

Este artículo aparecerá publicado en el Anuario Astronómico del Observatorio de Madrid para el año 2018.

PLANETAS EXTRASOLARES

Julio Solís García

Agencia Estatal de Meteorología

“Hemos hecho un trabajo tan pésimo en lo que respecta a administrar nuestro planeta que deberíamos tener mucho cuidado antes de tratar de administrar otros.”

Carl Sagan

Hace muy poco tiempo era una conjetura, hoy es una certeza: las estrellas con planetas a su alrededor son algo común en el Universo. Se dice que la realidad supera a la ficción, y en este caso no solamente es cierto sino que la supera por mucho. Se conoce relativamente bien la formación, desarrollo y muerte de las estrellas, sobre todo porque emiten mucha información, luz, calor y radiación en toda la amplitud del espectro electromagnético, entre ellas el Sol, nuestro Sol, que es una estrella normal y corriente más.

Detectar y estudiar planetas extrasolares es muchísimo más complicado, primero porque están muy cerca de su estrella, que emite poderosamente palideciendo la luz de su esquiwa prole, y en segundo lugar por su tamaño, muy inferior al de su estrella anfitriona. Sin embargo, los avances tecnológicos y científicos han dado sus frutos en los últimos años y, aunque las cifras crecen rápidamente, casi de un día para otro, ya tenemos identificados alrededor de cinco mil planetas extrasolares, mas de la mitad de ellos confirmados y otros muchos por confirmar, pero todos situados a distancias próximas (en términos galácticos), lo que hace suponer la existencia de varios miles de millones (solo en nuestra galaxia) de planetas similares a la Tierra con órbitas situadas a distancias óptimas de su sol para permitir condiciones de habitabilidad.

De las atmósferas de estos planetas confirmados se sabe poco aún, pero seguramente se den unas circunstancias (composición, densidad, gravedad,

cantidad de agua, radiación, etc) que configuren unas meteorologías diversas y exóticas. Apasionante horizonte el que se abre ante nuestros ojos para las generaciones venideras.

De especulación a certeza

Los que hace 40 años estudiábamos astronomía, leíamos en todos los textos, libros y manuales, que en el Sistema Solar había nueve planetas, Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón, y esos eran todos los planetas de los que teníamos algún conocimiento. Hoy, en el Sistema Solar solamente hay ocho planetas, y no porque haya ocurrido una catástrofe cósmica y haya desaparecido alguno, sino porque Plutón ha pasado a clasificarse de otra forma a la vista del descubrimiento de varios cuerpos similares más allá de su órbita. Ahora Plutón es el mayor de los plutoides, que es como se denominan a los planetas enanos cuya órbita queda más lejos del Sol, más allá de la de Neptuno.

En aquel tiempo, y desde hacía siglos, se especulaba con la posible existencia de planetas y otros sistemas planetarios alrededor de otras estrellas, pero encontrarlos, observarlos y estudiarlos parecía cosa de ciencia ficción. A lo más que llegaban la ciencia y la tecnología era al establecimiento de una ecuación matemática, desarrollada por Frank Drake en 1961 dentro del proyecto SETI (Search for (of) Extra-Terrestrial Intelligence), que calculaba el número de civilizaciones que podrían comunicarse en la Vía Láctea, basándose en diversos factores, varios de ellos relacionados con el número de estrellas que tendrían planetas girando a su alrededor, y cuántos de ellos girarían en una zona adecuada para permitir el desarrollo de la vida.

Muchos de los factores de la ecuación de Drake son especulativos e inciertos, y dan valores muy diferentes según las estimaciones que se hagan, pero es inquietante y estimulante a la vez pensar que con un número tan alto de estrellas en la galaxia, y de galaxias en el Universo, y de que a la vista de los últimos descubrimientos lo “normal” es que la mayoría de estrellas tengan planetas girando a su alrededor, lo más probable es que existan formas de vida extraterrestre distintas a la nuestra. Cosa distinta es que si alguna ha dado lugar a una civilización tecnológica, las dificultades para la comunicación e interacción sean casi insalvables.

A principios de la década de los 90 del pasado siglo se detectaron los primeros exoplanetas, o planetas extrasolares, es decir, que orbitan alrededor de otras estrellas distintas del Sol (figura 1), aunque llegados a este punto quizá merezca la pena detenerse un poco en definir lo que es un planeta y lo que es una estrella. Podría pensarse que la respuesta es muy sencilla, una estrella es un astro que emite luz propia, y un planeta es un astro que no emite luz propia, solamente refleja la que le llega, como nos enseñaban hace años en los primeros cursos de enseñanza primaria. Pero el asunto es algo más complicado, y existen cuerpos que se quedaron

a medio camino entre lo que es una estrella y lo que es un planeta, sin masa suficiente como para generar reacciones nucleares de fusión que les permitan emitir luz, pero con un tamaño y apariencia de planeta gaseoso gigante, tipo Júpiter, pero más grande. Esas estrellas fallidas se denominan “enanas marrones”, y realmente son objetos que a veces son difíciles de catalogar ya que presentan características que en aspectos recuerdan a las estrellas y en otros, a los planetas.



Figura 1: Recreación artística de un exoplaneta (cortesía de ESO L. Calçada).

Dejando aparte las definiciones técnicas elaboradas por la Unión Astronómica Internacional, lo cierto es que cuando observamos una estrella, vemos solamente dicha estrella, o varias si forman algún sistema binario o de más estrellas; pero hasta hace pocos años era imposible ver otros posibles cuerpos que acompañaran a dicha estrella y que brillaran mucho menos, como podrían ser planetas u otros cuerpos sin luz propia. Más adelante se describirán los procedimientos desarrollados en los últimos años para la detección de planetas extrasolares, pero es evidente que los primeros que se observaron o detectaron eran los que más se notaban, es decir, los mayores en masa y volumen, que provocaban mayores alteraciones en el comportamiento de su estrella, y que eran más fácilmente detectables.

Los primeros planetas extrasolares detectados eran planetas con órbitas cercanas a su estrella, gaseosos gigantes, tipo Júpiter, pero más grandes y calientes, y que pasaron a denominarse “Júpiteres calientes”, eran los más fáciles de detectar. Posteriormente con las mejoras en las técnicas

de detección se fueron localizando planetas menores, de tipo terrestre, y situados a distancias de su sol que ofrecen unos rangos de temperaturas compatibles con el agua líquida y con atmósferas más parecidas a las de la Tierra. Actualmente se han catalogado los exoplanetas en dos grandes grupos, los llamados de tipo joviano, gigantes gaseosos que pueden ser mayores que Júpiter, con algunos subtipos, como los denominados neptuno frío o superjúpiter, por ejemplo; y los de tipo terrestre, planetas sólidos, similares a los planetas terrestres del Sistema Solar, de menor tamaño que los anteriores por regla general y con atmósferas similares a las de Venus o la Tierra y posiblemente con agua líquida superficial, y que también presentan subclases como supertierras, subtierras, o mercurianos (figura 2).

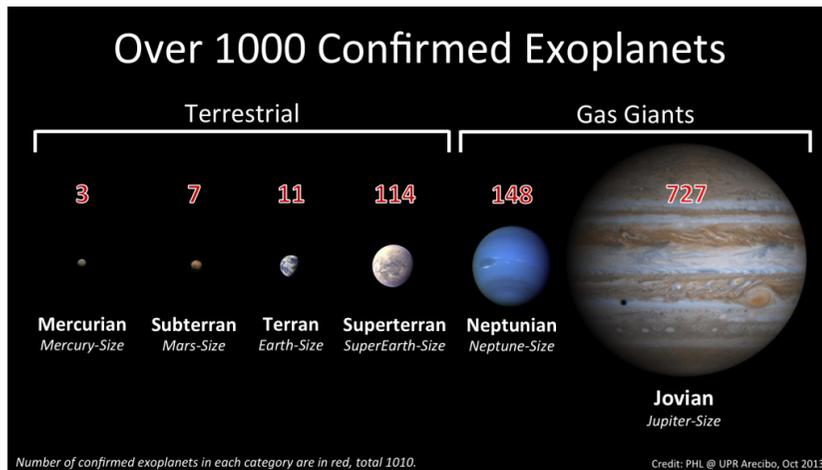


Figura 2: Algunos tipos de exoplanetas y número de confirmados a octubre de 2013 (PHL@UPR Arcibo).

Cuando leemos noticias acerca de los planetas extrasolares, nos encontramos con denominaciones poco intuitivas, raras y, lo que desconcierta más, diferentes, pero realmente obedecen a convenios internacionales dentro del ámbito científico fáciles de comprender. El esquema fundamental para la nomenclatura de exoplanetas es el nombre de la estrella alrededor de la cual orbitan seguido de una letra minúscula del alfabeto occidental excluyendo la primera letra "a" (b, c, d, e, f, ...). Y ¿cómo se denominan las estrellas? Pues las estrellas empezaron a denominarse con nombres propios, sobre todo las más brillantes, en tiempos de la antigua Grecia y Roma, y también por culturas anteriores como la mesopotámica, por ejemplo Castor, Pollux, Sirius, Capella, Canopus, Regulus o Polaris. Con el declive de la cultura clásica, ya en la Edad Media, los árabes dominaron las ciencias, y en particular la astronomía, dando nombres como Aldebarán, Mizar, Alcor, Rigel o Algol, a brillantes e importantes estrellas.

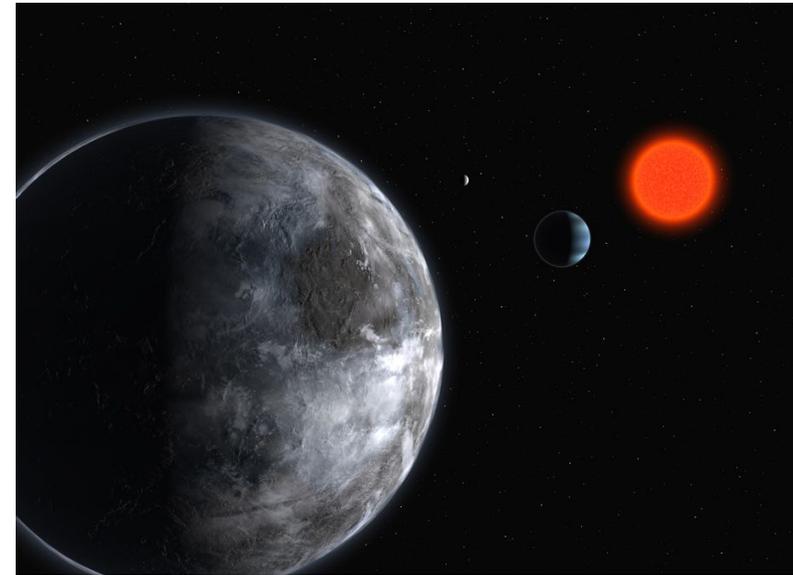


Figura 3: Recreación artística del sistema planetario de la estrella Gliese 581.

Con la llegada del Renacimiento se cartografió el firmamento con un mayor nivel de detalle, y con un número de estrellas tan alto que ya no era práctico el uso de nombres propios, estableciéndose una nueva nomenclatura para las estrellas ideada por el astrónomo alemán Johann Bayer y utilizada en su famoso atlas estelar *Uranometria* publicado en el año 1603. Consistía en denominar a las estrellas con las letras del alfabeto griego, empezando por la letra α (alfa) para la más brillante, y seguido del genitivo del nombre latino de la constelación en que se encuentran, como por ejemplo Sirio (α Canis Majoris) o Rigel (β Orionis). Sin embargo, muy pronto, este sistema quedó pequeño para denominar a un número cada vez mayor de estrellas catalogadas, y se establecieron otros sistemas, como el ideado por John Flamsteed en 1712 que utilizaba números en lugar de las letras griegas (por ejemplo 51 Pegasi o 70 Virginis) en orden a la ascensión recta de la estrella y no del brillo. Después se establecieron catálogos cada vez más extensos de estrellas en los que se denominaban con números precedidos por el nombre o abreviatura del nombre del catálogo, como por ejemplo Lalande 21185 para el catálogo de Lalande, HD 160691 para el catálogo de Henry Draper, o Gliese 581 para el de Wilhelm Gliese (figura 3).

Por tanto, ahora ya sabemos que HD 189733b es la identificación de un planeta extrasolar que orbita alrededor de la estrella HD 189733, o que Qatar-1b corresponde al nombre del proyecto o misión seguido por

un número de su catálogo de objetos localizados, como los catalogados por la misión Kepler, Kepler-16b o Kepler-10c por ejemplo (figura 4). Como dato curioso, en el año 2015 la Unión Astronómica Internacional aceptó denominar oficialmente, tras una votación popular internacional, al sistema planetario de la estrella μ Arae como Cervantes, a propuesta del Planetario de Pamplona y de la Sociedad Española de Astronomía, con la colaboración del Instituto Cervantes. La estrella de este sistema planetario es una estrella similar al Sol, y se han descubierto cuatro planetas, tres de ellos del tipo gigante gaseoso, tipo júpiter, y el cuarto algo más pequeño que podría ser un neptuno caliente. A estos cuatro exoplanetas se les ha denominado Quijote (μ Arae b), Dulcinea (μ Arae c), Rocinante (μ Arae d), y Sancho (μ Arae e), todos ellos girando alrededor de Cervantes, estrella que se ve a simple vista desde la Tierra, en el límite de visión directa sin instrumentos, con una magnitud aparente de +5,2, y situada a 50 años luz de distancia en la constelación del Altar.

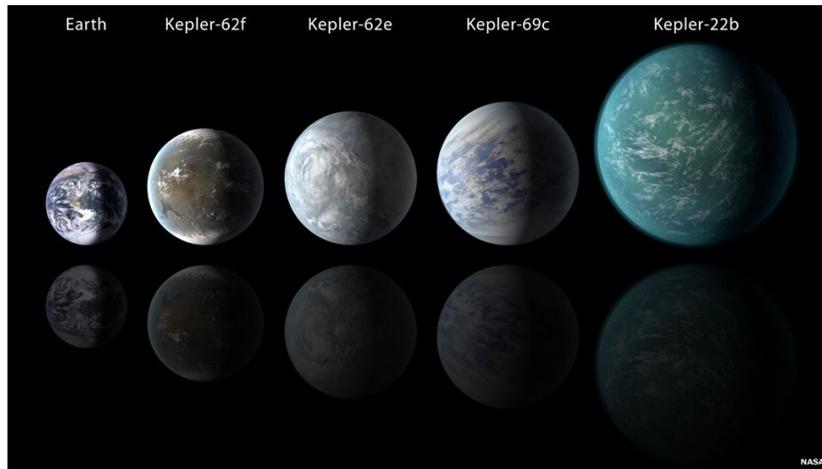


Figura 4: Tamaño relativo de La Tierra y cuatro exoplanetas (cortesía de NASA).

Métodos de detección

Para la detección de planetas extrasolares se vienen utilizando diferentes herramientas y procedimientos, encuadrados en más de 40 misiones y proyectos de varios organismos y entidades científicas, entre los que destacan la NASA, ESA, y los mayores y más avanzados complejos astronómicos, como los ubicados en Hawai y Chile.



Figura 5: El planeta extrasolar OGLE-2005-BLG390Lb en una imagen artística (cortesía de NASA/JPL-Caltech).

Una de las misiones más emblemáticas puestas en marcha para la búsqueda de planetas extrasolares ha sido la misión Kepler de la NASA, que en el año 2009 puso en órbita un telescopio con un espejo primario de 1,4 metros, un telescopio de Schmidt de 0,95 metros de apertura y una cámara CCD de 95 millones de píxeles de resolución, monitorizando, mediante el método del tránsito, a más de 150 000 estrellas simultáneamente cerca de la constelación del Cisne, en el ecuador galáctico. El proyecto tenía una duración prevista de 3 años y medio, que se amplió hasta el 30 de septiembre de 2016, sin embargo, en el año 2013 falló el sistema de orientación del equipo (fallaron dos de los cuatro giróscopos que llevaba). Hasta ese momento, la misión Kepler confirmó la detección de más de 2330 exoplanetas, solamente en esa zona reducida del firmamento, 21 de los cuales con un tamaño similar al de nuestro planeta y girando alrededor de su estrella en una zona habitable (hoy ya están catalogados más de 55). A partir de ese momento, la NASA desarrolló una nueva misión, denominada K2 (Second), utilizando el mismo telescopio orbital, pero variando las zonas a estudiar y el tipo de estrellas a analizar. El número de exoplanetas confirmados durante la misión K2 fue de 145. Una vez que la misión Kepler de la NASA, y otras como la Spitzer o la COROT de la ESA, han completado su vida útil o han dejado de funcionar por averías, todos los ojos están puestos en el telescopio espacial James Webb que es un proyecto internacional en el que participan la NASA, ESA, CNES y CSA/ASC, entre otros importantes organismos, y que estará equipado con diversos instrumentos entre los que destaca el telescopio de 6,5 metros, y del que se esperan importantes descubrimientos en los próximos años.

Entre las estrategias seguidas para detectar planetas extrasolares está la observación visual directa, el intento de ver exoplanetas a través de un telescopio, de forma similar a como podemos hacerlo con Júpiter, Marte, o Saturno; pero tropieza con importantes dificultades, la mayor de ellas es su cercanía relativa a la estrella alrededor de la cual giran, que brilla miles de millones de veces más que los planetas que la acompañan, y que por tanto los enmascaran con su deslumbrante luz. Para la observación directa se utilizan los más avanzados complejos astronómicos como el Very Large Telescope, del Observatorio Europeo Austral, ubicado en el desierto de Atacama en Chile, basado en cuatro telescopios de 8,2 metros que pueden trabajar como uno solo con una resolución y capacidad de acumulación de luz muy alta, o el observatorio norteamericano Keck de Hawai, con dos telescopios de 10 metros que también pueden operar como un único instrumento.

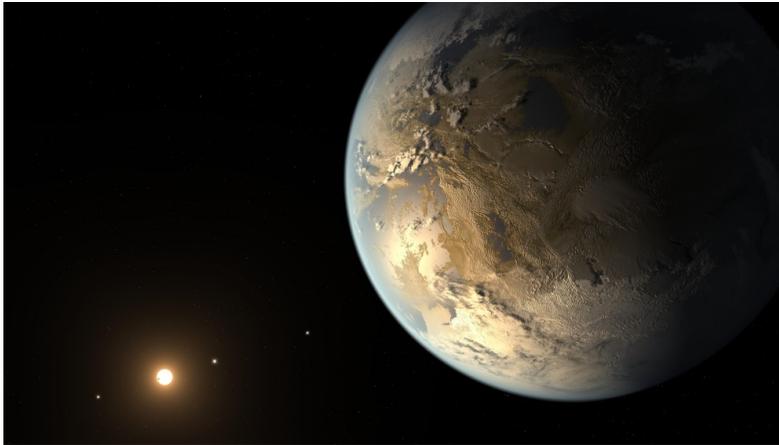


Figura 6: Recreación artística del exoplaneta Kepler-186f (cortesía de NASA Ames/SETI Institute/JPL Caltech).

Otro procedimiento para detectar planetas extrasolares es el de tránsito, utilizado por la misión Kepler, que mide la variación en el brillo de las estrellas cuando un planeta pasa por delante de ella (figura 7). Este método presenta algunas variantes para el caso de la existencia de varios planetas y de estrellas binarias aunque el fundamento es el mismo. Y por último, otro grupo de técnicas analizan los efectos gravitatorios que los planetas provocan en su estrella, como el método de la velocidad radial, que detecta el corrimiento de las líneas espectrales (efecto Doppler) de la estrella hacia el azul o hacia el rojo según el tirón gravitacional que el planeta ejerce radialmente sobre la estrella, o el de astrometría, que detecta las pequeñas variaciones de posición de la estrella que oscila alrededor del centro de masas

de sistema que forma junto a los planetas que la acompañan. Existen también otros métodos de detección de exoplanetas, como el denominado de microlentes gravitacionales, pero que suelen tener un carácter complementario a los otros métodos señalados, dada la dificultad y el escaso número de casos que permiten utilizarlo.

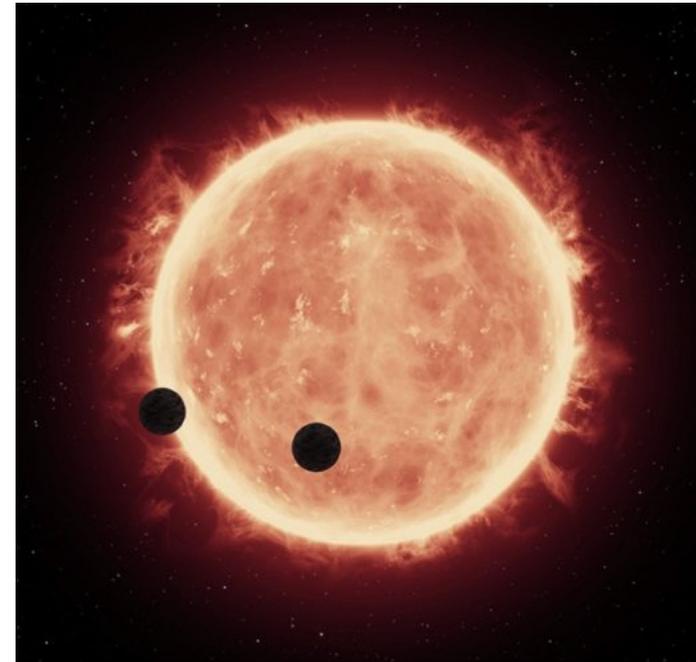


Figura 7: Tránsito de dos exoplanetas rocosos (cortesía de NASA, ESA y G. Bacon (STScI)).

Sistemas planetarios de estrellas cercanas

La información recibida hasta el momento nos permite describir una enorme y muy diversa cantidad de ambientes exoplanetarios, y no es ciencia ficción o fantasía, sino el resultado de rigurosas investigaciones que van haciendo cada vez más nítidos los escenarios en los que se desarrollan los sistemas planetarios. Ya hemos identificado planetas gigantes, mayores que Júpiter y algunos con bajas densidades como Saturno o con temperaturas muy altas (de varios miles de grados), otros con un albedo muy bajo (muy oscuros) o con coloraciones muy marcadas. También los hay en entornos muy diferentes al nuestro, algunos situados en cúmulos estelares abiertos, orbitando a pulsares o a sistemas binarios-múltiples en los que los planetas

giran alrededor de varios soles, y en ocasiones con órbitas muy excéntricas. Igualmente se ha detectado alguna situación “catastrófica” como la del exoplaneta WASP-12b situado a 870 años luz y que parece estar siendo engullido por su estrella, arrancándole continuamente masa y generando una espiral de materia planetaria que acaba formando parte de la estrella.

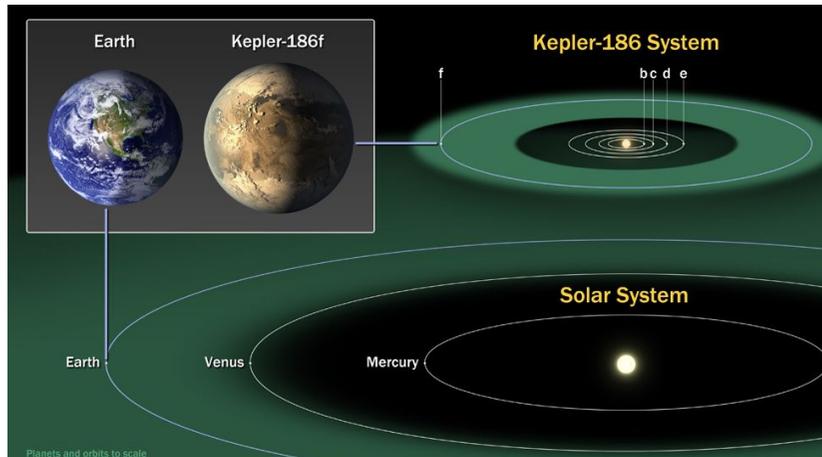


Figura 8: Zonas *Goldilocks* del Sistema Solar y del Sistema Kepler-186 (cortesía de NASA Ames/SETI Institute/JPL Caltech).

Con el desarrollo de las técnicas de detección se está consiguiendo identificar un número cada vez mayor de planetas extrasolares de tipo terrestre, rocosos y con tamaños similares a los de la Tierra, situados a distancias (en términos astronómicos) relativamente cercanas a nosotros (decenas o cientos de años luz). Y lo que es más sugerente, a distancias de su estrella que permitirían unas condiciones de temperatura y luminosidad compatibles con la vida y su desarrollo, tal y como la conocemos y tuvo lugar en el caso de nuestro planeta. El descubrimiento de este tipo de planetas extrasolares ha dado lugar a un nuevo término en la clasificación de los mismos, “planeta *Goldilocks*” (figura 8) que se refiere a planetas similares a la Tierra y cuya órbita está situada en la zona de habitabilidad de su estrella, escenario ideal para los proyectos SETI (búsqueda de vida inteligente extraterrestre), permitiendo afinar algunos términos de la ecuación de Drake mencionada anteriormente, e incluso para la estimación de futuros hogares para la humanidad. A este respecto conviene recordar que, pase lo que pase (guerras nucleares, autodestrucción por cualquier medio, agotamiento de recursos, etc.), dentro de cinco mil millones de años el Sol empezará a agonizar y la vida en la Tierra, si es que existe en ese momento, tendrá los días contados.

El término *Goldilocks* (Ricitos de Oro), extraído del cuento infantil *Ricitos de Oro y los tres osos*, da nombre a la zona habitable que rodea a una estrella, ni demasiado fría ni demasiado caliente como para impedir el origen o el mantenimiento de la vida tal y como la conocemos. En el caso del Sistema Solar esta zona se encuentra aproximadamente entre las órbitas de Venus, que está en el límite caluroso, y la de Marte en el límite frío. Hay que matizar que la vida quizá pueda desarrollarse fuera de estas zonas en determinadas circunstancias (océanos por debajo de la superficie planetaria, por ejemplo), pero hablamos de habitabilidad para el ser humano y en condiciones ambientales similares a las de la Tierra.

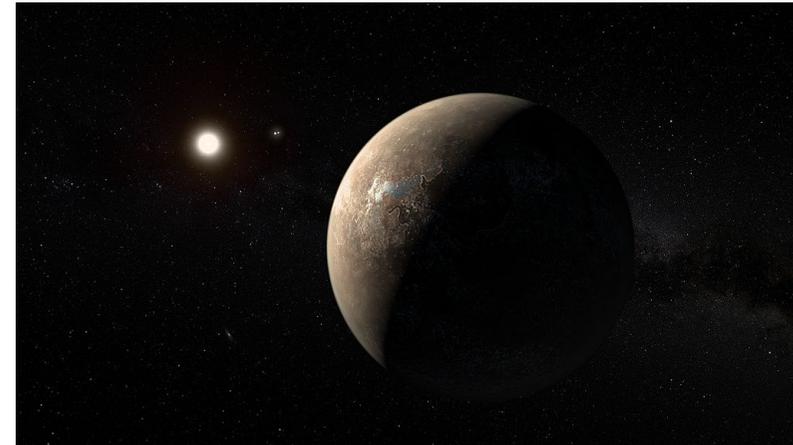


Figura 9: Recreación artística del exoplaneta Próxima Centauri b (cortesía de ESO / M. Kornmesser).

Los científicos han establecido un índice denominado “Índice de similitud con la Tierra”, IST (en inglés ESI), para establecer el grado de similitud con nuestro planeta de los exoplanetas y exolunas que pudieran ser habitables. Ese índice puede tener valores entre 0 y 1, y ya conocemos planetas extrasolares con valores de IST elevados (por encima de 0,8), como el caso Kepler-438b (0,88) y Kepler-296e (0,85), superiores al de nuestro “pariente próximo” Venus que cuenta con un IST de 0,78, el más alto de los planetas del Sistema Solar. Todavía no se ha establecido un IST para uno de los descubrimientos recientes que ha despertado más interés, el exoplaneta Próxima Centauri b (figura 9), en órbita a la estrella más cercana a la Tierra, a tan solo 4 años-luz de distancia. Detectado mediante el procedimiento de la velocidad radial desde los instrumentos HARPS y UVES de los telescopios ubicados en el Observatorio Europeo Austral (Chile) en agosto de 2016, ha conseguido centrar la atención de los científicos para determinar en qué grado este planeta extrasolar es similar a la Tierra o reúne unas condiciones de habitabilidad suficientes para intentar su exploración.

Los astrónomos manejan unas magnitudes que muchas veces nos hacen perder la perspectiva de lo que en realidad estamos estudiando. Nos hablan de estrellas que están a 100 años luz, o a 1 000 años luz, o que nos separan de ellas 30 000 años luz, tan lejos como centro de nuestra galaxia, y por eso, cuando vemos que la estrella más cercana está a 4 años luz nos parece que la tenemos al alcance de la mano. Y si además sabemos que este sistema estelar tiene planetas, como recientemente se ha descubierto, nos puede parecer que llegar hasta ellos puede ser una misión relativamente accesible, casi como ir a Marte o a Júpiter. Sin embargo, pensemos en algo que conocemos bien, como la duración de un viaje en un avión comercial moderno, que tarda unas 6 horas en cruzar el Océano Atlántico. Pues bien, si ese avión pudiera volar fuera de la atmósfera y pusiera como destino la Luna, tardaría en llegar en línea recta más de 15 días, y si pusiera rumbo al Sol, nos llevaría más de 17 años alcanzarlo. Considerando que la Luna está a algo más de un segundo luz y que del Sol nos separan 8 minutos luz, imaginad la distancia hasta la estrella más cercana que está a 4 años luz, y el tiempo que podría tardarse en llegar hasta ella con la tecnología presente, o incluso con la que podamos imaginar a corto o medio plazo.

α Centauri es un sistema estelar compuesto por tres estrellas, dos de las cuales forman un sistema binario (α Centauri A y α Centauri B), girando ambas estrellas alrededor del centro de masas común, sobre el que orbita a su vez la tercera estrella, Próxima Centauri, que es una pequeña estrella variable, enana roja, poco luminosa y con un tamaño muy inferior al del Sol, apenas el doble del de Júpiter. Próxima b es un planeta algo mayor que la Tierra aunque todavía no se ha podido determinar con seguridad si es de tipo rocoso. Su año orbital dura solamente 11 días terrestres y le separan de su estrella algo más de 7 millones de km, muchísimo menos que la distancia entre Mercurio y el Sol; sin embargo, está en la zona de habitabilidad de la estrella, al ser tan pequeña y tan fría.

Todavía se desconocen muchos factores de este planeta próximo, demasiados como para saber si tiene atmósfera y de qué tipo, o agua superficial, aunque parece lógico suponer que, dada la proximidad a su estrella, tenga rotación capturada (presentando siempre la misma cara a su sol), lo que conferiría al planeta unas características climáticas radicalmente diferentes de las de la Tierra, sobre todo si tiene atmósfera y agua superficial. Todo ello sin contar con el carácter poco amistoso de su estrella con sus fulguraciones energéticas periódicas y su alta emisión de rayos X, de los que el planeta solamente podría defenderse mediante una notable magnetosfera y una densa atmósfera. Por tanto no parece que Próxima b se vaya a parecer mucho a nuestro planeta, aunque no por ello deja de resultar del máximo interés para su estudio. Lo bueno es que a la estrella Próxima Centauri le queda una vida muchísimo más larga que al Sol, a pesar de ser de la misma edad, lo que le permitiría mantenerse en las mismas condiciones actuales cuando a Tierra no sea más que cenizas (figura 10).



Figura 10: Tamaños relativos entre la Tierra y Próxima b (cortesía de PHL@UPR Arcibo, NASA EPIC Team).

A finales del mes de febrero de 2017 la NASA confirmó la existencia de siete exoplanetas en el sistema TRAPPIST-1 (The Transiting Planets and Planetesimals Small Telescope), denominación de una pequeña estrella enana roja situada en la constelación de Acuario a 40 años luz de distancia. Desde mayo de 2016 se conocía la existencia de este sistema planetario, pero ha sido recientemente cuando el telescopio espacial Spitzer de la NASA, asistido por varios telescopios terrestres como el VLT del Observatorio Europeo Austral, ha completado el número de exoplanetas identificados hasta la cifra de siete, ofreciendo información importante acerca de los mismos (figura 11).

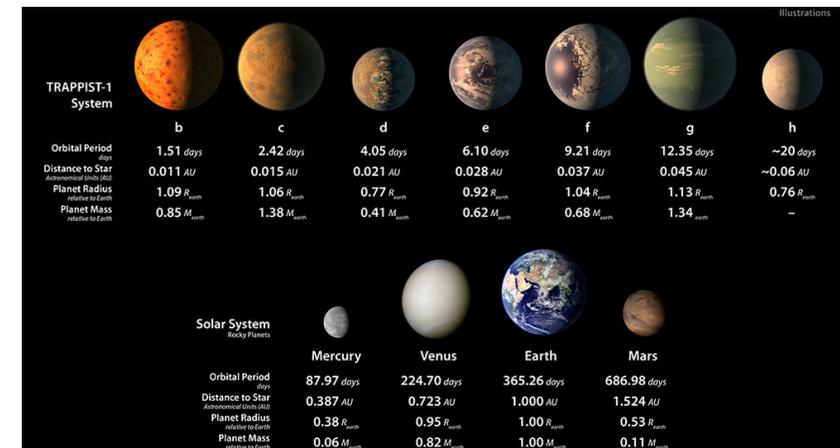


Figura 11: Datos comparados entre los planetas terrestres del Sistema Solar y los exoplanetas del sistema TRAPPIST-1 (cortesía de NASA/JPL Caltech).

Nuestro Sistema Solar es mucho más grande que TRAPPIST-1, que casi tiene más semejanza en cuanto a tamaño al sistema formado por Júpiter y sus satélites. Su sol es muy pequeño y genera poco calor, pero ofrece unas condiciones muy favorables de habitabilidad a sus siete planetas, que orbitan todos ellos en órbitas que en nuestro Sistema Solar quedarían dentro de la órbita de Mercurio, y tres de ellos quedan claramente dentro de la zona habitable del sistema planetario. Los datos ofrecidos indican que al menos seis de los siete exoplanetas son rocosos, similares a la Tierra y con parámetros no muy distintos de tamaño y densidad, quedando aún por determinar la naturaleza del séptimo y más alejado de su sol, que podría ser un mundo helado (figura 12).

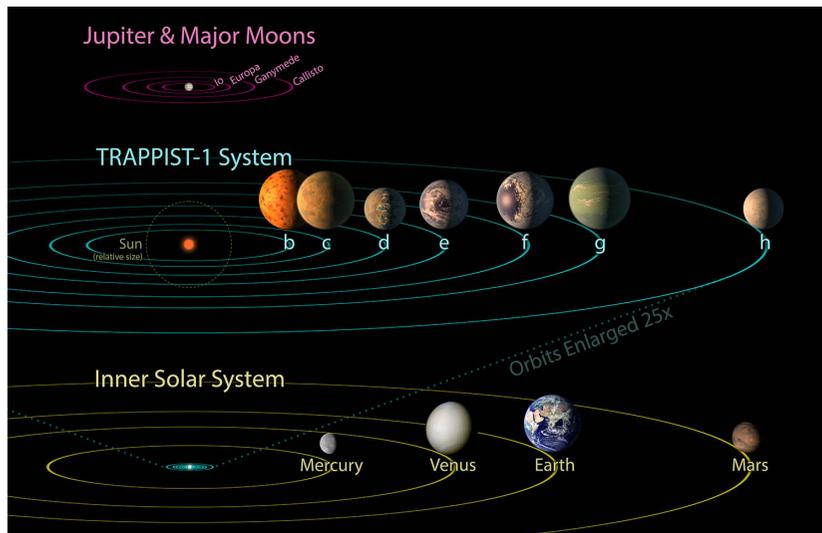


Figura 12: Tamaños relativos del sistema TRAPPIST-1 y del Sistema Solar interior (cortesía de NASA / JPL-Caltech).

Los telescopios espaciales Spitzer, Hubble y Kepler K2 establecerán las bases para el futuro plan de seguimiento del sistema TRAPPIST-1 que se efectuará con el telescopio espacial James Webb, que la NASA tiene previsto situar en órbita en 2018. Será capaz de detectar agua, metano, oxígeno, ozono y otros elementos y compuestos químicos presentes en las posibles atmósferas de estos exoplanetas de tipo terrestre descubiertos, y podrá medir las temperaturas y presiones superficiales de los mismos (figura 13).



Figura 13: Imagen artística de lo que podría ser la superficie del exoplaneta TRAPPIST-1f (cortesía de NASA / JPL-Caltech).



Figura 14: Recreación artística de la superficie del exoplaneta Próxima Centauri b, con la estrella Próxima en el horizonte y un poco arriba a la derecha el sistema binario alfa Centauri A/B (cortesía de ESO / M. Kornmesser).

¿Exometeorología?

Ahora sí entramos en el terreno especulativo, porque apenas tenemos datos de las atmósferas de los planetas extrasolares como para ni siquiera intuir su dinámica y su comportamiento. Tampoco tenemos un conocimiento suficiente de sus parámetros físicos, como la masa, la densidad, la rotación, la inclinación de los ejes, y cientos de factores más que pueden determinar el comportamiento de sus atmósferas. Casi la información más precisa la tenemos precisamente de la estrella anfitriona, de la que sí que se tiene mucha más información en general. Lo que es seguro es que los “exometeorólogos” van a encontrarse con escenarios muy diferentes a los de la Tierra, con mundos exóticos radicalmente diferentes a los conocidos hasta ahora (figura 14).

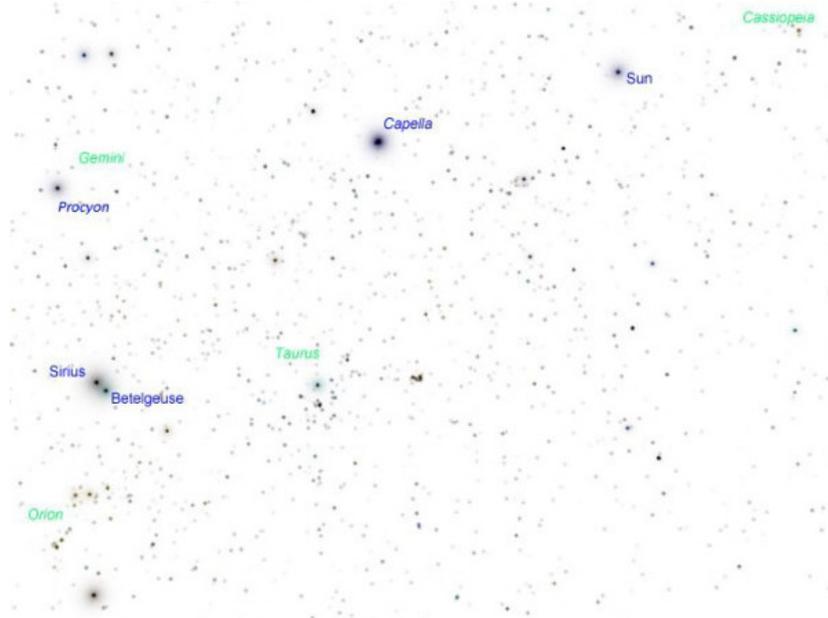


Figura 15: El cielo que se observaría desde el planeta extrasolar Próxima b, donde podría apreciarse el Sol (Sun), como una estrella de primera magnitud en la constelación de Casiopea. El resto del cielo variaría poco respecto al que nos es familiar, salvo algunos detalles como ver a Sirio al lado de Betelgeuse en la constelación de Orión. (Cortesía David Charbonneau).

Los escenarios de planetas gaseosos gigantes con unas atmósferas similares a las de Júpiter, con órbitas muy próximas a su estrella, girando alrededor de ellas en pocos días, posiblemente con rotación capturada dejando

permanentemente un hemisferio en la oscuridad y el otro sometido siempre al calor y radiación de su estrella, podría dar pistas acerca de la posiblemente agitada dinámica atmosférica, de una magnitud inimaginable. También son posibles supertierras con océanos globales y atmósferas densas, e incluso con oxígeno, aunque no sea consecuencia de posibles metabolismos biológicos, como es el caso del planeta extrasolar Gliese 1132b situado a 39 años luz de la Tierra y que gira alrededor de una estrella enana roja. Los últimos estudios científicos señalan que este planeta podría tener una atmósfera ligera y caliente (230 °C) con presencia de vapor de agua y que, al estar sometida intensamente a radiación ultravioleta, las moléculas de agua quedarían rotas, permitiendo que el hidrógeno escapara al espacio y que parte del oxígeno pudiera quedar en la atmósfera interactuando con la extremadamente caliente superficie (debido al fuerte efecto invernadero causado por el vapor de agua) que podría contener zonas de ambiente magmático. Como vemos el abanico de posibilidades es muy grande y sin duda dará lugar nuevas disciplinas científicas aún sin desarrollar, como la exometeorología.

Bibliografía y enlaces para ampliar información

A. Quirantes, 2016, “Los exoplanetas. Otras tierras en torno a otros soles”, RBA.

<http://www.nasa.gov>

<http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>

<http://www.eso.org>

<http://naukas.com>

<https://es.wikipedia.org>