

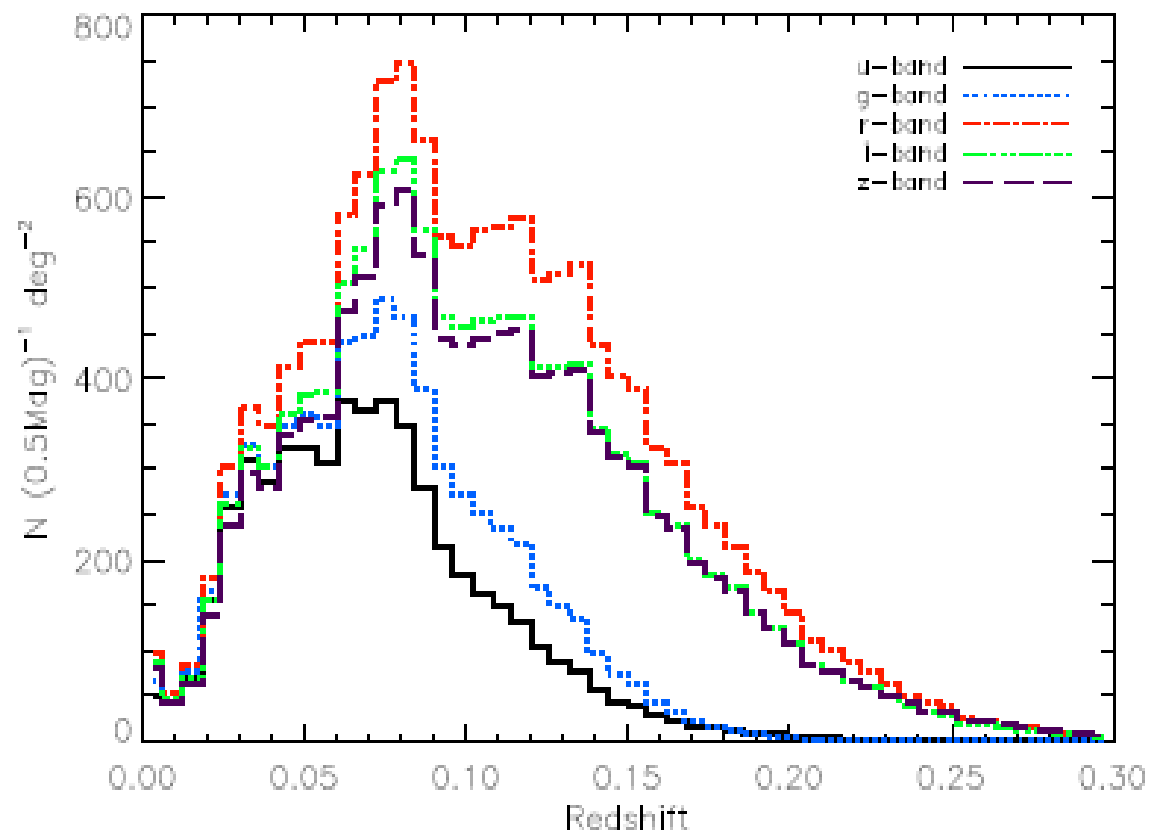
# Función de Luminosidad de las Galaxias. SDSS.

- Por qué medir la LF?
- Cómo estimar la función de luminosidad?
- Algo de historia: Schechter:  
 $1/V_{\text{max}}$

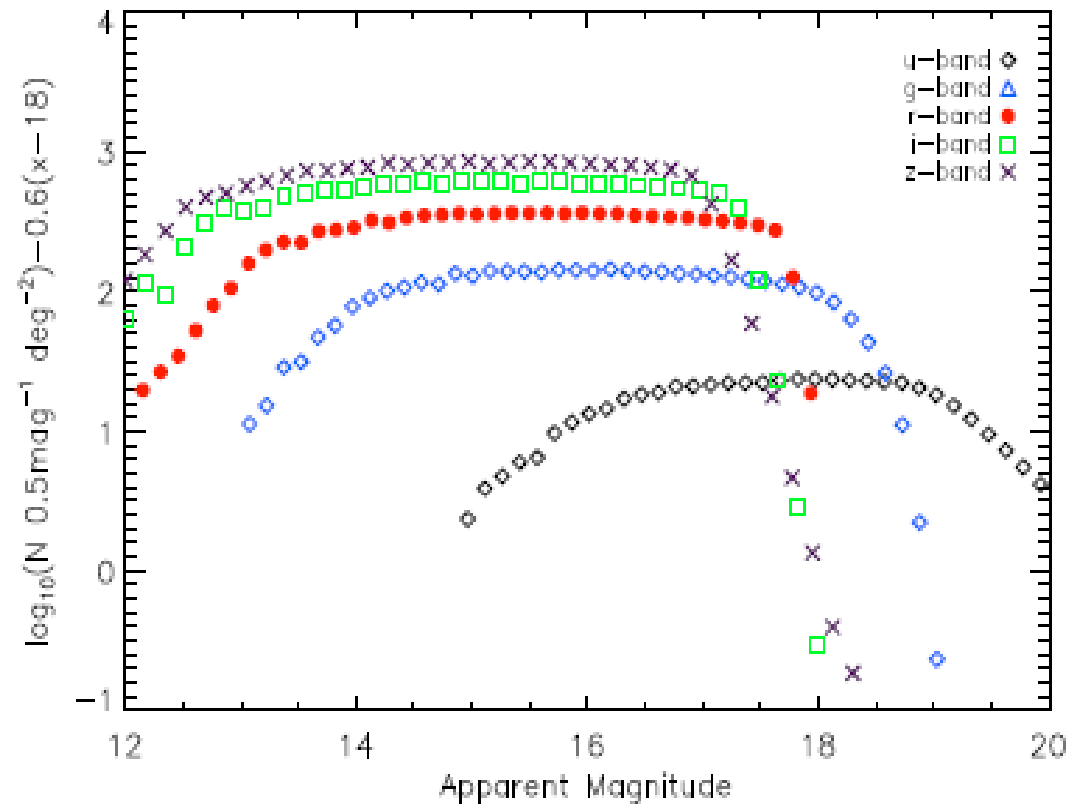
$$\Phi(L) = \left( \frac{\Phi^*}{L^*} \right) \left( \frac{L}{L^*} \right)^\alpha \exp \left( -\frac{L}{L^*} \right)$$

# Una de las últimas estima de la LF con el SDSS (0806.4930)

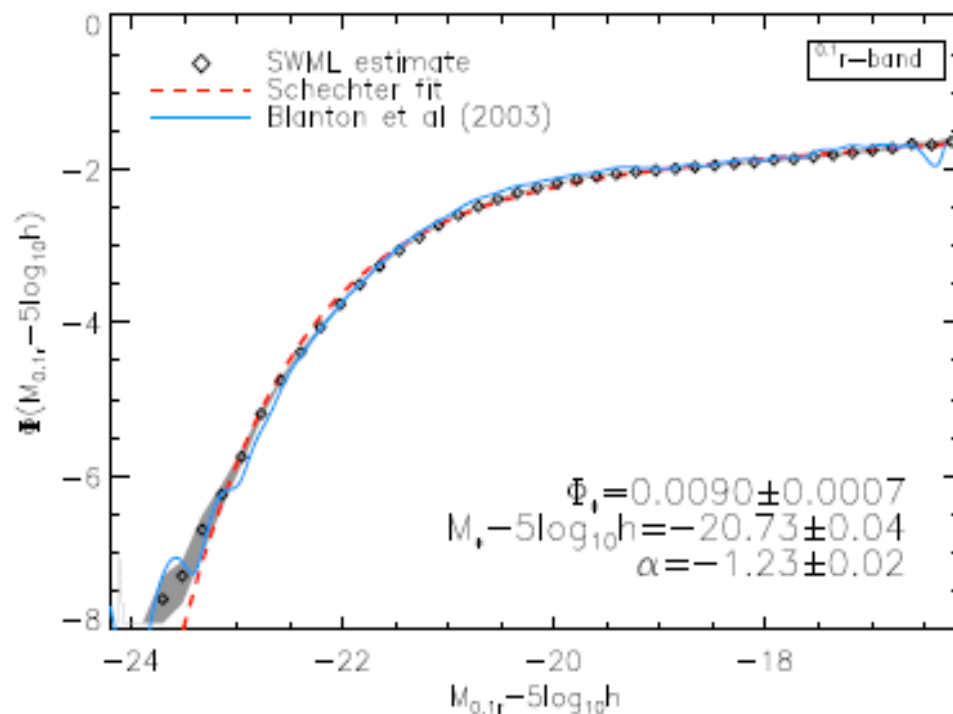
- SDSS DR6 (un factor 4 a 9 respecto de Blanton)
- Resultados:  $\Phi^* = 0.90 \pm 0.07$ ,  $M^* - 5 \log 10 h = -20.73 \pm 0.04$ ,  $\alpha = -1.23 \pm 0.02$ .
- Comparando: encuentran un exceso en el filtro u para galaxias brillantes: sería debido a la actividad nuclear.
- Parte débil: logran 1-1.5 magnitud más y encuentran un mayor exceso:
- pendientes entre 1.01 (u) a 1.26 (z)



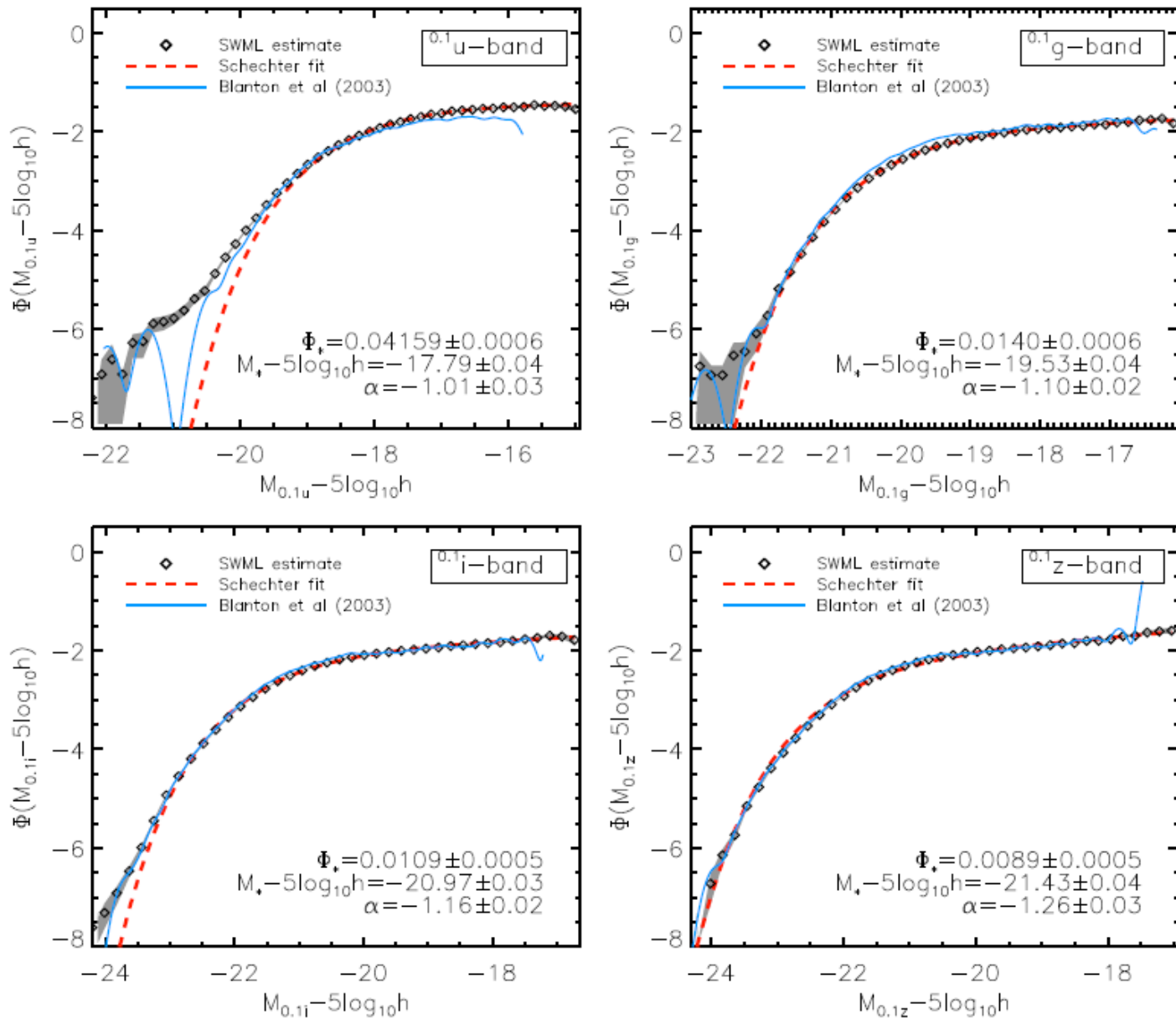
**Figure 2.** Redshift distributions in all SDSS photometric bands.



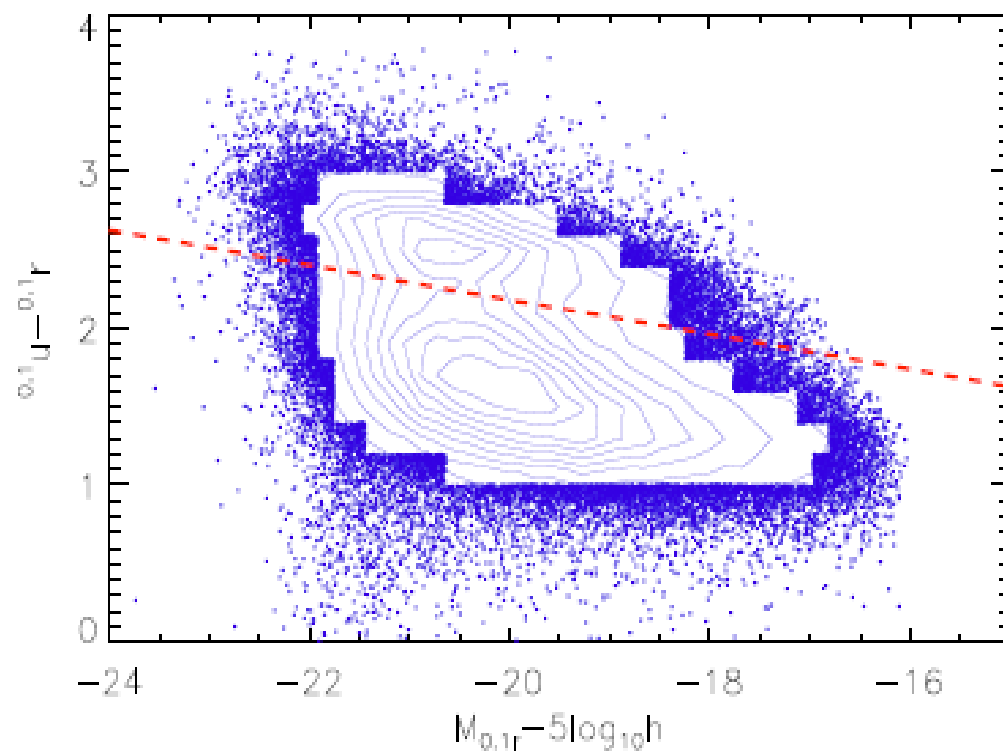
**Figure 4.** Galaxy number counts in all SDSS bands scaled by an euclidean model in bins of half a magnitude. Poissonian errors are of similar size as symbols, so they are not shown.



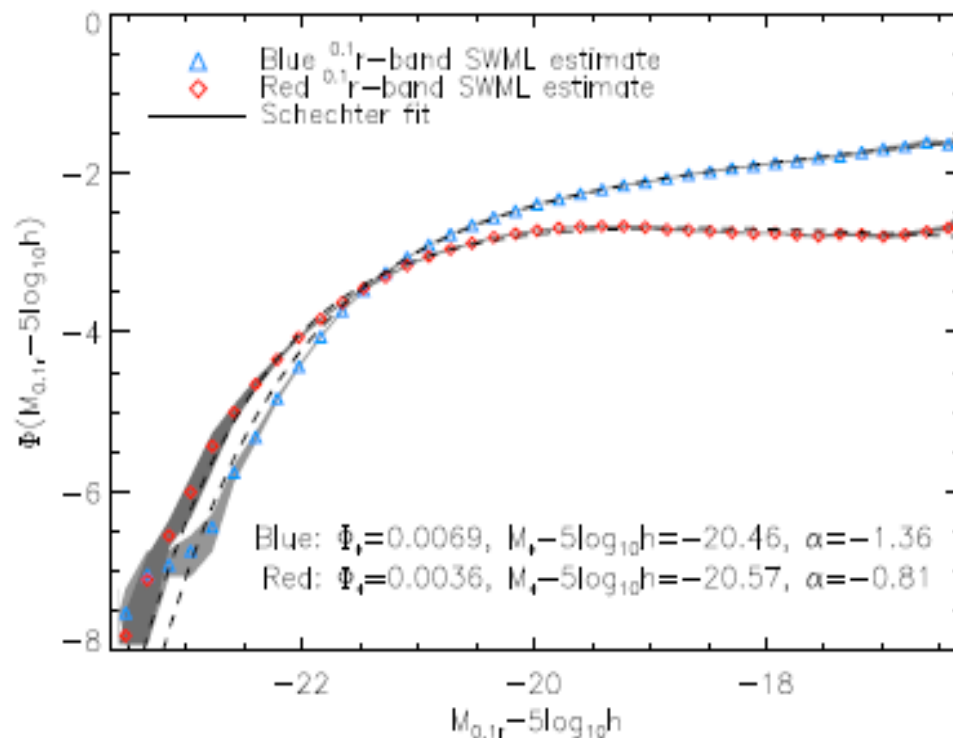
**Figure 7.** The  $^{0.1}r$ -band SDSS DR6 Luminosity Function. The SWML LF estimate is shown in diamonds. The dashed line represents the best-fit Schechter function and the solid line, the  $^{0.1}r$ -band LF from Blanton et al. (2003b). Best-fit values of Schechter parameters  $\alpha$ ,  $M_*$  and  $\Phi_*$  are also shown in the figure. Shaded regions represent the  $1\sigma$  uncertainty calculated using a bootstrapping technique.



**Figure 8.** The SDSS DR6 Luminosity Functions in bands  $^{0.1}u$ ,  $^{0.1}g$ ,  $^{0.1}i$  and  $^{0.1}z$ . SWML LF estimates are shown in diamonds and best-fit Schechter functions are represented by dashed lines. In addition, we over-plot in each panel the LF from Blanton et al. (2003b). Best-fit values of Schechter parameters  $\alpha$ ,  $M_*$  and  $\Phi_*$  are also shown. Shaded regions represent the  $1\sigma$  uncertainty calculated using a bootstrapping technique.



**Figure 6.** The  $(^{0.1}u - ^{0.1}r)$  color-magnitude diagram in the  $^{0.1}r$ -band. The dashed line represents the demarcation commonly used to separate red and blue galaxies.



**Figure 10.** The  $^{0.1}r$ -band SDSS DR6 Luminosity Function for blue and red galaxies separately. The SWML LF estimates are shown in diamonds. The dashed lines represents the best-fit Schechter function. Best-fit values of Schechter parameters  $\alpha$ ,  $M_*$  and  $\Phi_*$  for both blue and red galaxies are also shown in the figure. Shaded regions represent the  $1\sigma$  uncertainty calculated using a bootstrapping technique.



# Flujo vs. luminosidad

$$M1 - M2 = -2.5 \log (F1/F2).$$

$$F1/F2 = 10^{(M2 - M1)/2.5}$$

magnitude difference	flux ratio
1	2.51
2	6.31
3	15.8
4	39.8
5	100.0
6	251.3
7	631.5
.	.
.	.
.	.

# LF en el SDSS:

- Uno busca  $\phi(M,z)$ , con esto se puede calcular la densidad de luminosidad.
- En el caso del SDSS lo hacen para un  $z$  de 0.1.
- Todo se hace para la banda  $r$ .

$M$  a partir de  $m$ :

$$M_{0.1,r} - 5 \log_{10} h = m_r - DM(z, \Omega_0, \Omega_\Lambda, h = 1) - K_{0.1,rr}(z), \quad (4)$$

donde  $DM(\dots\dots\dots)$  es el módulo de distancia calculado a partir del  $z$  para una dada cosmología.

$K$  es la corrección  $K$

- Usan un método de Maximum likelihood que permite determinar una FL de forma genérica.
- El método contempla evolución de la FL y tiene en cuenta las incertidumbres en el flujo.
- Se basa en funciones Gaussianas.
- En lugar de maximizar el likelihood de la magnitud absoluta, maximiza el de la  $M$  y el  $z$ .
- Esto hace la estima más sensible a la LSS de la muestra, pero fundamentalmente más sensitivo a la evolución.

- El modelo de la función de luminosidad-redshift es:

$$\Phi(M, z) = \bar{n} 10^{0.4(z-z_0)P} \sum_k \Phi_k \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_M^2}} \times \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{[M - M_k + (z - z_0)Q]^2}{\sigma_M^2}\right\}, \quad (5)$$

- Los  $M_k$  están x-espaciados y representan los centros de las gaussianas con ancho  $\sigma_M$ .
- Los  $\Phi_k$  son parámetros ajustables que representan la amplitud de la gaussiana.
- $Q$  representa la evolución en luminosidad.  $Q > 0$  indica que las galaxias fueron más luminosas en el pasado.
- $P$  cuantifica el cambio en densidad numérica con el  $z$ .  $P$  representa la contribución de la evolución en la densidad numérica a la evolución en luminosidad.

- P puede verse como una evolución verdadera en la densidad numérica o debido a la LSS.
- Dadas las características de la muestra, P es solo interpretado en términos de la LSS.
- $z_0=0.1$ , el  $z$  donde se quiere medir la densidad de luminosidad. (distancia a la cual uno observa típicamente galaxias con  $M^*$ ).

- Se ajustan los parámetros maximizando el likelihood

$$\prod_i p(Q, P, \ln \Phi_k | M_i, z_i) = \prod_i \frac{p(M_i, z_i | Q, P, \ln \Phi_k) p(Q, P, \ln \Phi_k)}{p(M_i, z_i)} . \quad (6)$$

- Se construye el likelihood de  $p(M_i, z_i | Q, P, \ln \Phi_k)$  de cada galaxia  $i$  convolucionando la función de luminosidad con una Gaussiana de ancho  $\Delta m$  (incertidumbre en  $m$ ) y condicionando a la galaxia a satisfacer el flujo límite del survey:

NOTA:  $p$  es la probabilidad de una galaxias de tener una magnitud  $M_i$  igual a la observada.

$$p(M, z | Q, P, \ln \Phi_k) = \begin{cases} \Phi(M, z) \otimes G(\Delta m) & \text{if } m_{\min} < M + DM(z) + K(z) \\ & -(z - z_0)Q < m_{\max} , \\ 0 & \text{otherwise .} \end{cases} \quad (8)$$

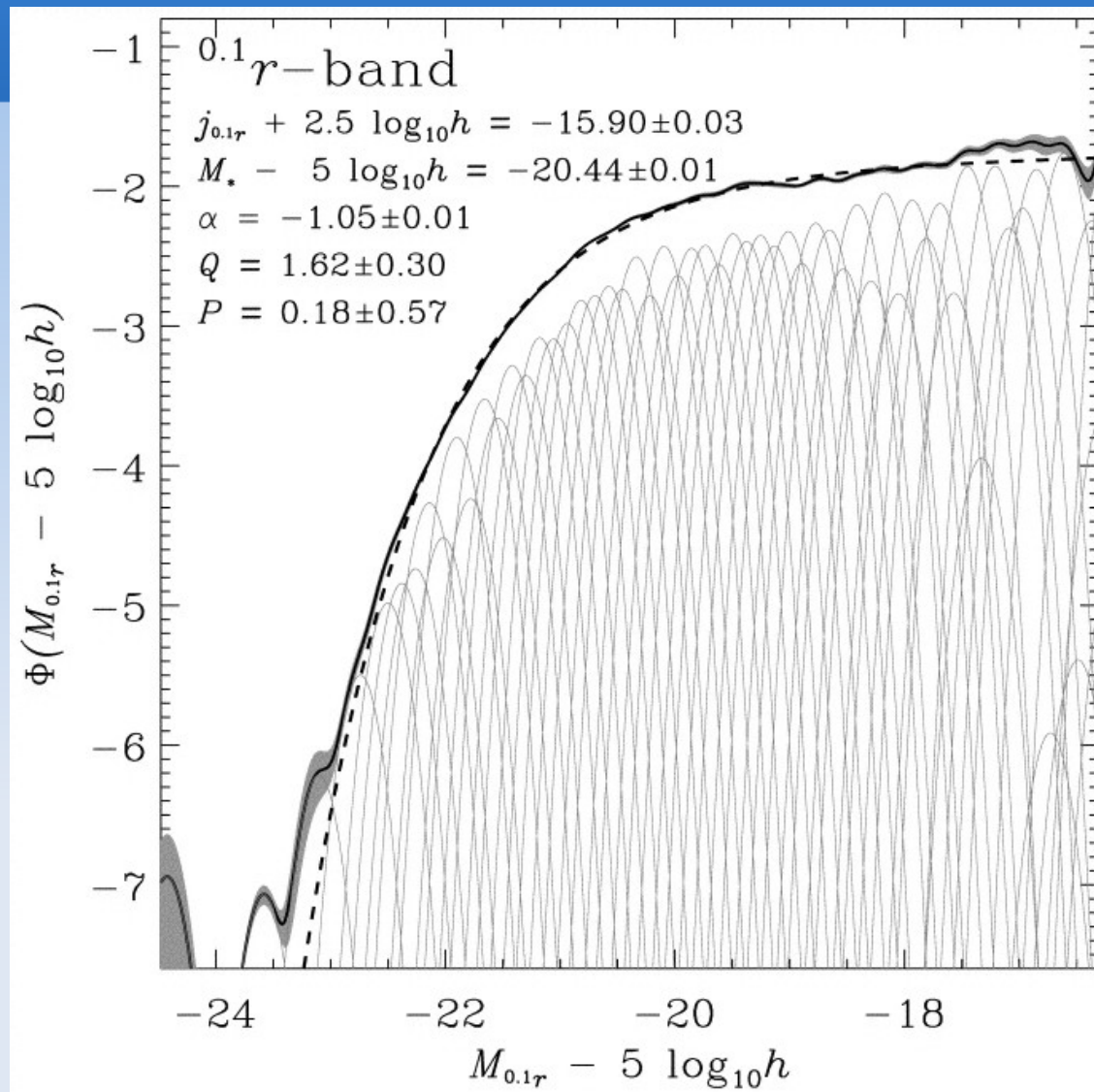
( $G$  es la gaussiana con ancho  $\Delta m$ )

- El número de parámetros que requiere este ajuste es de entre 50-100 (recordar que hay una gaussiana para cada  $k$ ).
- El parámetro de normalización  $n$  no sale de este ajuste de likelihood. Se lo estima por un método de variación estándar mínima:

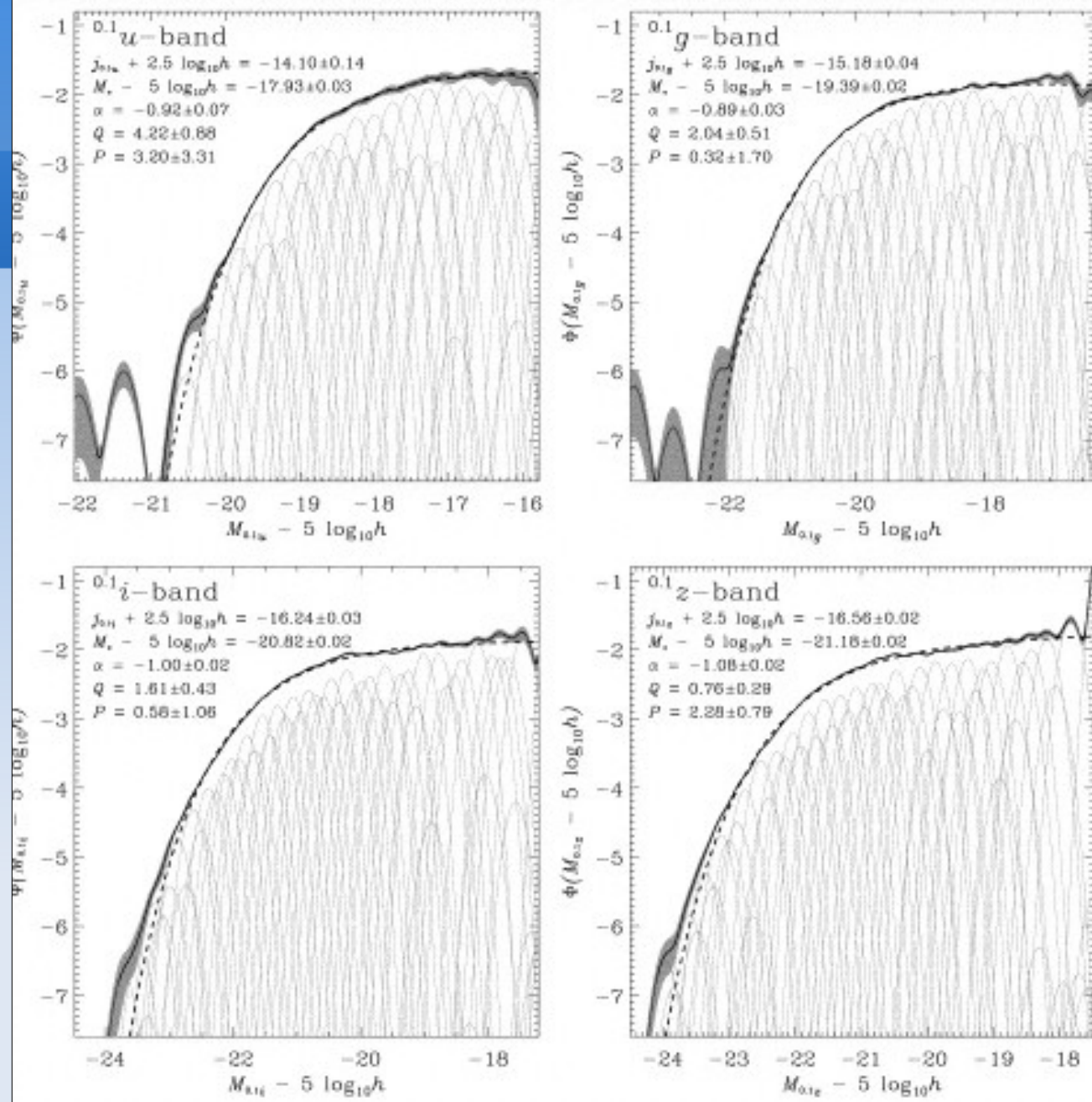
$$\bar{n} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{\text{gals}}} w(z_j)}{\int dV \phi(z) w(z)} , \quad (9)$$

- La integral se hace sobre el volumen del survey entre el  $z$  mínimo y el máximo.
- $W(z_j)$  es el peso para cada galaxia. Ojo, este  $\Phi$  es función de  $z$  y es la función de selección, que es una integral de la LF.

# Resultados



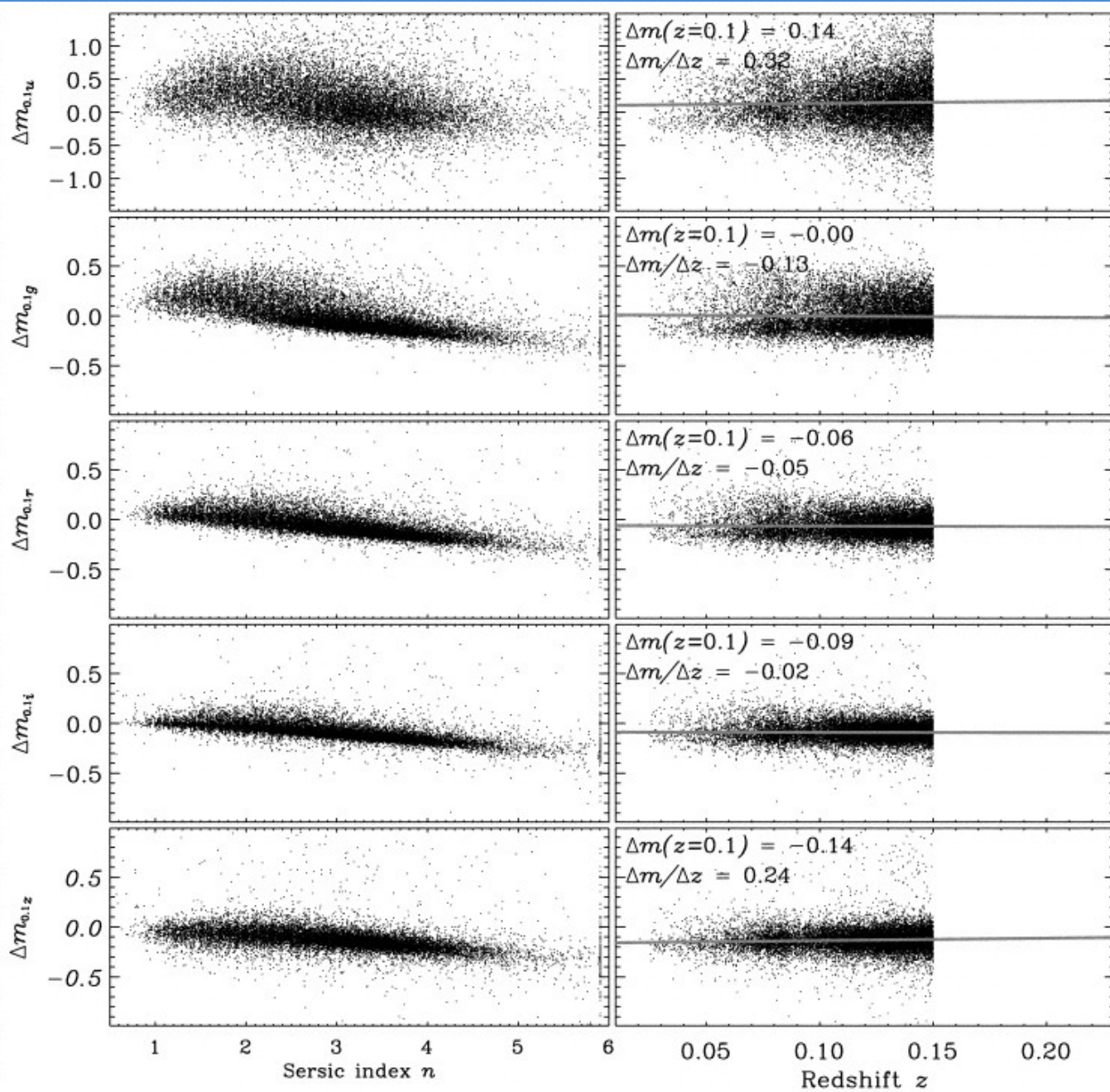




- Notar  $Q$  diferente de cero,  $P=0$  dentro de los errores.
- En las figuras se muestra también la densidad de luminosidad: expresada como la magnitud absoluta de las galaxias por  $h^{-3} \text{ Mpc}^3$  en promedio.
- Se hacen cálculos para diferentes cosmologías.

# Evolución

- Hay que tener en cuenta que el modelo asume que todas las galaxias de cualquier luminosidad evolucionan igual, lo cual puede no ser cierto. Por ejemplo diferentes tipos ( que se sabe que evolucionan diferente) tienen diferentes luminosidades medias.
- Por varios motivos la estima de  $Q$  puede estar biased.



- La banda u tiene una fuerte evolución ( $Q \sim 4$ ) pero con grandes incertidumbres.
- El resto de las bandas tienen entre 1-2 de  $Q$ .

- Si en lugar de usar las luminosidad de Petrosian usan las de Sérsic, se encuentran diferencias en la densidad de luminosidad que van desde 0.01 (banda u) a 0.1 (banda z) de magnitud.

- La magnitud de Sérsic sale de aplicar un perfil radial de la forma:

$$I(r) = A \exp \left[ - \left( \frac{r}{r_0} \right)^{1/n} \right], \quad (2)$$

- La mayor diferencia entre la mag de P y la de S esta en las espirales, por eso la diferencia es mayor para el filtro u.