UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-127-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Cúmulos Estelares Nucleares en Galaxias Enanas de los Filamentos Cósmicos

Descripción general (resumen y metodología):

Breve descripción del trabajo:

Las galaxias enanas ($M_\star < 10^{9.5}\ M_\odot$), que constituyen la población galáctica más abundante del Universo, albergan con frecuencia Cúmulos Estelares Nucleares (NSCs, por sus siglas en inglés), sistemas estelares densos situados en el centro del potencial gravitatorio de las galaxias (Neumayer et al. 2020). A pesar de los numerosos esfuerzos realizados, todavía se conoce poco sobre los mecanismos responsables de la formación de estas subestructuras y sobre su posible impacto en la evolución de sus galaxias anfitrionas.

Aunque estudios previos sugieren que la formación de NSCs se ve favorecida en entornos densos, como los cúmulos de galaxias (Lisker et al. 2006; Su et al. 2020), evidencias recientes indican una fracción comparable de NSCs incluso en vacíos cósmicos (voids) (Bidaran et al., en preparación), donde los mecanismos externos están prácticamente ausentes. Esto sugiere que la formación de NSCs también podría estar impulsada por procesos internos (Bidaran et al. 2025). Sin embargo, según la literatura actual, sigue sin estar claro si este patrón observado refleja una tendencia física real o un sesgo sistemático derivado de la limitada exploración de entornos distintos a los cúmulos de galaxias (véase Neumayer et al. 2020).

Con el objetivo de abordar esta laguna en nuestro conocimiento, este proyecto investigará galaxias enanas que albergan un NSC central, centrándose en aquellas localizadas dentro de las estructuras filamentarias de la red cósmica. La mayor parte de las galaxias y de la materia bariónica del Universo se encuentra distribuida en los filamentos de la red cósmica, los cuales abarcan una amplia variedad de entornos, desde sistemas completamente aislados hasta pequeños grupos de galaxias. Estas condiciones ambientales son especialmente relevantes para las galaxias enanas debido a la poca profundidad de su potencial gravitatorio. Por ello, el estudio de los filamentos no solo aumenta la robustez estadística de la muestra, sino que también proporciona la diversidad ambiental necesaria para caracterizar mejor los posibles mecanismos de formación de los NSCs en galaxias de baja masa.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

Objetivos

1.- Construir el primer catálogo exhaustivo de galaxias enanas con NSCs en filamentos cósmicos dentro del intervalo de corrimiento al rojo $0.005 < z < 0.05$. Este conjunto de datos constituirá un recurso fundamental para estudiar la demografía, distribución espacial y dependencias ambientales de las galaxias enanas con NSCs más allá de los entornos densos, como los cúmulos de galaxias.

2.- Caracterizar las propiedades físicas de las galaxias enanas con NSCs en filamentos (por ejemplo, color fotométrico, tasa de formación estelar, historia de formación estelar, etc.) y comparar dichas propiedades con las observadas en vacíos cósmicos y cúmulos de

galaxias. Solo mediante esta visión integral será posible comprender mejor los mecanismos de formación de los NSCs en galaxias de baja masa y distinguir el papel del entorno del de la evolución secular.

3.- Caracterizar los posibles efectos de la presencia de un NSC sobre el ensamblaje de masa y la evolución de las galaxias enanas. En particular, se investigará si los NSCs contribuyen a regular la formación estelar, inducir transformaciones morfológicas o influir en la acumulación de masa estelar mediante procesos de retroalimentación o mecanismos dinámicos.

Metodología

El proyecto se basará en una muestra limitada en volumen de galaxias enanas situadas en filamentos cósmicos, seleccionadas a partir del catálogo de Domínguez-Gómez et al. (2023). La muestra cubre el intervalo de corrimiento al rojo $0.005 < z < 0.05$ y es completa hasta una masa estelar de $10^{8.8}$ $M_{\odot}$, ya que se deriva del Sloan Digital Sky Survey (SDSS). El análisis estructural se realizará utilizando imágenes en banda r procedentes del Dark Energy Camera Legacy Survey (DECaLS; Blum et al. 2016). Para resaltar las subestructuras galácticas se aplicará la técnica de unsharp masking sobre las imágenes. La distribución de luz difusa de cada galaxia será modelada mediante el ajuste de isofotas elípticas, empleando herramientas públicas desarrolladas en Python, como photutils. Posteriormente, el modelo de luz será sustraído de las imágenes observadas para revelar y analizar estructuras residuales, incluyendo cúmulos estelares nucleares (NSCs), brazos espirales y discos galácticos. Este procedimiento permitirá identificar de forma robusta los NSCs y estudiar sus propiedades en relación con las características de sus galaxias anfitrionas y su entorno cósmico.

Bibliografía básica:

Lisker, T., Grebel, E. K., Binggeli, B., 2006, AJ, 132, 497 Su, A. H., Salo, H., Janz, J., et al. 2022, A&A, 664, 167

Bidaran, B., Perez, I., Sanchez-Menguiano, L., et al., 2025, A&A, 693, L16

Dominguez-Gomez, J., Perez, I., Ruiz-Lara, T, et al., 2023, Nature, 619, 269

Blum, R., D., Burleigh, K., Dey, A., et al. 2016, AAS meeting, 228

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARÍA ISABEL PÉREZ MARTÍN

Ámbito de conocimiento/Departamento: ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Correo electrónico: isa@ugr.es

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

Nombre y apellidos: Bahar Bidaran

Ámbito de conocimiento/Departamento: ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Correo electrónico: bidaran@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: BERTA GAITERO GARCIA

Correo electrónico: bertagaitero@correo.ugr.es