

# Explorando Exoplanetas: Caracterización y Posibilidad de Habitabilidad

## Introducción

Desde el descubrimiento del primer exoplaneta en 1995, el estudio de estos mundos fuera de nuestro sistema solar ha sido un campo de investigación fascinante. Este proyecto tiene como objetivo explorar los métodos de detección de exoplanetas, su clasificación y las condiciones necesarias para la habitabilidad, integrando cálculos y el análisis de datos astronómicos.

## Objetivo General

Investigar los métodos de detección, caracterización y criterios de habitabilidad de exoplanetas mediante el uso de cálculos astronómicos y el análisis de datos reales de misiones como Kepler, TESS o James Webb.

## Componentes Científicos y Técnicos

### 1. Métodos de Detección de Exoplanetas

**Tránsitos:** Analizar la curva de luz de una estrella para identificar caídas periódicas en su brillo causadas por el paso de un planeta frente a ella.

- **Cálculos:** Determinación del radio del exoplaneta mediante:

$$\frac{\Delta F}{F} = \left( \frac{R_p}{R_*} \right)^2, \quad (1)$$

donde  $\Delta F/F$  es la disminución relativa del flujo estelar,  $R_p$  es el radio del planeta y  $R_*$  es el radio de la estrella.

**Velocidad Radial:** Estudiar el desplazamiento Doppler en el espectro de una estrella causado por la influencia gravitacional del planeta.

- **Cálculos:** Determinación de la masa del exoplaneta mediante:

$$K = \left( \frac{2\pi G}{P} \right)^{1/3} \frac{M_p \sin i}{(M_* + M_p)^{2/3}}, \quad (2)$$

donde  $K$  es la amplitud de la velocidad radial,  $P$  el periodo orbital,  $M_p$  la masa del planeta y  $M_*$  la masa de la estrella.

## 2. Clasificación de Exoplanetas

- **Tamaño:** Dividir en tipos como Júpiteres calientes, supertierras y análogos terrestres.
- **Distancia a la estrella:** Identificar planetas en la zona habitable mediante la ecuación:

$$S = \frac{L_*}{4\pi d^2}, \quad (3)$$

donde  $S$  es la irradiancia en la superficie del planeta,  $L_*$  es la luminosidad de la estrella y  $d$  la distancia entre la estrella y el planeta.

## 3. Criterios de Habitabilidad

- **Zona Habitable:** Determinar si un planeta está en la región donde el agua puede permanecer en estado líquido.
- **Atmósfera:** Analizar la composición atmosférica mediante espectroscopía para buscar huellas de vida como oxígeno, metano o vapor de agua.
- **Simulaciones:** Crear un modelo de balance energético para calcular la temperatura media del planeta:

$$T = \left( \frac{L_*(1 - A)}{16\pi\sigma d^2} \right)^{1/4}, \quad (4)$$

donde  $A$  es el albedo del planeta y  $\sigma$  es la constante de Stefan-Boltzmann.

## Metodología

1. Recolección de datos de catálogos de exoplanetas (NASA Exoplanet Archive, Kepler, TESS).
2. Análisis de curvas de luz reales para identificar tránsitos.
3. Simulaciones en Python para calcular zonas habitables y temperaturas.
4. Visualización de los sistemas planetarios usando herramientas como *matplotlib* y *astropy*.

## Demostraciones Prácticas

- Crear una curva de luz simulada que represente un tránsito planetario.
- Simulación de un sistema estelar con varios exoplanetas y sus *zonas habitables*.
- Cálculos interactivos del radio y masa de exoplanetas a partir de datos reales.

## Herramientas para el Proyecto

- **Software:** Python (librerías: *numpy*, *matplotlib*, *astropy*).
- **Datos:** NASA Exoplanet Archive, catálogos de Kepler y TESS.
- **Materiales:** Computadora con capacidad para simular y procesar datos astronómicos.

## Formato del Proyecto

1. **Introducción:** Contexto histórico y relevancia del estudio de exoplanetas.
2. **Metodología:** Explicación de los métodos y herramientas utilizadas.
3. **Resultados:** Gráficos, cálculos y visualizaciones.
4. **Discusión:** Implicaciones de los hallazgos y posibles mejoras en los métodos de detección.
5. **Conclusión:** Resumen de los principales resultados y perspectivas futuras.

## Conclusión

Este proyecto busca explorar los exoplanetas desde una perspectiva integral, analizando cálculos de detección, caracterización y condiciones de habitabilidad. La combinación de datos reales, simulaciones y cálculos permitirá comprender mejor la diversidad de mundos en nuestra galaxia y las posibilidades de encontrar vida en ellos.