

Correlaciones entre exoplanetas y estrella anfitrionas descubiertas por el telescopio espacial Kepler.

Contexto y motivación: En las últimas décadas se han descubierto miles de exoplanetas en distintos sistemas estelares, alcanzando casi 6.000 planetas confirmados a la fecha [1]. Esta abundancia de datos abre la oportunidad de analizar patrones en la formación de planetas de manera estadística. Un aspecto particularmente interesante es cómo las propiedades de la estrella anfitriona (como su tipo espectral, masa o temperatura) podrían influir en las características de sus planetas. Estudios previos sugieren, por ejemplo, que las estrellas pequeñas de tipo M (enanas rojas) prácticamente no albergan planetas de tamaño Neptuno, a diferencia de estrellas más masivas [2]. Este tipo de hallazgo motiva profundizar en la relación entre la clase de estrella y los planetas que la orbitan. Comprender estas relaciones es valioso para la comunidad científica astronómica, ya que aporta información sobre los procesos de formación planetaria y puede guiar la búsqueda de nuevos mundos. La audiencia objetivo de este análisis son astrofísicos y astrónomos interesados en optimizar estrategias de búsqueda de exoplanetas (por ejemplo, decidir qué estrellas observar para encontrar cierto tipo de planeta) y en refinar modelos teóricos de formación de planetas en distintas condiciones estelares.

Objetivos: El objetivo principal del proyecto es investigar cómo las propiedades de las estrellas anfitrionas condicionan las características de sus exoplanetas. En particular, se busca cuantificar y describir patrones en masa y radio planetario según el tipo o clase de estrella. La pregunta científica de fondo es: ¿En qué medida el entorno estelar (por ejemplo, estrellas enanas rojas vs. estrellas tipo solar) afecta el tamaño, la masa u otras propiedades de los planetas que se forman? Para responderla, el proyecto apunta a: identificar correlaciones significativas entre variables estelares (masa, temperatura, tipo espectral) y variables planetarias (masa, radio, órbita), comprobar hipótesis específicas sobre diferencias en poblaciones de planetas según tipo de estrella (por ejemplo, ¿son menos comunes los planetas gigantes alrededor de estrellas de baja masa?), y si es posible, desarrollar modelos que estimen la probabilidad de cierto tipo de planeta en función de las características de la estrella.

Datos: Para llevar a cabo el análisis se utilizarán datos públicos del NASA Exoplanet Archive, una base consolidada de exoplanetas confirmados. En particular, trabajaremos con la tabla de parámetros compuestos ("Planetary Systems Composite Parameters") del archivo, la cual compila en una sola fila por planeta tanto los parámetros estelares de su estrella anfitriona como los parámetros planetarios [3]. Este conjunto de datos incluye numerosas variables relevantes: por el lado de los planetas, se cuenta con masa, radio, período orbital, semieje mayor, densidad, entre otras propiedades; por el

lado de las estrellas anfitrionas, se dispone de atributos como masa estelar, radio estelar, temperatura efectiva, luminosidad, metalicidad y

tipo espectral (cuando están disponibles). Todos estos datos son de tipo estructurado (formato tabular, por ejemplo, CSV), con valores numéricos (masas, radios, temperaturas) y categóricos (clasificación espectral, método de descubrimiento). El volumen de datos es moderado: en torno a 5.000–6.000 registros (cada registro corresponde a un planeta confirmado) junto con unas decenas de columnas descriptivas para cada uno. Dado que provienen de un repositorio público de la NASA, no existen restricciones de uso o publicación, y los datos se obtendrán mediante descarga directa desde el archivo (posiblemente aprovechando su API o un archivo CSV disponible). Antes de proceder al análisis, se realizará una depuración y revisión de calidad de los datos para manejar posibles valores faltantes o inconsistentes, ya que no todos los planetas tienen medidas completas en todas las variables.

Preguntas de investigación: A partir de estos datos, se proponen al menos 5 preguntas específicas que guiarán el análisis y permitirán explorar distintas facetas del problema:

1. Distribución de tamaños según tipo de estrella: ¿Cómo varía el radio medio de los exoplanetas en sistemas de enanas rojas tipo M en comparación con sistemas de estrellas tipo G (similares al Sol) u otros tipos estelares? Esta pregunta explorará si las estrellas más frías y pequeñas tienden a tener planetas significativamente más pequeños (más supertierras y menos gigantes gaseosos) que las estrellas más grandes.
2. Relación masa-masa (estrella-planeta): ¿Existe una correlación clara entre la masa de la estrella y la masa de sus planetas? Por ejemplo, se investigará si las estrellas más masivas tienden a albergar planetas más masivos (y viceversa), o si por el contrario hay un límite en masa planetaria independiente de la masa estelar. Esta relación ayuda a entender cómo la masa de la estrella podría influir en el proceso de acumulación de material planetario.
3. Frecuencia de planetas gigantes en distintas estrellas: ¿Cuál es la frecuencia de planetas tipo Júpiter (gigantes gaseosos de gran masa) alrededor de estrellas de diferente tipo espectral? Se comparará, por ejemplo, la proporción de estrellas tipo M que tienen Júpiteres calientes o fríos versus la proporción en estrellas tipo solar. Esta pregunta busca confirmar hipótesis como “las enanas rojas poseen menos planetas gigantes” y cuantificar esas diferencias.
4. Clasificación de planetas según contexto estelar: ¿Es posible clasificar el tipo de exoplaneta (por ejemplo, diferenciar si es de composición de estado rocoso o gaseoso) analizando las características de su estrella anfitriona? Aquí se intentará clasificar, según dado las características de la estrella. ¿podemos concluir información a partir de su estrella?

5. Cuántos planetas de cierto tipo se descubren por año: Por último, buscamos reordenar la información y estudiar que exoplanetas son más comunes en este estudio local, donde pueden ser tantos gigantes gaseosos como supertierras

Diseño tentativo: Para llevar a cabo este estudio se hará un análisis de distintos archivos CSV a través de Python para extraer la información, usaremos herramientas de diferentes librerías como Pandas y Numpy para filtrar, agrupar y comparar datos de las distintas fuentes e ir respondiendo las preguntas. Estos pasos serán fundamentales para centrar nuestro estudio en un nicho específico, y sacar conclusiones en base a los parámetros que tomemos

Referencias:

- NASA Exoplanet Archive – Exoplanet and Candidate Statistics (consulta de estadísticas de exoplanetas confirmados) (https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/docs/counts_detail.html) [1].
- NASA Exoplanet Archive – Planetary Systems Composite Data Description (documentación de la tabla de parámetros compuestos utilizada) (https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/docs/pscp_about.html) [2].