

Sistemas planetarios orbitando enanas rojas y actividad de sus estrellas anfitrionas

Autor: Rafael Luque Ramírez (rluque@iaa.es)

Tesis doctoral dirigida por: Enric Pallé y Grzegorz Nowak

Centro: Instituto de Astrofísica de Canarias / Universidad de La Laguna

Fecha de lectura: 25 de mayo de 2021

Uno de los campos más apasionantes de la ciencia hoy en día es el estudio de los exoplanetas, que cautivan la imaginación no solo de la comunidad astronómica sino también de la sociedad en general. Identificar exoplanetas como la Tierra y encontrar biomarcadores en sus atmósferas está entre los principales objetivos de la astronomía para este siglo, motivando el desarrollo y construcción de ambiciosas misiones espaciales y telescopios en tierra de enormes dimensiones. Los planetas pequeños y rocosos orbitando estrellas de tipo espectral M, también conocidas como enanas rojas, son los únicos candidatos similares a la Tierra cuyas atmósferas se pueden estudiar con la tecnología actual. Además, son los mejores, si no los únicos, candidatos para detectar signos de vida en ellos con la próxima generación de instrumentos.

Esta tesis se centra en el descubrimiento y caracterización de planetas pequeños en torno a enanas rojas. Las enanas rojas componen el 70% de las estrellas de nuestra Galaxia y debido a su pequeña masa y tamaño ofrecen varias ventajas para la detección y caracterización de exoplanetas usando las dos técnicas más comunes y exitosas: el método de tránsito y el de las velocidades radiales. El objetivo principal de este trabajo es aprovechar la oportunidad que ofrecen este tipo de estrellas para descubrir y estudiar los mejores candidatos para el estudio de atmósferas exoplanetarias con instrumentos venideros usando la sinergia entre misiones espaciales que buscan planetas transitantes y espectrógrafos de alta resolución en tierra. Para ello, se han desarrollado nuevos métodos analíticos para la determinación del mejor modelo de ajuste de los datos usando estadística Bayesiana y el modelado de la actividad estelar usando procesos Gaussianos.

Los resultados de la tesis incluyen la detección y caracterización de dos supertierras orbitando las enanas rojas GJ 3779 y GJ 1265 usando el espectrógrafo CARMENES (Luque et al., 2018), y dos sistemas multiplanetarios (Luque et al., 2019b, 2021) cuyos planetas se detectaron en tránsito por el telescopio espacial TESS y han sido confirmados y caracterizados con una batería de instrumentos en tierra. Además de estos trabajos sobre sistemas planetarios orbitando enanas rojas, la tesis incluye publicaciones adicionales acerca de la detección y caracterización de planetas en torno a otros tipos de estrella (como las de tipo solar —Luque et al., 2019a- y las gigantes rojas —Luque et al., 2019c-) y el análisis de la composición química de la atmósfera del "Júpiter caliente" WASP-74 (Luque et al., 2020).

El descubrimiento del sistema multiplanetario alrededor de la brillante enana roja GJ 357 es uno de los resultados más

destacados de esta tesis. El planeta más cercano a su estrella, GJ 357 b, es un planeta caliente con una densidad similar a la Tierra que se ha convertido en el tercer planeta transitante más cercano al nuestro. El próximo año el telescopio espacial JWST estudiará la atmósfera de GJ 357 b, lo que permitirá conocer la composición química de este tipo de planetas llamados "tierras calientes" por primera vez. El análisis de las velocidades radiales de la estrella reveló dos planetas adicionales de tipo supertierra en órbitas externas, estando el más alejado en la "zona habitable", es decir, en el rango de órbitas donde el agua podría mantenerse en estado líquido en su superficie.

En total, nueve nuevos planetas en seis sistemas extrasolares se han descubierto y analizado como primer autor de los artículos que componen esta tesis. Al comienzo de esta tesis, en enero de 2018, solo se conocían doce planetas orbitando enanas rojas con medidas precisas de su masa y radio. Tras su finalización, el número ha incrementado hasta 33, siendo más de la mitad de las nuevas incorporaciones parte del trabajo de esta tesis (como autor principal o co-autor). Las nuevas incorporaciones no solo han permitido encontrar candidatos apropiados para estudios atmosféricos, especialmente con el telescopio espacial JWST, sino que también nos ayudan a comprender la composición, origen y evolución de esta población de una forma global. Los resultados y las técnicas desarrolladas en esta tesis contribuyen a mejorar nuestro conocimiento acerca del tipo de planeta más frecuente en el Universo, los planetas rocosos orbitando enanas rojas, y su potencial para albergar condiciones propicias para la vida.

Tesis disponible en: <https://www.educacion.gob.es/teseo/impimirFichaConsulta.do?idFicha=658776>