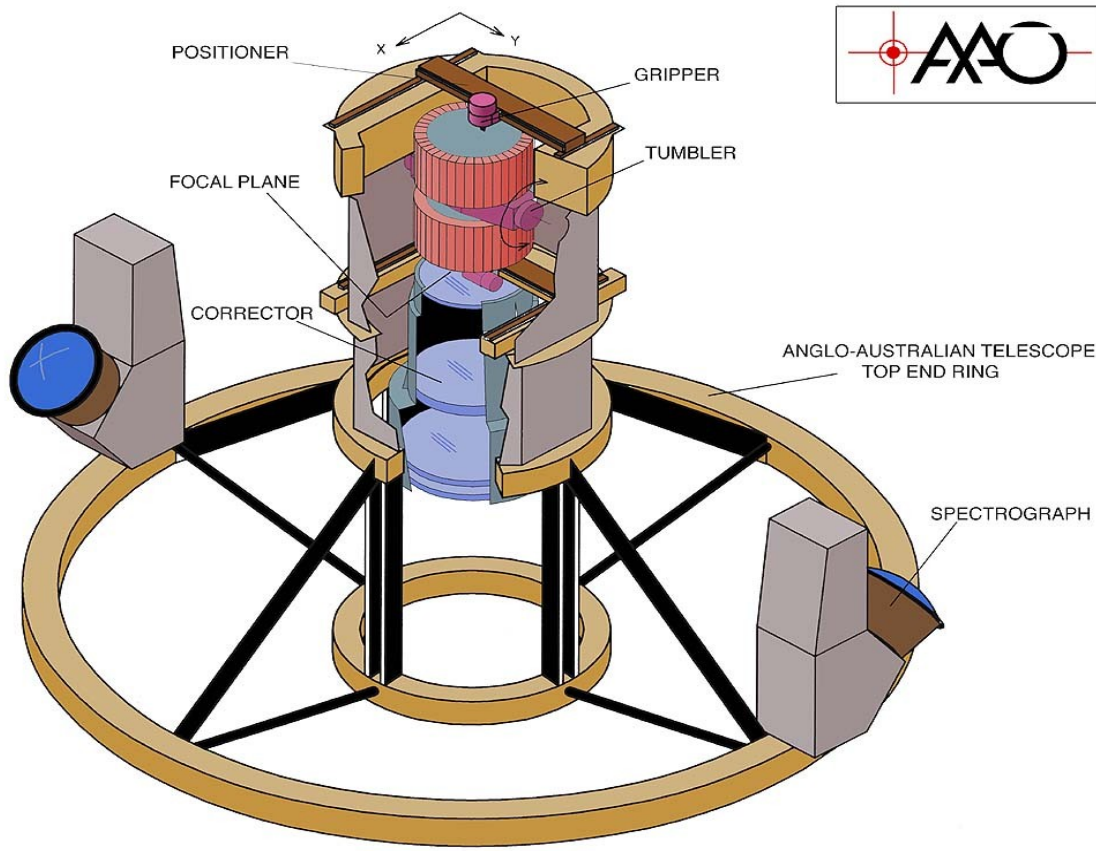
$$\Phi^* : 0.0090 \text{ Mpc}^{-3}$$

$$\alpha : -0.7$$

$$M_B^* = -19.6$$



O espectrógrafo multifibras 2dF (Anglo Australian Observatory)



A função de luminosidade de Schechter

- Nem sempre a função de Schechter é uma boa descrição da função de luminosidade de uma estrutura

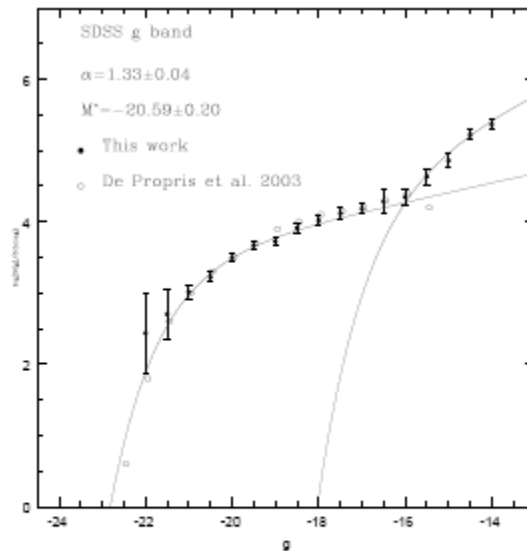


Figure 7: Função de luminosidade de aglomerados na banda g, mostrando ajustes diferentes para as galáxias luminosas e para as anãs (Popesso et al., astro-ph/0410011) .

A função de luminosidade de Schechter

- Função de luminosidades em magnitudes absolutas:
- $\Phi(L)dL = |\Phi(M)dM|$
- $\Phi(M) = \Phi(L)|dL/dM|$
- $L/L^* = \text{dex}[-0.4(M-M^*)] = x$
- $dL/L^* = -0.4 \ln(10)\text{dex}[-0.4(M-M^*)]dM = -0.4 \ln(10) x dM$
- Logo, $\Phi(M)dM = 0.4 \ln(10) \Phi^* x^{\alpha+1} \exp(-x)dM$

Propriedades da função de luminosidade

- $\Phi(L)dL$: número de galáxias por Mpc^3 com luminosidades entre L e $L+dL$
- Densidade de galáxias (galáxias Mpc^{-3}):
 $n = \int_0^\infty \Phi(L)dL$
- Para uma função de Schechter:
 $n = \int_0^\infty \Phi(L)dL = \int_0^\infty \Phi^* (L/L^*)^\alpha \exp(-L/L^*)dL/L^*$
sendo $x=L/L^*$, temos: $n = \Phi^* \int_0^\infty x^\alpha \exp(-x)dx$
- Função gama: $\Gamma(x) = \int_0^\infty z^{x-1} \exp(-z) dz$
- Logo, $n = \Phi^* \Gamma(1+\alpha)$
- Para $\alpha < -1$, n diverge
(na verdade o limite de integração inferior não vai a zero)

Propriedades da função de luminosidade

- Densidade de galáxias mais luminosas que L:

$$n(>L) = \int_L^\infty \Phi(L') dL'$$

- Para uma função de Schechter:

$$n(>L) = \Phi^* \int_x^\infty x'^\alpha \exp(-x') dx'$$

- Função gama incompleta: $\Gamma(x,y) = \int_y^\infty z^{x-1} \exp(-z) dz$

- Logo, $n(>L) = \Phi^* \Gamma(1+\alpha, L/L^*)$

Propriedades da função de luminosidade

- Densidade de luminosidade ($L_S \text{ Mpc}^{-3}$):

$$j = \int_0^{\infty} L \Phi(L) dL$$

- Para uma função de Schechter:

$$j = \int_0^{\infty} L \Phi(L) dL = \Phi^* L^* \int_0^{\infty} (L/L^*)^{\alpha+1} \exp(-L/L^*) dL/L^*$$

sendo $x=L/L^*$, temos: $j = L^* \Phi^* \Gamma(2+\alpha)$

- Densidade de luminosidade na banda B:

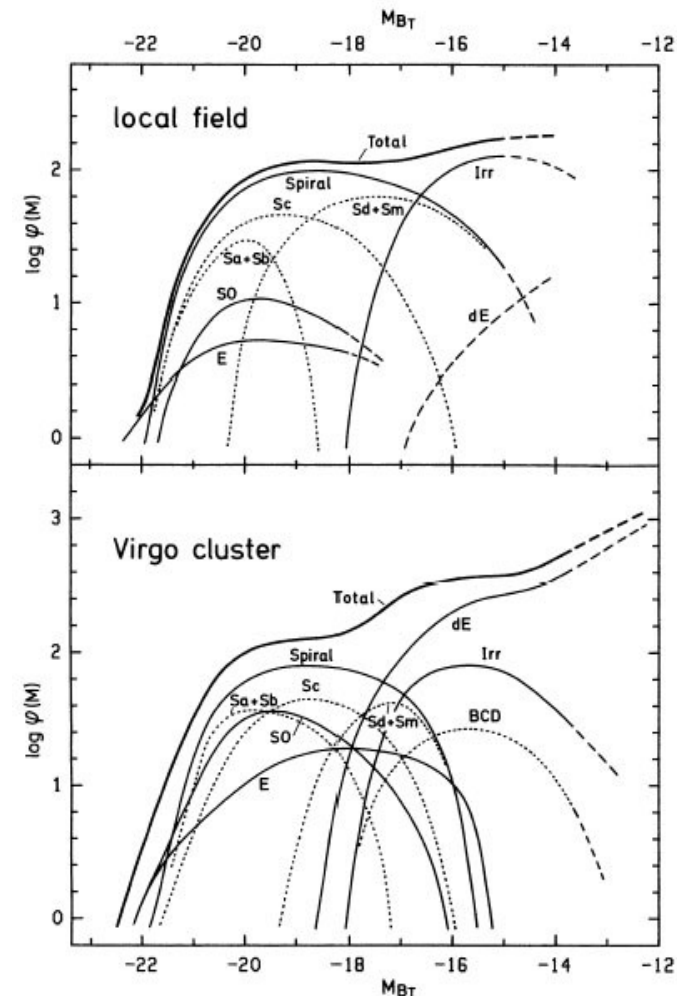
$$j \approx 2 \times 10^8 h L_S \text{ Mpc}^{-3}$$

(h: constante de Hubble em unidades de 100 km/s/Mpc)

- $j(>L) = L^* \Phi^* \Gamma(2+\alpha, L/L^*)$

Função de Luminosidade para diferentes tipos morfológicos

- Tipos morfológicos diferentes têm funções de luminosidade diferentes (Binggeli et al., 1988)
- Ambientes diferentes têm funções de luminosidade diferentes “campo”: a região de baixa densidade de galáxias (fora dos aglomerados)
- NB: nem sempre a função de Schechter descreve bem a fdl!



Exercícios

1. Estime a razão entre as luminosidades das galáxias mais fracas e as das mais brilhantes.
2. Compare a luminosidade das galáxias mais fracas com a do Sol.
3. Discuta as diferenças entre a função de luminosidade das galáxias anãs esferoidais e irregulares do Grupo Local.
4. Discuta a função de luminosidade em função do tipo morfológico para galáxias no Aglomerado de Virgo.
5. Discuta as diferenças entre as funções de luminosidade dos aglomerados e do campo.