

Los planetas más calientes del universo

José Luis VALER MURILLO

Colaborador de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Delegación Territorial en Castilla y León

joseluisvaler@hotmail.com

Resumen: Existen exoplanetas que literalmente rozan las estrellas en torno a las cuales orbitan. Se trata de planetas con periodos orbitales de pocas horas, cuya proximidad a las estrellas hace que sus superficies estén fundidas dando lugar a océanos de lava, con temperaturas que en muchos casos superan el punto de ebullición del hierro. El magma en esos océanos ha de ser muy dinámico debido a los intensos efectos de las mareas. Son planetas de los cuales solo cabe imaginar sus extremas condiciones, ya que desde la superficie sus soles se verían en el cielo como enormes discos incandescentes.

Palabras clave: exoplanetas; planetas de lava.

1. ORIGEN

Se ha especulado mucho sobre el origen de estos planetas y cómo han podido llegar hasta la posición que ocupan. Hay evidencia de que muchos de ellos son los núcleos metálicos de planetas gaseosos que han quedado como remanentes tras perder los elementos volátiles. Se trata generalmente de planetas con una alta densidad debido a su elevado porcentaje de hierro. No siempre es así, porque algunos de ellos tienen una densidad similar a la de la Tierra. Se han detectado gigantes gaseosos a corta distancia de las estrellas muy dilatados debido a las altas temperaturas. Estos planetas tienen una importante pérdida de masa y se ha podido constatar la presencia, en algunos casos, de una cola de gases arrastrados por los vientos estelares. En este proceso, que puede durar miles de millones de años, los planetas van variando su órbita a medida que pierden masa. Cuando un gigante gaseoso ocupa una posición muy próxima a su estrella, a medida que pierde masa disminuye su velocidad orbital y también la distancia respecto a la estrella en torno a la cual orbita. De este modo, se puede explicar la presencia de planetas de lava muy cerca de las estrellas y con periodos orbitales realmente cortos. La masa de estos planetas suele oscilar entre 2 y 10 masas terrestres, aunque en algunos casos es muy inferior a estos valores.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS PLANETAS DE LAVA DESCUBIERTOS

Cabe citar como ejemplo los planetas Corot-7b, Kepler-10b, Kepler-78b, K2-141b y BD+05 4868Ab, entre otros.

Todos ellos fueron descubiertos por medio de la técnica del tránsito periódico, que hace variar muy ligeramente el brillo de las estrellas. Posteriormente se confirmó su presencia por medio de la velocidad radial por sus efectos gravitacionales en las estrellas; este análisis se efectúa con un espectrógrafo.

Corot-7b

Corot-7b se encuentra a unos 490 años luz de la Tierra; se trata de un planeta con un diámetro en torno a 20 000 km y posee una masa 4,8 veces la de la Tierra. Su periodo orbital es de 20 horas, 29 minutos y 9 segundos. La distancia respecto a su estrella es 1/23 la de Mercurio, lo cual da lugar

a temperaturas del orden de 2200°C en el hemisferio iluminado al estar anclado por marea (del mismo modo que la Luna respecto a la Tierra). Sin embargo, el hemisferio nocturno se ha enfriado hasta -225°C , ya que presenta siempre la misma cara a su estrella, que es similar al Sol. Tal contraste resulta inverosímil, pues el hemisferio iluminado es un océano de lava y el hemisferio nocturno está permanentemente helado. Esto es debido a la ausencia de una atmósfera apreciable y por ello no se produce la circulación del calor entre ambos hemisferios. Su baja densidad, similar a la de la Tierra, indica que no está compuesto mayoritariamente de hierro como ocurre en otros casos. Esto significa que se trata de una supertierra cuya evolución no ha sido la misma que la de los planetas de lava que derivan de planetas gaseosos, ya que en estos casos el núcleo se compone principalmente de hierro.

Kepler-10b

Kepler-10b fue descubierto por la misión Kepler de la NASA en 2010 por medio de la técnica del tránsito. Se encuentra a unos 608 años luz de la Tierra y orbita a muy corta distancia en torno a una estrella similar al Sol (a menos de una vigésima parte de la distancia de Mercurio al Sol). Su periodo orbital es inferior a un día terrestre (0,84 días) y probablemente se encuentra anclado por marea. Su masa estimada es 3,72 veces la de la Tierra y su radio en torno a 1,47 veces el de nuestro planeta. En el hemisferio iluminado se ha calculado una temperatura próxima a 2000°C , de lo que se infiere que es un océano de lava. Tiene una densidad de $8,8\text{ g/cm}^3$, ligeramente superior a la del hierro que es de $7,874\text{ g/cm}^3$, lo cual hace suponer que se compone fundamentalmente de este elemento. La pequeña diferencia entre ambos valores se debe a la enorme presión que existe en el núcleo del planeta. Esto significa que podría ser el remanente de un planeta gaseoso con una masa en origen similar a la de Urano y Neptuno.

La estrella en torno a la cual orbita este planeta es una enana amarilla muy similar al Sol, aunque mucho más vieja debido a su metalicidad, con una edad estimada de 10 400 millones de años. Los planetas que se encuentran en este sistema planetario han de poseer un ciclo evolutivo muy avanzado y uno de ellos ha caído en una órbita muy baja.

Kepler-78b

Kepler-78b fue descubierto en 2013 por medio del análisis de datos del telescopio espacial Kepler. Se encuentra en órbita alrededor de la estrella Kepler-78, a 172 años luz de la Tierra, que es algo menos masiva que el Sol. La órbita de este planeta dura tan solo ocho horas y media. Su masa, estimada por velocidad radial, es 1,7 veces la terrestre y su radio 1,12 el de nuestro planeta. En el hemisferio iluminado se ha estimado una temperatura que puede alcanzar los 3000°C . Con esta temperatura los metales del océano de lava sufren una constante vaporización. Su densidad es $5,3\text{ g/cm}^3$, muy similar a los $5,5\text{ g/cm}^3$ de la Tierra, de lo cual se deduce que, además de hierro, contiene otros elementos de peso atómico inferior. Probablemente su composición guarda algunas similitudes con la de la Tierra.

K2-141b

K2-141b orbita en torno a una estrella naranja algo más pequeña y fría que el Sol, con una masa de 0,708 veces la de nuestra estrella. Está clasificado como un planeta de periodo orbital ultracorto, ya que dura tan solo 6,7 horas. Fue descubierto en 2018 por medio de la técnica del tránsito periódico. Se trata de una supertierra con una masa 5,08 veces la terrestre y un radio de 1,51 el de nuestro planeta. Su densidad es de $8,2\text{ g/cm}^3$, lo que sugiere que se compone en gran parte de hierro. Con esta masa podría tratarse del núcleo de un gigante gaseoso masivo. Este planeta tiene uno de los periodos orbitales más cortos entre todos los que han sido descubiertos.



Figura 1. Ilustración del autor de este artículo en la que se representa un océano de lava sobre cuyo horizonte se ve una estrella de cerca.

Existe un enorme contraste de temperatura en su superficie, ya que al estar muy probablemente anclado por marea el hemisferio iluminado supera los 3000°C y el lado nocturno alrededor de -200°C .

Como comparación, se encuentra respecto a su estrella a una distancia 41 veces inferior al perihelio de Mercurio, es decir, a tan solo 1,1 millones de km. Este dato resulta sorprendente, ya que esta distancia es poco mayor que el propio diámetro de la estrella que tiene algo más de 900 000 km. Cabe imaginar el enorme disco incandescente de la estrella vista desde la superficie del planeta con más de 40° de arco en el cielo.

Su atmósfera ha de estar compuesta de metales vaporizados. Las temperaturas son tan elevadas que al superarse el punto de ebullición del hierro el magma del océano se vaporiza constantemente. No obstante, debido a las elevadas temperaturas y las extremas condiciones dinámicas de la atmósfera los elementos vaporizados enseguida escapan al espacio, de forma que la presión atmosférica en este planeta no puede ser muy alta. Su bajo albedo indica que la mayor parte de la luz es absorbida aumentando aún más la temperatura. Se estima que la atmósfera posee vientos extremos con velocidades superiores a 1,75 km/s.

BD+05 4868 Ab

BD+05 4868 Ab fue descubierto en 2025 por el satélite TESS de la NASA, en una misión liderada por el MIT. Es el planeta de menor masa entre todos los que han sido citados. Su masa es similar a la de la Luna y, debido a su baja gravedad, genera una estela de 9 millones de km de

composición mineral alrededor de la estrella. Esto significa que se encuentra en proceso de desintegración.

Su órbita tiene una duración de 30,5 horas y la temperatura en el lado iluminado ronda los 2000 °C. Este planeta orbita en torno a la estrella principal de un sistema binario que es algo más pequeña que el Sol y con una masa ligeramente inferior. Le separa de su estrella una distancia de poco más de 7 millones de km. A esta distancia sin duda constituye un océano de lava y por ello se produce la estela debido a una constante vaporización de los metales. Se estima que en el pasado tuvo una masa mucho mayor, probablemente similar a la de Mercurio. Al ritmo observado de vaporización de sus materiales llegará a desintegrarse por completo en un ciclo que puede durar decenas de millones de años. Actualmente se trata de uno de los cuatro planetas conocidos en proceso de desintegración, junto con Kepler-1520b, KOI-2700b y K2-22b. Algunos de estos cuerpos pueden rebasar el límite de Roche, donde las fuerzas de marea son superiores a la propia gravedad del planeta contribuyendo a su desintegración.

Por medio de la técnica del tránsito periódico se han descubierto muchos planetas en distintos grados de evolución a corta distancia de las estrellas. Todo indica que muchos de ellos son los remanentes de planetas gaseosos que han perdido los elementos volátiles quedando reducidos al núcleo metálico.

REFERENCIAS

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT).

— Kepler's First Rocky planet: Kepler-10b.

— *MIT News*. Kepler 78b.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA):

— BD+05 4868 Ab. NASA Ciencia.

— NASA'S Kepler Mission Discovers Its First Rocky Planet. Ames Research Center.

— Página de resumen del planeta confirmado K2-141b. Archivo de exoplanetas de la NASA.

QUELOZ, D. y otros autores, 2009. The CoRoT-7 planetary system: two orbiting super-Earths. *Astronomy and Astrophysics*, vol. 506, no. 1, October IV, 303-319.

THE ASTRONOMICAL JOURNAL arXiv: 0908.0241 (astro-Ph).