

Grupo de Investigación Magnetismo Cósmico

¿Te interesa trabajar con **las estructuras más grandes del Universo**, simulaciones numéricas y física de alta energía?

En nuestro grupo estudiamos **cómo se aceleran partículas en el cosmos**, cómo se generan **campos magnéticos** y cómo estos procesos producen la **emisión de radio que observamos en cúmulos de galaxias**.

Ofrecemos proyectos de **tesis de licenciatura o maestría** para estudiantes interesados en **astrofísica computacional, física del plasma y análisis de datos científicos**.

Asesora:

Dra. Paola Domínguez Fernández

pdominguezfernandez@cfa.harvard.edu

Requisitos básicos

- Conocimientos básicos de **Python**
- Conocimientos básicos de **bash / terminal**
- Interés en **astrofísica computacional**

Interesados:

- Enviar un correo a pdominguezfernandez@cfa.harvard.edu con el asunto: **"[Tesis-UNAM] Interesado en proyecto"**
- Adjunta tu **CV** o indícame en el correo:
 - Nombre completo
 - Semestre que cursas
 - Proyecto que te interesaría
 - Si has trabajado antes con Python y la terminal

Proyecto 1

Turbulencia y aceleración de partículas en cúmulos de galaxias

Supervisora de tesis: Paola Domínguez Fernández (pdominguezfernandez@cfa.harvard.edu)

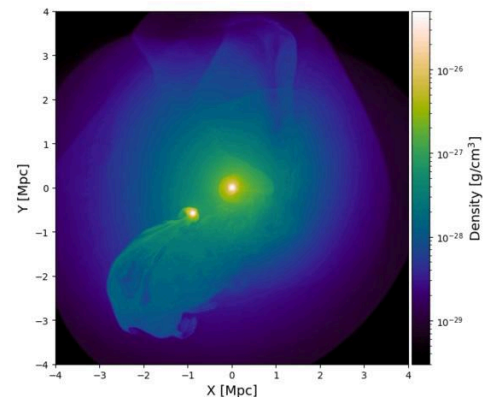
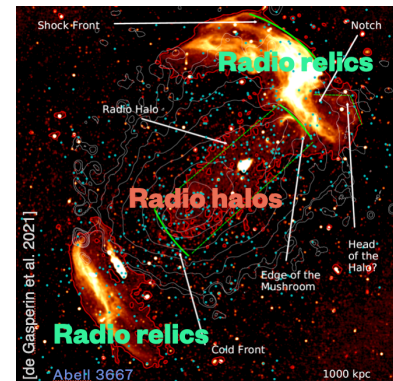
Los cúmulos de galaxias contienen emisión de radio difusa que se extiende por millones de años luz. Esta emisión revela la presencia de electrones relativistas y campos magnéticos en el medio intracúmulo. Sin embargo, estos electrones pierden energía rápidamente y deben ser reacelerados constantemente. Una de las teorías principales propone que la turbulencia generada durante las fusiones de cúmulos acelera estas partículas mediante procesos conocidos como aceleración de Fermi-II. En este proyecto estudiarás cómo la turbulencia en cúmulos de galaxias acelera partículas cósmicas utilizando simulaciones numéricas de última generación.

¿Qué harás?

- Analizar simulaciones de cúmulos de galaxias realizadas con el código AREPO
- Desarrollar herramientas de análisis en Python
- Caracterizar la turbulencia en el medio intracúmulo
- Calcular estadísticas de turbulencia como:
 - espectro de potencia
 - funciones de estructura de velocidad
 - fracción de modos solenoidales y compresivos
- Investigar cómo la turbulencia puede acelerar partículas cósmicas

¿Por qué es emocionante?

- Estudiarás los mayores aceleradores de partículas del Universo
- Trabajarás con simulaciones MHD de alta resolución
- Aprenderás herramientas modernas de astrofísica computacional
- Conectarás simulaciones con observaciones de radio de cúmulos de galaxias



Proyecto 2

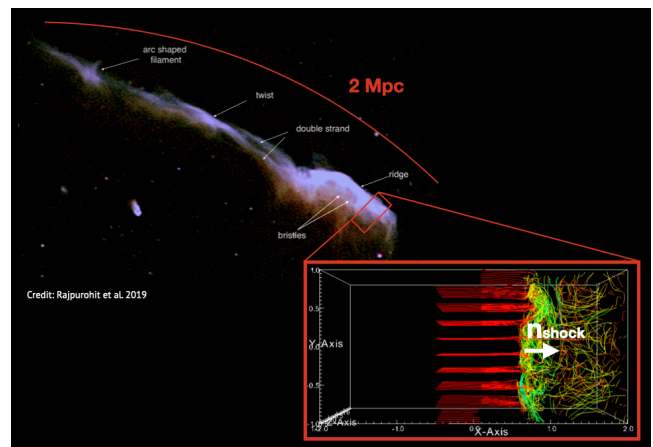
Los choques más grandes del Universo y el origen de las reliquias de radio

Supervisora de tesis: Paola Domínguez Fernández (pdominguezfernandez@cfa.harvard.edu)

Cuando los cúmulos de galaxias colisionan, se generan ondas de choque gigantescas que atraviesan el gas caliente del cúmulo. Estas ondas producen estructuras observadas en radio llamadas reliquias de radio (radio relics), que se extienden por millones de años luz. Observaciones recientes muestran que estas estructuras presentan morfologías filamentosarias complejas, cuyo origen aún no se comprende completamente. En este proyecto investigarás cómo los choques, la turbulencia y los campos magnéticos producen estas estructuras utilizando simulaciones numéricas.

¿Qué harás?

- Analizar simulaciones de choques en cúmulos de galaxias con el código PLUTO
- Desarrollar herramientas de análisis en Python
- Identificar y caracterizar choques en las simulaciones
- Medir propiedades físicas como:
 - distribución de números de Mach
 - relación entre choques y turbulencia
- Investigar el papel de campos magnéticos y turbulencia en la formación de estructuras filamentosarias



¿Por qué es emocionante?

- Estudiarás los choques más grandes del Universo
- Investigarás el origen de estructuras cósmicas gigantes observadas en radio
- Trabajarás con simulaciones avanzadas de astrofísica
- Conectarás teoría, simulaciones y observaciones astronómicas

