

LAS INSÓLITAS ATMÓSFERAS DE OTROS MUNDOS

# Un paseo por las nubes de E.T.

La combinación de gases que rodea la Tierra nos protege y favorece el desarrollo de la vida tal como la conocemos. No obstante, no es el único planeta que posee atmósfera. Así son las de nuestros vecinos cósmicos.

Un reportaje de JOSÉ MIGUEL VIÑAS



IAU / L. CALÇADA



**E**l estudio de las atmósferas de otros planetas es un campo de investigación que viene arrojando interesantes resultados desde hace bastante tiempo. Gracias al descubrimiento del telescopio, a finales del siglo XVI o principios del XVII, a su perfeccionamiento y a las modernas técnicas de observación astronómica, llevadas a cabo tanto desde instalaciones terrestres como por las sondas espaciales, cada vez conocemos más detalles sobre las cubiertas de gases que rodean otros mundos.

Además de numerosos datos sobre la dinámica atmosférica en los gigantes gaseosos cercanos –Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno–, en los últimos años se han hallado las primeras atmósferas de planetas situados más allá del Sistema Solar. Entre otras cosas, esto permite especular con que puedan darse en otros cuerpos celestes las condiciones de habitabilidad necesarias para que surja la vida. A la espera de que algún día logremos constatarlo, el conocimiento científico que vayamos acumulando sobre las atmósferas alienígenas también nos ayudará a comprender mejor el comportamiento de la nuestra y su relación con el cambio climático. A continuación te contamos algunas de las cosas que se saben de los cielos extraterrestres. ■

**Atardecer en una luna muy remota.**

Muchos de los casi 2.000 mundos extrasolares detectados son gigantes de gas, parecidos a Júpiter. Algunos de sus satélites, como el que muestra esta ilustración, quizá cuenten con atmósfera.

# Venus: un auténtico infierno

La atmósfera del planeta más cercano a la Tierra es muy distinta a la nuestra. Antes de que las primeras sondas espaciales estadounidenses y soviéticas comenzaran a estudiar Venus en los años 60, se pensaba que bajo el opaco manto de nubes que permanentemente cubre este mundo podría haber selvas, bosques tropicales y agua en abundancia. Esta visión cambió por completo cuando se conocieron los primeros datos enviados por aquellas naves. Una densa y opresora mezcla de gases, compuesta en un 96 % por CO<sub>2</sub>, provoca un brutal efecto invernadero. Con una temperatura casi invariable de unos 460

°C en prácticamente cualquier punto de su superficie y una presión atmosférica en la misma noventa veces mayor que la terrestre, es difícil concebir un lugar más hostil e incompatible con la vida, al menos tal y como la conocemos.

Por si fuera poco, en la alta atmósfera de Venus es posible encontrar flotando gotitas de ácidos sulfúrico y clorhídrico. Además, aunque el planeta gira muy lentamente, las capas nubosas superiores están dotadas de una especie de *superrotación*, de manera que se desplazan a grandísimas velocidades con respecto al suelo.



MATTIAS MALMER / NASA



NASA



ESA / ADIES/MEDIALAB

A simple vista, nuestro mundo vecino –arriba, recreado a partir de imágenes de la Mariner 10– parece una perla. No obstante, bajo sus nubes de ácido sulfúrico, sobre las que la NASA ha propuesto construir una ciudad flotante –izquierda–, la superficie se halla a 460 °C.

# El planeta rojo, anegado en polvo

Marte es con diferencia el cuerpo celeste más estudiado tras la Luna y la propia Tierra. Al igual que la de Venus, la atmósfera del planeta rojo –llamado así por la abundancia de óxido de hierro que lo cubre– también está compuesta mayoritariamente por CO<sub>2</sub> –un 95,3%–, si bien es muchísimo más tenue, lo que da como resultado un efecto invernadero casi testimonial.

En la superficie marciana se dan grandes contrastes de temperatura entre el día y la noche, con diferencias de hasta cien grados entre máximas y mínimas. La presión atmosférica es, además, muy baja: apenas siete hectopascales frente a los 1.013 que se dan de promedio en la Tierra a nivel del mar. Aunque en el mundo vecino hay también vapor de agua, existe en muy pequeña y variable proporción.

Esto no impide que se formen nubes con relativa facilidad, si bien las que más abundan son las de polvo, generadas por enormes tormentas. En ocasiones, llegan a cubrir buena parte del planeta durante meses. La débil gravedad de Marte favorece que las partículas de polvo que arrastra el viento permanezcan mucho más tiempo flotando en la atmósfera que lo que lo hacen en la Tierra.

*Los futuros colonos de Marte tendrán que lidiar con las grandes tormentas de polvo que cubren periódicamente durante meses grandes extensiones del planeta.*



# Nubes de nitrógeno y metano en Titán...

Este satélite de Saturno es el único del Sistema Solar con atmósfera. De hecho, su estudio interesa mucho a los científicos planetarios, ya que se piensa que es muy parecida a la que poseía la Tierra primitiva, antes de que la actividad fotosintética aportara al aire el oxígeno necesario para el desarrollo de la vida.

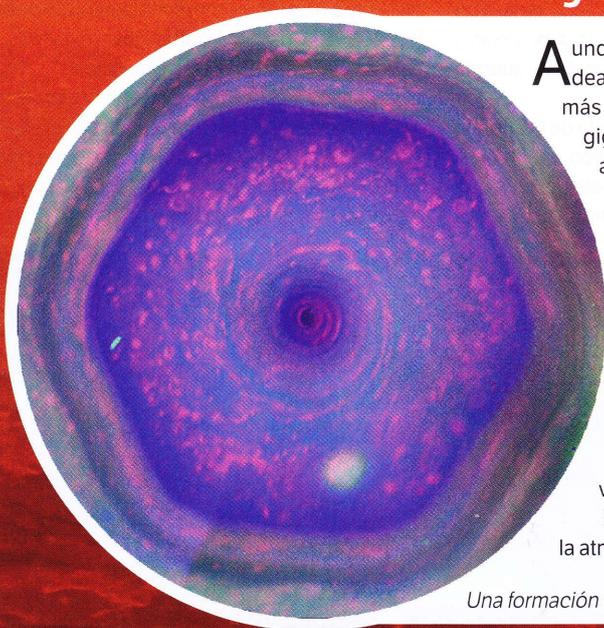
El primer investigador que dedujo su existencia fue el astrónomo español José Comas y Solá (1868-1937). En agosto de 1907, enfocó hacia Titán su telescopio del Observatorio Fabra, en Barcelona, y observó cómo se ocultaban y surgían algunas estrellas por detrás del borde del pequeño disco que formaba esta luna. De este mo-

do, pudo comprobar que los pequeños puntos de luz estelares no desaparecían y aparecían de forma súbita, sino que lo hacían gradualmente. Por ello dedujo que este objeto debía contar con su propia atmósfera.

Hoy, entre otras cosas, sabemos que la cubierta de gases que lo envuelve es bastante densa y tiene un color anaranjado. Está compuesta en un 94% por nitrógeno, seguido de metano y, en menor proporción, otros hidrocarburos. En la superficie de Titán, donde la temperatura media es de  $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ , soplan vientos de hasta  $100\text{ km/h}$ , aunque en las zonas altas de la atmósfera son mucho más rápidos.

*Una espesa niebla anaranjada envuelve Titán, la mayor luna de Saturno –en esta imagen, visto desde ella–. En 2004, el módulo Huygens de la sonda Cassini midió en su atmósfera vientos de más de  $300\text{ km/h}$ .*

## ... y huracanes en Saturno



Aunque los exóticos anillos que rodean este planeta son su elemento más llamativo, la atmósfera de este gigante de gas también presenta algunas singularidades dignas de estudio. Su enorme envoltura gaseosa, de unos  $30.000$  kilómetros de espesor, tiene una composición química parecida a la de Júpiter. Está constituida sobre todo por hidrógeno, en un  $90\%$ , y helio, al  $5\%$ . En ella también existen en pequeñas proporciones otras sustancias, como metano, vapor de agua y amoníaco.

El principal rasgo que diferencia la atmósfera de Saturno de la de Júpiter

es la fuerza del viento. Saturno posee el récord absoluto en el Sistema Solar: la observación del desplazamiento de las nubes amarillentas del planeta de los anillos ha permitido deducir velocidades de hasta  $1.800\text{ km/h}$ . Todavía no se conoce bien cuál es la causa que origina unas corrientes tan intensas, ya que el calentamiento solar apenas influye en la dinámica atmosférica de este mundo. En su polo norte existe, además, un gigantesco sistema tormentoso estacionario, confinado por una intensa corriente en chorro de forma hexagonal. La evolución del Hexágono, como ha sido bautizada dicha estructura, está siendo monitorizada en la actualidad por la nave espacial Cassini, en órbita alrededor de Saturno.

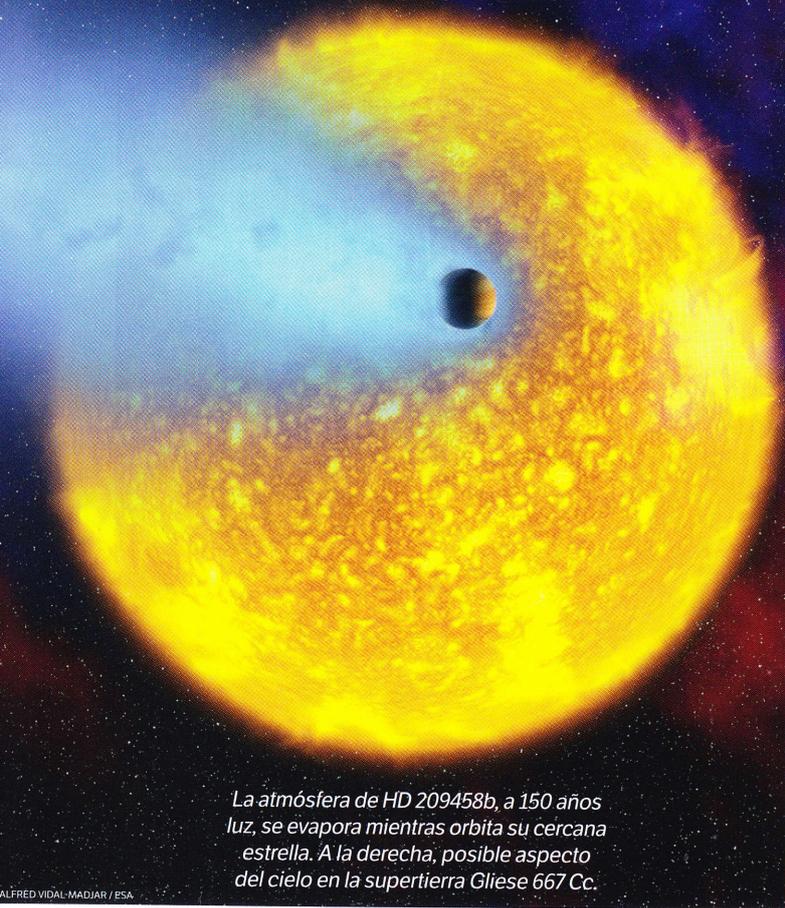
*Una formación tormentosa hexagonal de  $25.000\text{ km}$  de ancho corona el polo norte saturnal.*

# Exomundos para todos los gustos

En 2001, el telescopio espacial Hubble llevó a cabo la primera detección directa de una atmósfera planetaria en un objeto situado fuera del Sistema Solar: el gigante de gas HD 209458 b, a 150 años luz de la Tierra. Seis años después, el astrónomo de la Universidad de Texas, en Austin, Seth Redfield midió desde un observatorio terrestre –nunca antes se había logrado– la de un exoplaneta de la constelación de Vulpecula, a 63 años luz, un 20 % más masivo que Júpiter.

De un modo u otro, en este tiempo se han encontrado más de cincuenta mundos extrasolares con atmósfera, sobre todo gigantes de gas. El uso de nuevas técnicas fotométricas y espectroscópicas ha permitido en cier-

tos casos conocer incluso su composición química. En este sentido, una de las moléculas que más expectativa despierta es la de agua, por el papel que juega en el desarrollo de la vida. En 2014, se detectó vapor de este compuesto en la atmósfera de HAT-P-11b, un planeta con un radio cinco veces mayor que el de la Tierra, a 122 años luz. Se trata de la primera vez que se ha observado en un mundo relativamente pequeño. No obstante, es dudoso que existan organismos en él, pues su temperatura supera los 500 °C. De momento, no se ha confirmado la presencia de atmósfera en otros mundos más parecidos al nuestro, como Gliese 667 Cc, que orbita una enana roja a 23 años luz.



La atmósfera de HD 209458b, a 150 años luz, se evapora mientras orbita su cercana estrella. A la derecha, posible aspecto del cielo en la supertierra Gliese 667 Cc.



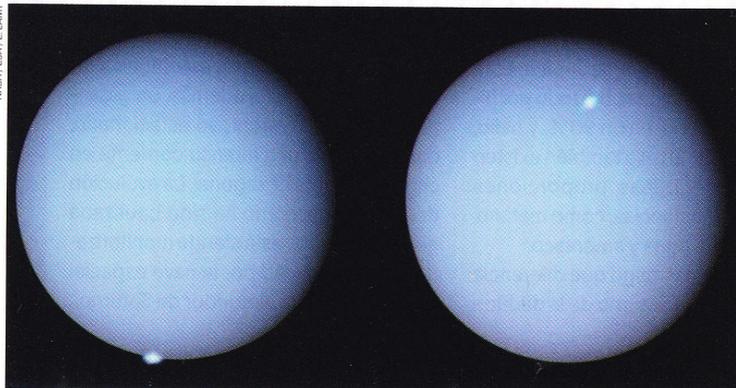
## Urano y Neptuno, hermanados en el azul

El conocimiento actual que tenemos de las atmósferas de este par de gigantes gaseosos se lo debemos en gran medida a las observaciones que realizó la nave espacial Voyager 2 durante su aproximación a ambos objetos, en 1986 y 1989, respectivamente. Las atmósferas de Urano y Neptuno están compuestas mayoritariamente por tres gases: hidrógeno –un 83 % en el primero

y un 84 % en el segundo–, helio –15% frente a un 12%– y metano –al 2 % en ambas atmósferas–. Incluso se parecen en su color azulado, aunque en Neptuno este es más intenso.

En la tropopausa de la atmósfera de Urano, los sensores de la Voyager 2 midieron una temperatura de -224 °C, la más baja detectada en una atmósfera del Sistema Solar. Neptuno también es

un cuerpo muy frío, con temperaturas que rondan los -200 °C. Tampoco faltan los fuertes vientos en esta pareja. Mientras que en Urano se estima que alcanzan los 1.000 km/h, en Neptuno, especialmente alrededor de la Gran Mancha Oscura –un sistema tormentoso organizado de forma parecida a la Gran Mancha Roja de Júpiter–, son aún mayores, muy similares a los de Saturno.



A finales de 2011, el telescopio espacial Hubble captó cómo se formaban auroras en Urano –izquierda– después de que una nube de partículas cargadas emanadas del Sol bañase su atmósfera. En la de Neptuno, la sonda Voyager 2 detectó una supertormenta del tamaño de la Tierra –derecha–.

# Lluvia de diamantes en Júpiter

El principal motor de la atmósfera de este gigante de gas, el planeta más grande del Sistema Solar, es el calor interno que escapa hacia su parte exterior, pues el Sol se encuentra demasiado lejos como para calentarla. El límite inferior de la atmósfera joviana suele fijarse en el nivel de presión de 700 hectopascales, ya que no se apoya sobre suelo firme o agua, como ocurre en la Tierra. Casi toda ella está constituida por hidrógeno y helio, pero también contiene trazas de metano, amoníaco y vapor de agua. En su parte baja, las presiones y las temperaturas son tan elevadas que no se descarta que las moléculas de metano se disocien y se forme carbono puro en su forma alotrópica de diamante, en cuyo caso se producirían lluvias de estos cristales.

En Júpiter, las nubes se distribuyen latitudinalmente, como si fueran bandas paralelas al ecuador, alternándose las de color blanquecino con las de tonos marrones. Intercaladas entre ellas, aparecen gigantescos sistemas tormentosos de forma ovalada. El mayor es la Gran Mancha Roja, un enorme vórtice anticiclónico estacionario que lleva ahí al menos desde 1665, año en el que, según parece, el astrónomo Giovanni Cassini lo observó por primera vez.



La sonda Galileo –izquierda, el módulo de descenso que lanzó sobre Júpiter en 1995– observó que las densidades y presiones en las capas altas de la atmósfera joviana eran más altas de lo que se creía. En ella destaca la Gran Mancha Roja, un vórtice recorrido por vientos de 400 km/h.

# Bajo las heladas neblinas de Plutón

Este cuerpo celeste, reclasificado en 2006 por la Unión Astronómica Internacional como planeta enano, recibe este año la visita de la misión espacial de la NASA New Horizons, la primera que se aproxima a él. Esta permitirá conocer más detalles sobre sus características físicas, químicas y morfológicas.

De momento, sabemos que Plutón tiene una atmósfera extremadamente tenue, compuesta en un 90% por nitrógeno, además de metano y algo de monóxido de carbono. Las trazas de este último gas se subliman o congelan, precipitándose sobre la fría superficie rocosa del planeta, donde la temperatura oscila entre  $-215^{\circ}\text{C}$  y  $-235^{\circ}\text{C}$ ,

en función de que esté más o menos cerca del Sol –la órbita de Plutón es muy excéntrica; tarda en completarla unos 248 años–. A la espera de los datos que envíe la sonda New Horizons, todo parece indicar que el metano, por su parte, es el principal responsable de que la atmósfera se encuentre unos  $40^{\circ}\text{C}$  más caliente que el suelo.



Este planeta enano está envuelto por un fino manto de nitrógeno, monóxido de carbono y metano, gases que emanan de las masas de hielo que cubren su superficie.

ESO / L. CALÇADA