

# Resumen de la tesis doctoral: “An X-ray approach to LLAGN”

*Omaira González-Martín*

Los Núcleos Activos de Galaxias (AGN, del inglés Active Galactic Nuclei) son uno de los fenómenos más energéticos en el Universo. Bajo el modelo unificado, todas las familias de AGNs encontradas de acuerdo a diferentes propiedades, se diferencian mediante orientación respecto al observador de un toroide que oscurece las partes centrales. Aunque este modelo está ampliamente aceptado algunas discrepancias entre el modelo y las observaciones necesitan ser revisadas. En concreto el estudio de los núcleos de baja intensidad es uno de los campos más abiertos en la actualidad dentro de la física de los AGNs, puesto que esta baja luminosidad los convierte en objetos difícil estudio. Sin embargo entenderlos es clave puesto que se trata de los objetos más comunes en el Universo Local.

Esta tesis está centrada en una de estas sub-categorías de AGNs, conocida como LINER (o regiones de líneas estrechas de baja ionización, del inglés “low ionisation narrow emission-line regions”). Esta categoría presenta un espectro óptico dominado por líneas de emisión de intensidad moderada que proceden de gas ionizado con un estado de ionización más bajo que el observado en galaxias Seyfert.

El rango de frecuencias X es muy útil a la hora de determinar la naturaleza de AGNs dudosos, como es el caso de los LINERs. Su luminosidad determina la luminosidad bolométrica de los objetos, la línea FeK $\alpha$  a 6.4 keV es característica de los AGNs y la columna de densidad de hidrógeno esta relacionada con el oscurecimiento debido al toro polvo. Gracias a la nueva instrumentación en rayos X hemos podido contruir una muestra representativa de 82 objetos tipo LINER (la mayor hasta la fecha) con la calidad suficiente para comparar nuestros resultados con las muestras más representativas de AGNs cercanos. Los resultados son concluyentes a la hora de asegurar que, utilizando la información en rayos X disponible e incluyendo datos multifrecuencia, **el 90% de estos objetos son AGNs de baja luminosidad**. Además hemos encontrado las diferencias principales con otros AGNs: (1) La existencia de una componente térmica a bajas energías y (2) el **alto porcentaje de núcleos oscurecidos tipo Compton-thick**. Encontramos que se trata de objetos Compton-thick especiales, en el sentido de mostrar líneas FeK $\alpha$  más débil de lo esperado en objetos Compton-thick, resultado que implica que la componente de reflexión del AGN en estos objetos bien es intrínsecamente débil, bien está oculta por otra componente emisora. Por tanto, se trataría de una nueva forma de oscurecimiento y una nueva clase de objetos que debiera incluirse en el modelo unificado.

Son diversos los frentes que estamos actualmente abordando. El primero de ellos es comprobar la naturaleza del oscurecimiento de estas fuentes. Para comprobar que son objetos Compton-thick planeamos estudiarlos a energías superiores a 10 keV con los satélites *Suzaku* e *Integral* donde la componente intrínseca del AGN debe dominar. Ya hemos obtenido datos de uno de ellos con el satélite *Suzaku*. Otra manera de entender el oscurecimiento de estas fuentes es estudiarlas en longitudes de onda de IR medio. Si el objeto esta oscurecido por un toroide de polvo, la energía que no escapa a longitudes ópticas, es reemitida por el polvo en el IR medio (MIR). Planeamos hacer imagen en MIR con GTC de nuestra muestra de LINERs y este semestre estamos observando algunos de ellos con los VISIR-VLT. Estos objetos son también peculiares por la emisión térmica a bajas energías en el rango X. En este sentido, una vez recopilados todos los espectros de alta resolución del instrumento RGS/*XMM-Newton*, estamos intentando ajustarlos a dos patrones de emisión: térmica proveniente de formación estelar reciente y fotoionización por el núcleo central.

En la tesis se realiza también un estudio multifrecuencia de la emisión circumnuclear extendida de la galaxia NGC 4151. Sugerimos que la emisión observada en rayos X suaves es debida a material fotoionizado por el núcleo. Además este objeto presenta un desalineamiento entre la emisión extendida y la dirección del chorro relativista visto en radio que encontramos que podría atribuirse a la existencia de otro chorro secundario o de un movimiento de precesión del chorro primario. En la actualidad continuamos este tipo de estudios con otros objetos, como es el caso de la galaxia Mrk 573.

Finalmente, se presenta un estudio de las fuentes Ultra-Luminosas en rayos X (ULXs) situadas en la galaxia NGC 1275. El resultado es que estas fuentes están mayoritariamente asociadas a regiones de formación estelar muy activa, exceptuando la más brillante. Hemos comenzado el análisis de ULXs brillantes para determinar su naturaleza mediante el estudio de su variabilidad.

Se trata de la primera tesis doctoral realizada en el Instituto de Astrofísica de Andalucía en el campo de los rayos X. A lo largo de la tesis y como consecuencia de ella, son varios los trabajos que hemos presentado en congresos y revistas científicas (véase CV). Los artículos en revistas científicas directamente relacionados con el material presentado en la tesis son:

- **‘Fitting LINER nuclei within the Unified Model: A matter of obscuration?’** González-Martín, O., Masegosa, J., Márquez, I. and Guainazzi, M. 2009 ApJ704 1570
- **‘An X-ray view of 82 LINER with Chandra and XMM-Newton data’** González-Martín, O., Masegosa, J., Márquez, I., Guainazzi, M. and Jiménez-Bailón, E. 2009 A&A 506 1107
- **‘X-ray nature of the LINER nuclear sources’** González-Martín, O., Masegosa, J., Márquez, I., Guerrero, M.A., and Dultzin-Hacyan, D. 2006, A&A460 45
- **‘The ultraluminous X-ray sources in the high-velocity system of NGC 1275’** González-Martín, O., Fabian, A.C., and Sanders, J.S. 2006, MNRAS 367 1132

Es de destacar que con el primer trabajo de tesis publicado, que ya tiene cerca de 40 citas en ADS, se abre en el IAA una línea de investigación de rayos X en Astronomía Extragaláctica. Además el artículo ‘An X-ray view of 82 LINER with *Chandra* and *XMM-Newton* data’ que ha sido seleccionado por los editores de la revista *Astronomy & Astrophysics* como portada del mes y tema a destacar (“Highlight”) el mes de Noviembre de 2009.