

Vientos en núcleos activos de galaxias de baja luminosidad

Autora: Laura Hermosa Muñoz

Tesis doctoral dirigida por: Isabel Márquez y Sara Cazzoli

Centro: Instituto de Astrofísica de Andalucía-CSIC

Fecha de lectura: 30 de noviembre de 2022

La tesis se centra en el estudio de los procesos de retroalimentación en galaxias que albergan un Núcleo Galáctico Activo (AGN) de baja potencia. En el extremo de baja luminosidad de la familia de AGNs, encontramos las llamadas regiones nucleares de líneas de emisión de baja ionización (LINERs). Son los AGNs más numerosos del Universo local (>60%) lo que les da la ventaja de poder hacer estudios espacialmente resueltos sobre sus propiedades físicas. Además, se cree que son el eslabón intermedio entre las galaxias activas y las inactivas.

Durante los últimos 20 años, los trabajos sobre galaxias activas y no activas se han centrado en el análisis de los procesos de retroalimentación, en particular los impulsados por los *outflows*. Se cree que estos procesos tienen un papel crucial en la evolución de las galaxias, al regular la formación estelar y la actividad nuclear. Se cree que los *outflows* aparecen en todos los AGNs en algún momento de su evolución, aunque hasta ahora su presencia se había estudiado fundamentalmente en los más luminosos, ya que son más fáciles de detectar y caracterizar. Por el contrario, su presencia en LINERs no se había estudiado de forma sistemática hasta este trabajo.

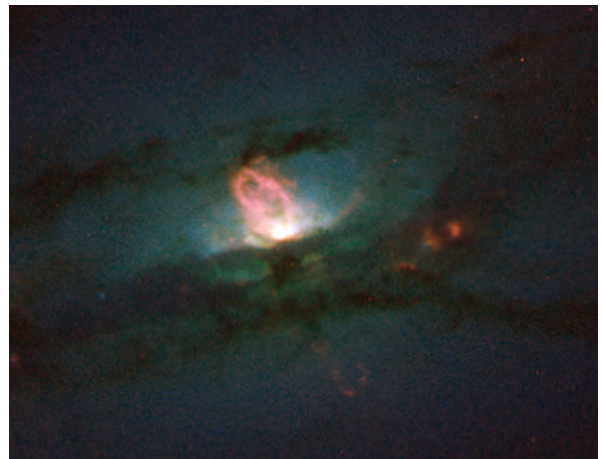
En esta tesis exploramos la presencia de *outflows* en LINERs usando tres aproximaciones complementarias basadas en datos obtenidos con tres técnicas: imágenes de banda estrecha y espectroscopía de rendija larga y de campo integral (IFS).

En la primera parte, usamos espectros ópticos de rendija larga de la parte nuclear de una muestra de LINERs de tipo 2 con datos del HST. Caracterizamos las líneas de emisión haciendo un ajuste gaussiano, que mostró la existencia de perfiles complejos en algunos objetos. Identificamos los *outflows* como componentes principalmente desplazadas hacia el azul y muy anchas, que solo pueden ser explicados como movimientos no rotacionales del gas. Encontramos en la muestra que un 22% de los LINERs son candidatos a tener *outflows* (Hermosa Muñoz et al. 2020).

En la segunda parte, compilamos con datos propios (ALFOSC/NOT) y de archivo (HST) el mayor atlas de imágenes de H α (gas ionizado) en LINERs hasta la fecha para estudiar sistemáticamente la presencia de *outflows*. Analizamos la morfología del gas ionizado, identificando *outflows* como gas extendido en forma de filamentos, burbujas o conos, identificados para un 32% de la muestra. Sin embargo, la morfología por sí sola no es suficiente como para confirmar la existencia de un *outflow*. Por ello combinamos nuestros datos de imagen con información espectroscópica de la literatura de las galaxias que reportara la detección de *outflows* o movimientos no rotacionales. Usando ambas, encontramos que en el Universo Local aproximadamente el 50% de los LINERs son candidatos a albergar un *outflow* (Hermosa Muñoz et al. 2022).

Finalmente, hicimos un seguimiento de los mejores candidatos con datos de espectroscopía de campo integral, que nos

Imagen del *outflow* en gas ionizado de la galaxia NGC4438, observada con HST. Crédito: NASA/ESA, Jeffrey Kenney (Yale University), Elizabeth Yale (Yale University).



permite no solo confirmar la existencia de estos *outflows*, sino obtener sus principales características (masa, energía, tamaño, etc) de una forma espacialmente resuelta. El primer análisis fue de la galaxia NGC1052, conocida por ser un ejemplo prototípico de LINER. Con datos combinados de alta resolución espacial (MUSE/MLT) y de alta resolución espectral (MEGARA/GTC), pudimos identificar y caracterizar la existencia de un *outflow* de gas ionizado. Nuestros resultados son consistentes con que el jet de esta galaxia sea el conductor principal del gas hacia afuera de la galaxia (Cazzoli, Hermosa Muñoz et al. 2022). Esto es consistente con la idea reportada en trabajos anteriores de la literatura sobre los jets teniendo un impacto importante en la producción de los *outflows*, sobre todo en el caso de AGNs de baja luminosidad.

Tras el caso particular de NGC1052, continuamos el trabajo con la muestra principal de galaxias con datos de MEGARA/GTC. Encontramos confirmación cinemática de *outflows* para un 75% de la muestra, en algunos casos extendidos y similares al caso de NGC1052 (Hermosa Muñoz et al. in prep.).

Por tanto, de manera general, nuestro trabajo indica por primera vez que los *outflows* son comunes en LINERs. Además, abre una nueva vía de exploración sobre cómo se producen los *outflows* en LINERs y cuál es la contribución que tienen los jets, ya que hemos encontrado relación entre ambos sucesos. Esa línea abierta sobre la relación de los *outflows* en el óptico con el radio se va a continuar con otra tesis doctoral en el IAA (iniciada en octubre de 2022).

Tesis disponible en: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/79133>