

# Caracterización de sistemas estelares binarios a partir de espectroscopía y simulación orbital

Luis David Betancur Cespedes<sup>1</sup> CC. 1014659784, Dana Ines Romero Bustos<sup>2</sup> CC. 1066176295

<sup>1</sup>*Pregrado de Física, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia*

<sup>2</sup>*Pregrado de Astronomía, Instituto de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia*

(15 de Julio, 2025)

**RESUMEN:** Se busca representar las trayectorias orbitales de los sistemas de estrellas binarias, e identificar si un sistema corresponde a dos estrellas compañeras, así como analizar las interacciones físicas presentes, particularmente a través de datos espectroscópicos. En este estudio se pretende aportar a la comprensión de las propiedades orbitales y a la interpretación de su comportamiento dinámico desde un enfoque computacional y visual.

**Palabras clave:** Espectroscopia, Estrella, Sistemas, Efecto Doppler, Órbita

## 1. INTRODUCCIÓN

La detección y caracterización de sistemas de estrellas binarias es fundamental para comprender aspectos clave de las estrellas, como su masa, radio y luminosidad. Además, estos sistemas proporcionan información valiosa sobre la evolución estelar y sobre cómo la presencia de una estrella compañera puede influir en la formación y evolución de discos proto-planetarios.

Una forma de identificar estos sistemas es mediante el análisis de la velocidad radial de una estrella. Para ello, se utiliza la espectroscopía, observando la variación en el tiempo del espectro de electromagnético emitido por la estrella. Estos cambios son ocasionados por el efecto Doppler en las ondas electromagnéticas, lo que permite obtener información sobre la dinámica del sistema.

## 2. METODOLOGÍA

En este proyecto se busca emplear el método de la espectroscopía para identificar y caracterizar sistemas binarios de estrellas. A partir de los datos espectroscópicos, se propone determinar la velocidad radial del cuerpo en estudio. Posteriormente, mediante el análisis del período del movimiento, se pretende caracterizar el sistema binario. Para ello se aplicarán ecuaciones correspondientes al efecto Doppler [3], con el fin de analizar la velocidad radial.

$$\lambda_{obs} = \lambda + \frac{v_{fuente}}{v_{onda}} = v_{onda} \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$$

Posteriormente, se aplicarán conceptos de la mecánica clásica para obtener datos orbitales, como el período de la órbita y la masa del sistema, con el fin de identificar qué tipo de astros intervienen en él. Adicionalmente, se espera modelar y simular el sistema observado.

$$T = \frac{2\pi}{v}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^2}{GM}}$$

Para el desarrollo de este proyecto se requiere la aplicación de diferentes métodos computacionales, tales como la interpolación, que permite modelar el movimiento del cuerpo a lo largo del tiempo; el cálculo de raíces, para identificar momentos clave en la órbita que facilitan caracterizar la posición a partir de la velocidad radial; y la integración, utilizada al modelar el sistema observado, con el fin de determinar con mayor precisión la ubicación de los cuerpos que lo componen.

Se tomarán datos espectrográficos de sistemas binarios conocidos [2], recopilados mediante herramientas de alta precisión, como el espectroscopio HARPS, ubicado en el Observatorio La Silla de la ESO, en Chile [1]. Se analizará el corrimiento al rojo o al azul (según corresponda), con el objetivo de obtener un conjunto de datos que cubra un período orbital completo. A partir de esta información, se calculará la velocidad radial del astro en cada instante utilizando las ecuaciones del efecto Doppler.

---

Posteriormente, se aplicará interpolación sobre los datos obtenidos para modelar la variación de la velocidad a lo largo del tiempo. Con este modelo, se emplearán métodos de integración para determinar la posición relativa del cuerpo en función del tiempo. A partir de la trayectoria obtenida, será posible verificar si se trata de un sistema binario. Adicionalmente, al contar con datos tanto de velocidad como de posición, se podrá simular la órbita del sistema y caracterizar sus propiedades principales.

Con el fin de ejecutar este propósito, se emplean diversas librerías de Python. NumPy se utiliza para realizar cálculos vectoriales y operaciones numéricas eficientes; SciPy permite acceder a constantes físicas y aplicar técnicas de interpolación, derivación e integración; Pandas facilita la organización y manipulación de conjuntos de datos; Matplotlib se usa para la visualización gráfica de los resultados; y Astropy permite interpretar y manejar datos astronómicos de forma especializada.

### 3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este proyecto se busca modelar y graficar las trayectorias orbitales de sistemas de estrellas binarias. Asimismo, se pretende determinar si un sistema corresponde a dos estrellas compañeras y obtener información relevante sobre las interacciones dentro del sistema binario. Estos resultados serán presentados mediante gráficas, diagramas de color basados en espectroscopía, y en la medida de lo posible, mediante animaciones que ilustren la dinámica del sistema.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

[1] ESO – The European Southern Observatory. (s.f.). Página principal de ESO. Recuperado el 17 de julio de 2025, de <https://www.eso.org/public/spain/>

[2] ESO Archive Science Portal. (s.f.). Portal de datos del Observatorio Europeo Austral. Recuperado el 17 de julio de 2025, de <https://archive.eso.org/scienceportal/home>

[3] Giancoli, D. C. (2006). Física: Principios con aplicaciones (6<sup>a</sup> ed., V. Carango Ospina, trad.). Pearson Educación.