

# Análisis de Quasares en interacción y aislados en el Catálogo SDSS-DR7.

Donoso, L. <sup>1</sup>; Alonso, M. <sup>1 2</sup>; García Lambas, D. <sup>1 2</sup> & Coldwell, G. <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Astronomía Teórica y Experimental, (IATE-CONICET).

<sup>2</sup>Observatorio Astronómico de Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de San Juan.

## RESUMEN

En este trabajo se analiza una muestra de quasares (QSOs) obtenida del catálogo Sloan Digital Sky Survey en su séptimo relevamiento. Se investigan las propiedades de líneas espectrales de QSOs y su relación con la presencia de interacción. Para ello, se seleccionó una muestra de QSOs con evidencia de interacción con galaxias vecinas, y otra de QSOs aislados. Se estudiaron los anchos equivalentes (EWs) de diferentes líneas espectrales, encontrándose diferencias en algunas de estas líneas para QSOs en interacción.

## Motivación.

Simulaciones hidrodinámicas de fusiones de galaxias (Di Matteo et al. 2005) muestran que en una interacción de galaxias se puede generar dos fenómenos diferentes: la producción de una intensa formación estelar y un rápido incremento en la tasa de acreción del agujero negro de la galaxia huésped. Basados en estas simulaciones, se pretende observar si la interacción entre un QSO y las galaxias en el entorno genera cambios en el espectro del QSO. Cambios en la intensidad de la líneas, variabilidad, EWs y perfiles pueden revelar información de las condiciones físicas, la distribución y la dinámica del gas emisor.

## Datos y análisis.

Se seleccionaron del Catálogo SDSS Quasar DR7 (Schneider et al. 2010) 4657 QSOs en el rango de *redshift* de  $0.20 < z < 0.40$ . Nuestro criterio para seleccionar las galaxias en la vecindad de los QSOs tiene en cuenta la separación angular proyectada, ( $r_p$ ) y la diferencia en la velocidad radial ( $\Delta V$ ). El *redshift* de los QSOs es espectroscópico y el de las galaxias es fotométrico, obtenido por Oyaizu et al. (2008).

Realizamos un análisis estadístico de galaxias en torno de QSOs utilizando la información proyectada y los redshifts. Se calculó la densidad de galaxias (número de galaxias por unidad de volumen), en la Figura 1 se muestra la variación de la densidad en función de la distancia al QSO. Se observa que el perfil de densidad decae hasta 200 kpc y, a continuación, permanece casi constante. La Figura 2 muestra el exceso de galaxias en el entorno de los QSOs respecto a la densidad media de fondo. Se observa que el valor máximo de sobredensidad corresponde a  $\Delta V \sim 2000$  km/s. Teniendo en cuenta estos resultados, hemos adoptamos el criterio de  $r_p = 200$  kpc para definir escalas representativas de sobredensidades de galaxias alrededor de los QSOs y  $\Delta V = 2000$  km/s como los criterios para definir nuestras muestras.

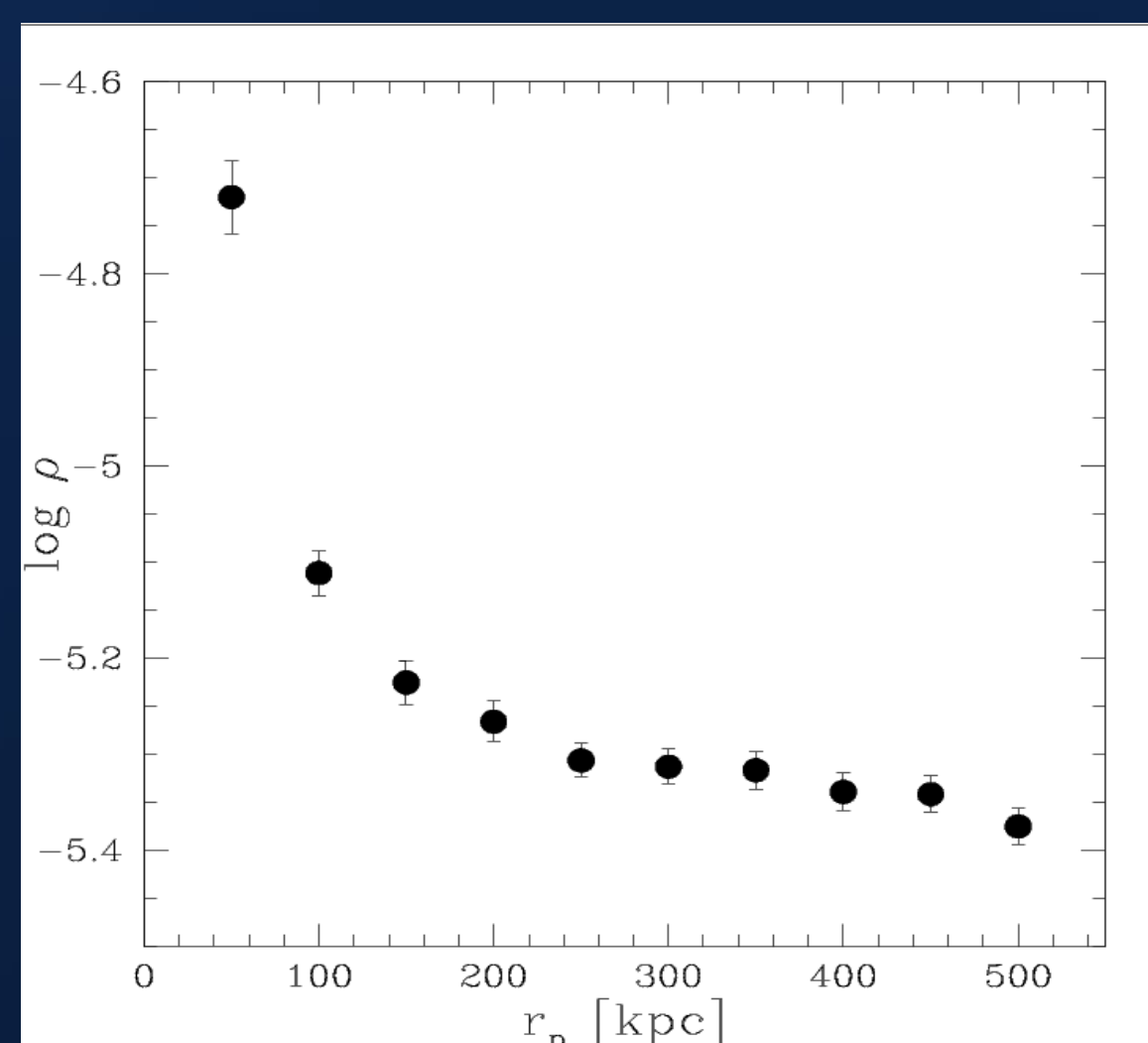


Figura 1.- Perfil de densidad de galaxias.

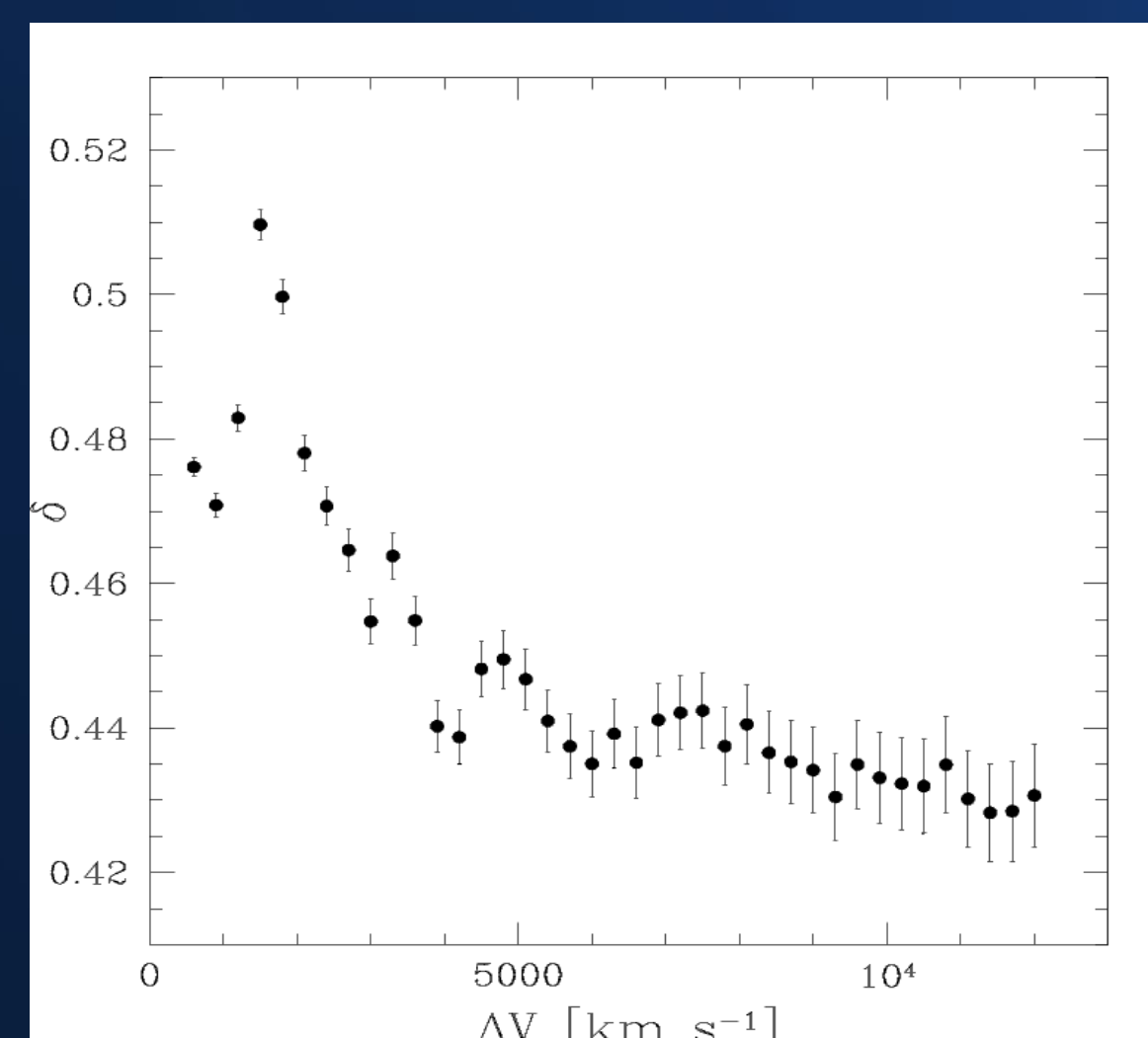


Figura 2.- Sobredensidad de galaxias calculadas en 200 kpc para diferentes valores de  $\Delta V$ .

Se definieron entonces tres muestras: interacción fuerte QSO-galaxia (Sint); interacción débil QSO-galaxia (Wint) y QSOs aislados (Iso). La Tabla 1 presenta las diferentes muestras de QSOs con el criterio adoptado y la cantidad de QSOs en cada submuestra.

| Sample | $r_p$                                    | $\Delta V$                    | Percentage |
|--------|--|-------------------------------|------------|
| Sint   | $r_p < 50 h^{-1}$ kpc                    | $\Delta V < 5000$ km $s^{-1}$ | 8.8        |
| Wint   | $50 h^{-1}$ kpc $< r_p < 100 h^{-1}$ kpc | $\Delta V < 5000$ km $s^{-1}$ | 14         |
| Iso    | $r_p > 100 h^{-1}$ kpc                   | $\Delta V > 5000$ km $s^{-1}$ | 77.2       |

Tabla 1.- Las muestras estudiadas.

## Análisis espectral.

El espectro observado de los QSOs es un espectro integrado de la galaxia huésped y del núcleo asociado a la AGN (Active Galactic Nucleus), aunque gran parte de la luminosidad proviene de ese núcleo. En el espectro de un QSO es posible observar líneas anchas de emisión generadas por las partes centrales del QSO, tales como la serie de Balmer, y líneas angostas procedentes del gas de la galaxia huésped que se ioniza por la AGN, tales como: [NeV], [OII], [OIII], [NII] y [SIII].

A través de un análisis cuantitativo y estadístico de las líneas espectrales se estudian las diferencias en los EWs debido a la interacción fuerte y débil con las galaxias y el aislamiento. Se analizó las distribuciones de los EWs y sus errores correspondientes para cada línea espectral de interés que se muestran en la Figura 3.

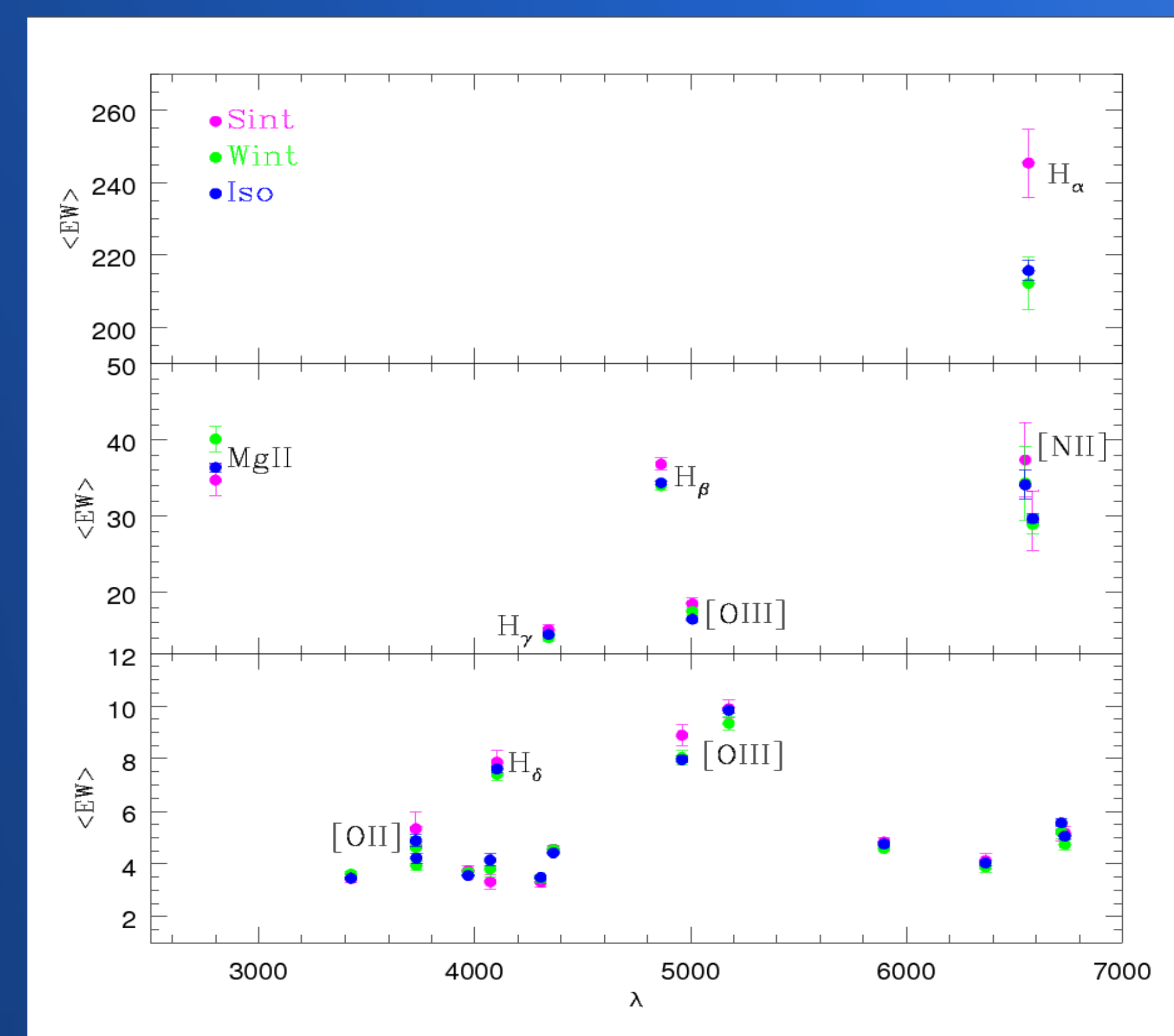


Figura 3.- Mediana y su error de los EWs en función de la longitud de onda.

## Resultados.

La intensidad de la línea [OIII] es un buen indicador de la actividad de la AGN (Kauffmann et al. 2003). Estudios como Croom et al. (2002) indican que la línea [OII] proviene de las regiones activas de formación estelar y que las líneas de Balmer son características de las regiones de HII y correlacionan con la tasa de formación estelar.

De la Figura 3 se observa que la línea H $\alpha$  es la que presenta mayor incremento en los EWs para QSOs en interacción comparados con los que tienen compañeras o están aislados. Las líneas [NII], [OII], [OIII]  $\lambda\lambda 4960, 5008$ , H $\beta$ , H $\gamma$ , H $\delta$  presentan un incremento moderado y las líneas [NeV], Na y H tienen Ews similares. En cambio, en la línea MgII sus EWs son mayores para los QSOs con compañera.

Las diferencias en los EWs entre las líneas de los QSOs interactuantes respecto de los que tienen compañeras o están aislados reflejan el efecto de la acreción de la galaxia en las diferentes regiones del toro en el Modelo Unificado, además de la formación estelar inducida por la interacción.

## Referencias.

- Croom, S. M., et al. 2002, MNRAS, 275, 292.  
 Di Matteo, T., Springel, V. & Hernquist, L., 2005, Nature, 433, 604.  
 Kauffmann G., et al., 2003, MNRAS, p. 345, 1055.  
 Oyaizu, H., et al. 2008, APJ, Vol. 689, Issue 2, p.709-720.  
 Schneider, D. P., et al. 2010, AJ, 139, 2360.