UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-145-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Propiedades de AGNs duales y sus agujeros negros centrales: Influencia de la fusión galáctica y el entorno a gran escala

Descripción general (resumen y metodología):

En los últimos años se ha popularizado la idea de que la mayoría de las galaxias pasan por unas pocas fases activas, pero breves, durante su vida. Estas fases activas juegan un papel crucial en su evolución. Cuando una galaxia se encuentra activa se la clasifica como galaxia con un núcleo activo (AGN, por su siglas en inglés) debido a la actividad del agujero negro supermasivo en el núcleo de éstas. Al igual que la presencia de un AGN, la masa y el entorno de las galaxias desempeñan un papel importante en su evolución. Las interacciones entre galaxias pueden activar el agujero negro supermasivo de éstas, aumentar su actividad, o aumentar el tamaño del agujero negro tras su fusión en una única galaxia. En particular, un AGN dual (Núcleo Activo de Galaxia doble) ocurre cuando dos galaxias en proceso de fusión colisionan, y ambos agujeros negros supermasivos centrales están activos al mismo tiempo. En estos sistemas el gas es canalizado hacia ambos centros, "alimentando" a los agujeros negros y emitiendo intensas cantidades de radiación. Son laboratorios clave para estudiar la evolución de galaxias y la generación de ondas gravitacionales.

En este trabajo se pretenden estudiar interacciones de galaxias donde ambas galaxias presentan un núcleo activo, para explorar si hay una relación entre el estado de interacción y la masa de su agujero negro supermasivo, que se puede estimar usando relaciones empíricas para un tipo específico de galaxias activas (galaxias Seyfert). Estos sistemas son difíciles de identificar debido a la fuerte absorción de polvo durante la fusión, para ello combinaremos técnicas de detección de AGNs basadas tanto en óptico (donde la extinción del polvo es alta) como en radio (donde se pueden atravesar las nubes de polvo). Además, la evolución de las galaxias en las regiones menos densas del universo, los vacíos cósmicos, puede haber sido diferente al de las galaxias que residen en estructuras densas (filamentos y cúmulos), ya que estas son en promedio menos masivas, lo que podría influir en el crecimiento del agujero negro supermasivo, así como en el ensamblaje de masa de las galaxias anfitrionas. Por lo tanto, analizaremos los resultados teniendo en cuenta el entorno en el que se encuentran los sistemas.

Este trabajo se propone en el marco del proyecto CAVITY (Calar Alto Void Integral-field Treasury surveY), un proyecto Legado del Observatorio de Calar Alto y liderado por la UGR que está generando el primer conjunto de datos estadísticamente completo de galaxias en vacíos.

Tipología: Elaboración de un informe o un proyecto de naturaleza profesional.

Objetivos planteados:

El objetivo de este trabajo es explorar si existe una relación entre el estado de interacción entre dos galaxias con AGN (dual AGN) y la masa de su agujero negro supermasivo.
Para ello partiremos de una muestra de galaxias AGN previamente identificadas en óptico y en radio, donde podemos identificar aquellas que tienen emisión en rayos X y además sabemos en qué entorno a gran escala se encuentran (vacíos, filamentos/paredes y cúmulos). Para identificar las galaxias dual AGN, se usarán técnicas de análisis del entorno local de las galaxias, además de clasificación automática de sistemas en diferentes fases de una interacción a partir de modelos

entrenados con deep learning. Para estimar la masa de su agujero negro supermasivo usaremos la relación empírica entre la masa del agujero negro con la velocidad de dispersión estelar del bulbo galáctico (o su extrapolación usando la luminosidad óptica del propio AGN).

Bibliografía básica:

- https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2025MNRAS.536.3016P/abstract
- https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2024A%26A...689A.213P/abstract
- https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019A%26A...622A..17S/abstract
- https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2002ApJ...574..740T/abstract

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Para lograr los objetivos del proyecto se realizarán las siguientes tareas:

- Realización de curso de introducción a python
- Revisión de la bibliografía.
- Familiarización con la distribución tridimensional de las galaxias en el universo y los criterios de selección de galaxias en diferentes estructuras a gran escala.
- Familiarización con los tipos de galaxias activas y métodos de identificación a partir de diagramas de diagnóstico en óptico y en radio.
- Familiarización con el proceso de fusión de galaxias y las características ópticas de los sistemas en las diferentes fases de la fusión.
- Identificación de las galaxias candidatas a dual AGN y estimación de la masa del agujero negro supermasivo.
- Análisis de la masa del agujero negro supermasivo en función de la etapa de evolución de la fusisón y su entorno.
- Presentación de los resultados y discusión con respecto a la bibliografía.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARIA DEL CARMEN ARGUDO FERNANDEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Correo electrónico: margudo@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: SALVADOR DUARTE PUERTAS

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: sduarte@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: EVA RODRIGUEZ VENTURA

Correo electrónico: evarodriguezv@correo.ugr.es