

## Cuásares emisores en radio con líneas de absorción anchas

Autor: Francisco Miguel Montenegro Montes  
Tesis doctoral dirigida por: Ismael Pérez Fournón, Karl-Heinz Mack y José Ignacio González Serrano

Centro: Universidad de La Laguna

Fecha de lectura: 2 de octubre de 2009

Esta tesis trata del estudio de los cuásares con líneas de absorción anchas (Broad Absorption Line QSOs, BAL QSOs). Actualmente se desconoce la razón por la que muchos cuásares parecen presentar vientos que pueden ser detectados mediante estas líneas de absorción en una fracción importante de la población de cuásares (véase por ejemplo la figura). Las hipótesis más populares que se barajan para explicar la presencia de estos vientos difieren principalmente en el papel dado a la orientación de estos objetos. En este trabajo nos concentraremos en encontrar pistas sobre la naturaleza de los BAL QSOs, mediante la observación con varios telescopios en longitudes de onda radio.

Presentamos observaciones multifrecuencia de una muestra de 15 BAL QSOs emisores en radio, que cubren un rango entre 74 MHz y 43 GHz. Estas fuentes poseen en la mayoría de los casos un espectro radio convexo cuyo pico se sitúa típicamente entre 1 y 5 GHz (en el sistema observado). Dicho espectro se suele aplinar a frecuencias bajas (MHz) probablemente debido a auto-absorción sincrotrón y cae de forma más empinada a alta frecuencia, aproximadamente a partir de  $v \geq 20$  GHz. Nuestros mapas con VLA a 22 GHz (con resolución de unos 80 milisegundos de arco) muestran fuentes muy compactas o no resueltas con dimensiones (sin deprojectar) del orden de 1 kpc. Sobre dos tercios de los objetos de la muestra exhiben poca o ninguna polarización a 8.4 GHz, frecuencia a la cual se determinaron límites superiores razonables en la polarización lineal.

Se realizan comparaciones estadísticas entre la distribución de índices espectrales de muestras de BAL QSOs y no BAL QSOs, tanto en el sistema en reposo como en el observado, encontrando que los BAL QSOs tienen espectros más empinados. Sin embargo, restringiendo la comparación sólo a fuentes compactas no se encuentran diferencias significativas entre ambas distribuciones, lo que sugiere que no existe una orientación preferente para los BAL QSOs. Además, el análisis de la forma espectral, la variabilidad y la polarización de estos objetos muestra que los BAL QSOs radio-emisores comparten varias características con las radio fuentes jóvenes como son las fuentes CSS (Compact Steep Spectrum) o las fuentes GPS (GigaHertz Peaked Spectrum). También se realiza un análisis de datación espectral y se discuten las diferentes fuentes de error en la determinación de las edades espectrales. Con las restricciones observacionales actuales y asumiendo que tienen lugar condiciones de equipartición de la energía, se determinan edades radiativas de entre 1 y 50.000 años, lo que sugiere que las radio fuentes asociadas a BAL QSOs serían en realidad jóvenes.

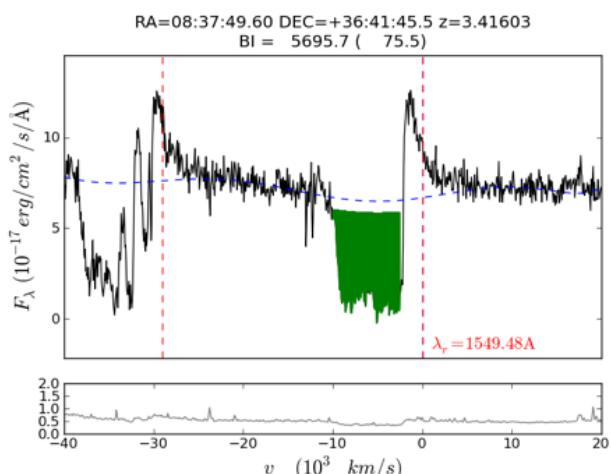
Como los BAL QSOs presentan una morfología muy compacta en radio, presentamos observaciones con VLBA de 5 BAL QSOs, a una

escala del milisegundo de arco y a frecuencias de 5 y 8.4 GHz. Discutimos la morfología de estos objetos a la escala del parsec y las comparamos con otras observaciones en la literatura. Encontramos una fracción relativamente alta de fuentes no resueltas y no polarizadas que presentan mayormente variabilidad moderada. También se encuentran algunas fuentes con posibles indicaciones de múltiples episodios de actividad radio. Ambos descubrimientos favorecen la hipótesis evolutiva para explicar el origen de los BAL QSOs.

Para terminar, presentamos un experimento en que se trata de detectar absorción de H I en uno de los radio BAL QSOs más interesantes de nuestra muestra. La consiguiente no detección nos permite estimar un límite superior para la cantidad de hidrógeno neutro en esta fuente.

Resumiendo, parece claro que el análisis de nuestra muestra conduce a varias evidencias en favor del modelo evolutivo para explicar el origen de los BAL QSOs. Además, dichos resultados son difíciles de explicar si es que estos objetos poseen un conjunto restringido de orientaciones: la forma convexa de su espectro radio a frecuencias de MHz, su gran compacidad a escalas del parsec, las bajas edades radiativas derivadas, la ausencia de una polarización significativa en la mayoría de los objetos estudiados y las indicaciones de actividad recurrente en radio que podrían estar asociadas a eventos de interacción, apuntan a que los radio BAL QSOs serían fuentes jóvenes, probablemente evolucionando hacia estadíos de cuásares normales.

Sin embargo, hay todavía algunas incógnitas por investigar. Por ejemplo, resulta interesante medir la presencia o no de grandes cantidades de polvo frío en estos BAL QSOs radio emisores. Hay estudios similares que se centran en BAL QSOs no emisores en radio, en los cuales las estadísticas no son aún muy grandes. Estos estudios parecen concluir que no se han encontrado diferencias en términos de contenido en polvo entre BAL y no BAL QSOs. Esto parece ser contradictorio con lo que se espera en un escenario evolutivo, y un tema interesante para explorar en el régimen radio-emisor. Actualmente estamos llevando a cabo observaciones en milimétricas y sub-milimétricas, que probablemente ayudarán a arrojar luz sobre este dilema.



Espectro óptico del radio BAL QSO 0837+36, perteneciente a la muestra en estudio. Se muestra la ancha absorción hacia el lado azul de la línea de C IV y Si IV. La línea punteada azul muestra la estimación del continuo. La región verde muestra el área que contribuye al denominado Índice de Balnicidad (BI) cuyo valor se muestra en lo alto de la figura para la línea de C IV.