

InspiraSTEM Workshop Syllabus

Título: Explorando el Universo: Análisis y Visualización de Datos Astronómicos

Fecha/Hora: 23-25 de julio de 2025 / 10am-12:00pm

Instructor: Miguel Montalvo

Correo: miguelmontalvo@princeton.edu

Biografía:

Miguel Montalvo es estudiante de doctorado en astrofísica en la Universidad de Princeton, con una sólida formación en física. Después de transferirse desde Diablo Valley College, completó su B.S. en Ingeniería Física en la Universidad de California, Berkeley. Miguel ha realizado investigaciones en varias instituciones prestigiosas, incluyendo la Universidad Estatal de Michigan, el Observatorio Nacional de Radioastronomía (NRAO), y la Universidad de California en Santa Cruz, centrándose en temas como los núcleos galácticos activos, la detección del decaimiento beta y la formación estelar en ambientes extremos. Su trabajo le ha valido numerosos premios, incluyendo la prestigiosa beca de investigación de posgrado NSF GRFP y la medalla Chambliss al logro en astronomía, en reconocimiento a su habilidad para presentar su investigación. Inició su carrera académica en la Universidad Nacional de El Salvador y está profundamente comprometido con el avance de la ciencia en su país de origen. Posee habilidades en lenguajes de programación como Python, C++ y MATLAB.

Descripción del taller

Este taller introduce herramientas clave de Python, como la biblioteca Astropy y sus paquetes afiliados, para el análisis y la visualización de datos astronómicos. Los participantes aprenderán a trabajar con unidades físicas, constantes, coordenadas celestes, tablas, archivos FITS, y a ajustar modelos a datos observacionales. Además, explorarán paquetes especializados en fotometría y espectroscopía. Estas técnicas, ampliamente utilizadas en la investigación astronómica moderna, son esenciales para analizar datos de telescopios de última generación, como el James Webb y el Hubble, y para desarrollar habilidades aplicables a proyectos actuales en astronomía.

Requisitos Previos:

Se recomienda tener nociones básicas de programación, idealmente en Python, y estar familiarizado con principios generales de física, como el manejo de cantidades físicas, constantes universales, gravedad y la luz como radiación electromagnética. Asimismo, es útil contar con una comprensión básica de estadística, como los conceptos del promedio y la desviación estandar, así como las distribuciones normal y gaussiana.

Objetivos del curso

1. Desarrollar habilidades para utilizar Python en la investigación y análisis de datos, especialmente en el contexto de problemas científicos en astronomía.
2. Familiarizarse con la biblioteca Astropy y sus paquetes afiliados, para realizar análisis avanzados en fotometría, espectroscopía y otros campos de la astronomía.
3. Motivar a los estudiantes a explorar herramientas adicionales y ser recursivos en el uso de programación para resolver desafíos científicos.
4. Proveen conocimientos prácticos que los estudiantes puedan aplicar en programas de investigación en ciencias naturales, fortaleciendo su perfil académico en áreas como la astronomía y otras disciplinas relacionadas.

Programa del taller:

Día 1: Introducción a Python y Herramientas Básicas de Astropy

- **Meta del día:** Familiarizarse con Python como herramienta de programación científica y aprender los fundamentos del manejo de unidades físicas y coordenadas celestiales usando Astropy.
- **Temas a cubrir:**
 1. **Conceptos básicos en Python:** Tipos de datos (números, listas, diccionarios, etc.), operaciones básicas, funciones, manejo de paquetes y bibliotecas, etc.
 2. **Unidades y cantidades físicas:** Concepto de cantidades físicas y sus unidades (e.g., metros, segundos, joules), constantes universales y sus aplicaciones.
 3. **Coordenadas celestiales:** Introducción a sistemas de coordenadas, sistema ecuatorial (ascensión recta y declinación), sistema horizontal (altitud y acimut).
- **Actividades del día:**
 1. **Rompehielos:** "¿Qué sabes sobre el universo?" Cada participante comparte una curiosidad astronómica o una expectativa del curso.
 2. Introducción a Python mediante ejemplos simples (cálculos básicos, estructuras de datos, funciones).
 3. Uso de `astropy.units` y `astropy.constants` para realizar conversiones entre unidades (e.g., parsecs a años luz).
 4. Trabajo con `astropy.coordinates` para localizar objetos celestes y convertir coordenadas.

Día 2: Tablas, Archivos FITS y Modelos en Astropy

- **Meta del día:** Aprender a trabajar con datos astronómicos utilizando tablas y archivos FITS, y ajustar modelos matemáticos a datos observacionales.
- **Temas a cubrir:**
 1. **Tablas de datos:** Datos tabulares, columnas, y formatos.
 2. **Archivos FITS:** ¿Qué es FITS? Formato estándar para datos astronómicos, manejo de headers y datos.
 3. **Modelos matemáticos:** Ajuste de curvas y modelos a datos observacionales.
- **Actividades del día:**
 1. Creación y edición de tablas con `astropy.table`.
 2. Lectura de un archivo FITS, extracción de datos, y análisis del contenido con `astropy.io.fits`.
 3. Ajuste de un modelo gaussiano a un conjunto de datos con `astropy.modeling`.

Día 3: Fotometría, Espectroscopía y Aplicaciones Prácticas

- **Meta del día:** Explorar técnicas avanzadas de análisis astronómico, como fotometría y espectroscopía, utilizando paquetes especializados.
- **Temas a cubrir:**
 1. **Fotometría:** Medición de la luz emitida por fuentes celestes.
 2. **Espectroscopía:** Descomposición de la luz en el espectro electromagnético.
 3. **Exploración científica y recursos adicionales:** Herramientas adicionales en Python para astronomía. Motivación para explorar proyectos de investigación.
- **Actividades del día:**
 1. Realizar fotometría con aperturas circulares y el paquete `photutils`.
 2. Ajustar modelos espectrales a líneas de emisión y emisión continua usando `specutils`.
 3. Propuesta de aplicaciones de las herramientas aprendidas para resolver problemas científicos.
 4. **Conclusión:** Resumen de los aprendizajes del curso y espacio para preguntas y discusión.