

de variar el régimen de luz. Y se ha demostrado que estos cambios en el metabolismo retrasan el envejecimiento y la aparición de enfermedades asociadas a la edad, como la diabetes o las cardiopatías. Se piensa que ello se debe al reajuste de la expresión de los genes que forman parte del mecanismo básico del reloj circadiano. Esto nos lleva a plantearnos la siguiente pregunta: ¿sería la dieta hipocalórica una señal lo bastante eficaz para evitar la alteración de las funciones rítmicas?

En nuestra investigación examinamos los mismos tipos de células madre de ratón viejo, pero en este caso después de someterlos a una dieta hipocalórica durante el último tercio de su vida. Observamos que las células madre de estos ratones acumulaban menos rasgos de estrés, en comparación con las de animales viejos que habían recibido una alimentación normal. Además, sus funciones rítmicas eran más similares a las de los ratones jóvenes, lo que demuestra la importancia de las señales metabólicas en el envejecimiento y, en particular, en las funciones rítmicas de los órganos y sus células madre. (Hay que advertir que las investigaciones sobre los efectos de la dieta hipocalórica o del ayuno intermitente en las personas todavía se hallan en fase de ensayos clínicos, por lo que nunca debe realizarse ningún tipo de dieta que pueda poner en riesgo la salud sin la supervisión de un nutricionista.)

Junto a investigadores de la Universidad de California en Irvine, hemos com-

probado, asimismo, que, en los ratones, las funciones rítmicas del hígado se remodelan también a lo largo de la vida. Con la edad, sus tareas elementales se vuelven menos regulares, y el reloj circadiano se reprograma para controlar funciones relacionadas con el estrés acumulado (como la reparación de los daños en el ADN). Igual que sucede en las células madre, este cambio puede evitarse si se estimulan las señales metabólicas a través de la dieta. Estos [resultados](#) ponen de relieve la importancia y la generalización de los ritmos circadianos, que no se restringen a las células madre de un tipo de tejido específico, sino que son aplicables a todos los órganos del cuerpo.

A raíz de todas estas observaciones, nos surgió la pregunta de cómo se produce la reprogramación del reloj circadiano como consecuencia de la edad: ¿de qué modo olvida el reloj el control de las funciones de manutención? ¿Cuáles son las señales que hacen que, en su lugar, controle genes relacionados con el estrés acumulado en los tejidos a lo largo de la vida? Para averiguarlo, estamos aplicando técnicas de epigenómica para analizar la localización en el ADN de diferentes proteínas que modifican la expresión de los genes. Durante el envejecimiento, estas proteínas pueden cambiar de ubicación en el ADN. Conocer con detalle su posición en distintas edades nos permitirá saber de qué modo regulan en cada momento la expresión de los genes vinculados con el reloj circadiano. Estas investi-

gaciones todavía se hallan en desarrollo, y las respuestas que nos proporcionen pueden llevarnos un paso más allá en el conocimiento de la fisiología del envejecimiento.

Guiomar Solanas Fuster
es investigadora del Instituto de Investigación Biomédica de Barcelona y del Instituto de Ciencia y Tecnología de Barcelona.

PARA SABER MÁS

[Effect of feeding regimens on circadian rhythms: Implications for aging and longevity.](#) Oren Froy y Ruth Miskin en *Aging*, vol. 2, enero de 2010.

[Regenerating the skin: A task for the heterogeneous stem cell pool and surrounding niche.](#) Guiomar Solanas y Salvador Aznar Benitah en *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, vol. 14, págs. 737-748, septiembre de 2013.

[Circadian reprogramming in the liver identifies metabolic pathways of aging.](#) Shogo Sato et al. en *Cell*, vol. 170, págs. 664-677.E11, agosto de 2017.

[Aged stem cells reprogram their daily rhythmic functions to adapt to stress.](#) Guiomar Solanas et al. en *Cell*, vol. 170, págs. 678-692.E20, agosto de 2017.

EN NUESTRO ARCHIVO

[Nuestros relojes internos.](#) Keith C. Summa y Fred W. Turek en *lyC*, septiembre de 2015.

[Relojes internos desajustados.](#) Henrik Oster en *MyC*, n.º 86, 2017.

[El reloj intracelular.](#) Veronique Greenwood en *lyC*, abril de 2019.

ASTRONOMÍA

Tres misiones para desvelar los misterios de Venus

¿Por qué Venus es tan diferente a la Tierra? ¿Tuvo océanos?
¿Presenta actividad volcánica? Dos misiones de la NASA y una de la ESA examinarán estas y otras preguntas sobre la atmósfera y la geología del planeta

JONATHAN O'CALLAGHAN

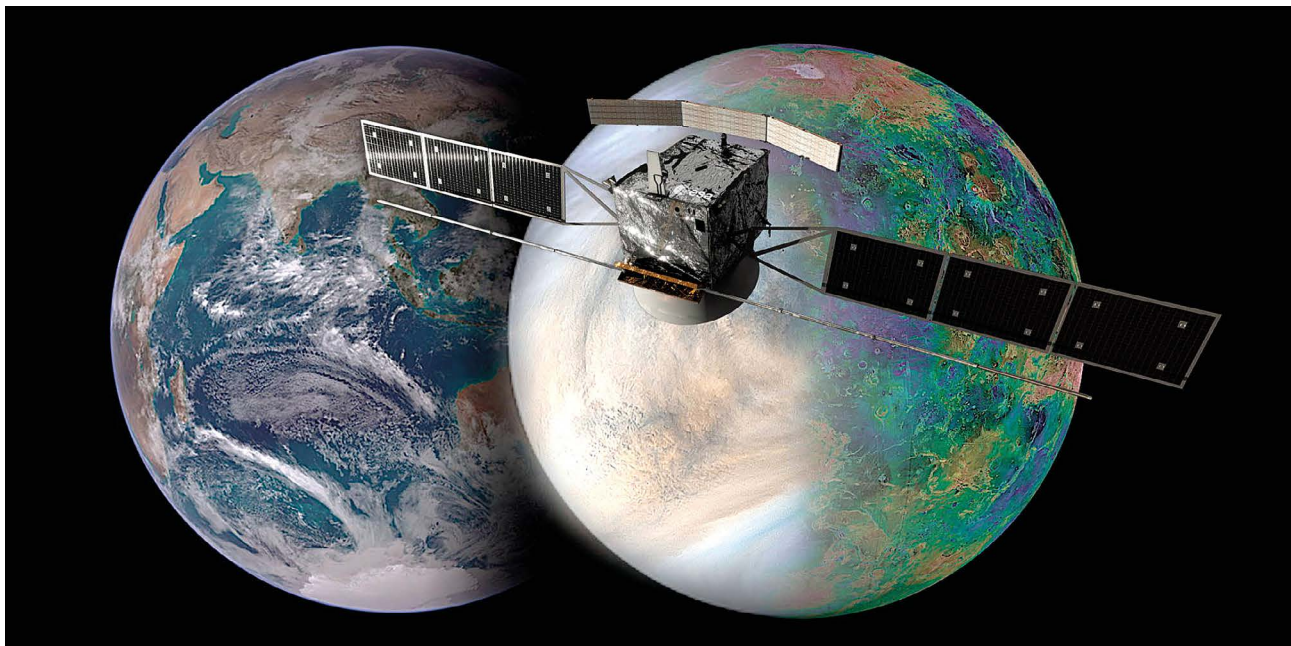
Tras años de espera, una flota de naves espaciales viajará a Venus. Los científicos estadounidenses se emocionaron a principios de este mes cuando la NASA aprobó no una, sino [dos nuevas misiones](#) a nuestro vecino planetario más próximo. Poco después, la Agencia Espacial Europea (ESA) confirmó su propia misión. Esas expediciones abren la posibili-

dad de responder a preguntas esenciales sobre el planeta, desde si alguna vez tuvo océanos y, por lo tanto, fue habitable, hasta si aún posee volcanes activos.

El 2 de junio, la NASA notificó que enviaría dos naves espaciales a Venus a lo largo de esta década: VERITAS, un orbitador que cartografiará la superficie del planeta, y DAVINCI+, con una sonda que se inter-

nará en la atmósfera de Venus. El 10 de junio, la ESA [anunció su propio orbitador](#), EnVision, que se lanzará a principios de la década de 2030 para tomar imágenes de radar de alta resolución de la superficie del planeta.

«Estamos encantados de que todo nuestro trabajo haya dado sus frutos», comparte Colin Wilson, planetólogo de la



CONCEPCIÓN ARTÍSTICA de la misión EnVision de la Agencia Espacial Europea, uno de los tres proyectos aprobados el pasado junio que explorarán la atmósfera y la geología de Venus.

Universidad de Oxford y uno de los científicos principales adjuntos de EnVision.

Las dos naves de la NASA supondrán sus primeras misiones a Venus desde el orbitador Magallanes, que despegó en 1989. EnVision será la primera de la ESA desde el lanzamiento de la sonda Venus Express en 2005. Ahora mismo solo hay un satélite en órbita alrededor del planeta: la nave japonesa Akatsuki, que estudia su atmósfera desde 2015. «Venus ha permanecido en el olvido durante demasiado tiempo», lamenta Håkan Svedhem, investigador de la ESA y responsable científico de la misión Venus Express.

Mientras la comunidad de planetólogos celebra estos anuncios, examinemos las cuestiones que los científicos esperan responder con estas misiones.

¿Por qué Venus y la Tierra son tan diferentes?

Una de las principales preguntas sobre Venus es por qué, si su tamaño y distancia al Sol son similares a los de la Tierra, es un lugar infernal (con una atmósfera venenosa compuesta sobre todo por dióxido de carbono y temperaturas superficiales tan altas como para fundir el plomo) en vez de un acogedor oasis para la vida.

«¿Por qué Venus, nuestro planeta hermano, no es nuestro planeta gemelo?», se pregunta Paul Byrne, planetólogo de la Universidad Estatal de Carolina del

Norte en Raleigh. «¿Cómo es posible que un mundo que funcionalmente es igual a la Tierra tenga una historia tan distinta?»

Para averiguarlo, los científicos usarán las nuevas misiones para explorar el pasado geológico del planeta y comprender cómo evolucionó. VERITAS y EnVision serán cruciales para este objetivo, ya que estudiarán el registro geológico del planeta tomando imágenes de su superficie con sus instrumentos de radar.

La misión DAVINCI+, por su parte, tendrá un orbitador que tomará imágenes del planeta en luz ultravioleta e infrarroja. Además, dejará caer una pequeña sonda esférica en la atmósfera de Venus. Esa sonda tomará muestras de la atmósfera y buscará gases nobles inertes, como el helio y el xenón, que perduran mucho tiempo. Tales gases «aportarán pistas sobre la formación y evolución temprana del planeta», señala Wilson. «¿Proceden del magma interior? ¿Estaban ahí desde la formación? ¿Los trajeron los cometas?»

¿Tuvo Venus océanos?

Dilucidar si Venus tuvo en algún momento masas de agua líquida en su superficie resulta crucial para entender por qué es tan diferente a la Tierra. Los astrónomos observan en la atmósfera del planeta indicios de que hubo agua en el pasado, pero no está claro si llenaba antiguos océanos superficiales que se perdieron conforme

el planeta se calentaba o si existió solo en forma de vapor en los albores del planeta. La primera opción sugeriría que hubo un tiempo en que el planeta fue habitable, igual que la Tierra.

DAVINCI+ ayudará a responder esta cuestión cuando estudie la atmósfera del planeta. Durante su descenso de alrededor de una hora, la sonda tomará muestras de la atmósfera a intervalos que serán de hasta 100 metros a altitudes bajas y realizará mediciones de gran precisión para hallar qué gases están presentes, apunta James Garvin, científico jefe del Centro de Vuelos Espaciales Goddard de la NASA y líder de la misión DAVINCI+. Eso mejorará los datos de la atmósfera de Venus que adquirieron las sondas Venera de la Unión Soviética en los años 60, 70 y 80.

«Las firmas químicas nos revelarán la historia, persistencia y naturaleza de los antiguos océanos», afirma. «Eso fijará las condiciones de contorno para todos. Entonces podremos adaptar los grandes modelos climáticos y plantear preguntas con otras misiones como VERITAS y EnVision, con su cartografiado global.»

¿Tuvo Venus continentes?

Alrededor del 7 por ciento de la superficie de Venus está cubierta por regiones altas conocidas como *tesserae*, mesetas que se elevan sobre la superficie circundante y que «podrían ser el equivalente a los

continentes de la Tierra», señala Byrne.

Para comprobar si es así, VERITAS estudiará la composición de esas mesetas y comparará su contenido en basalto (una roca volcánica) con el de otras regiones más bajas. «En la Tierra, cuando se formaron los continentes, las ingentes cantidades de basalto de la corteza oceánica se fundieron en presencia de agua», explica Suzanne Smrekar, responsable de la misión VERITAS en el Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA. «Si logramos poner a prueba esa hipótesis, podremos demostrar que esas enormes mesetas representan “huellas dactilares” de una época en la que había agua». En ese supuesto, las *tesserae* serían las masas continentales que una vez estuvieron rodeadas de agua.

La sonda de DAVINCI+ descenderá sobre una de esas mesetas, llamada Alpha Regio, y tomará hasta 500 imágenes mientras cae a la superficie. Aunque la nave acabará destruida, existe una pequeña posibilidad de que sobreviva en la superficie durante varios minutos antes de sucumbir a las enormes presiones y temperaturas. Esas fotografías de la meseta podrían resultar esclarecedoras. «Las imágenes finales deberían tener una resolución de decenas de centímetros», asegura Garvin.

¿Conserva Venus actividad volcánica?

Las sondas anteriores han demostrado la existencia de volcanes en Venus, pero no está claro si alguno ha estado geológicamente activo en los últimos miles de años, o si todavía lo está. Tanto VERITAS como EnVision ayudarán a responder esta pregunta al cartografiar la superficie. En concreto, se espera que las imágenes de alta resolución de EnVision revelen características superficiales que no se habían apreciado antes.

El cartografiado incluirá la búsqueda de coladas de lava (entre otros elementos volcánicos), y el grado de erosión que hayan sufrido podría delatar cuándo fueron expulsadas. «Los flujos de lava frescos pueden parecer especialmente oscuros o negros», expone Wilson.

La sonda Akatsuki ha observado cambios recientes en la cantidad de luz ultravioleta que absorbe la atmósfera de

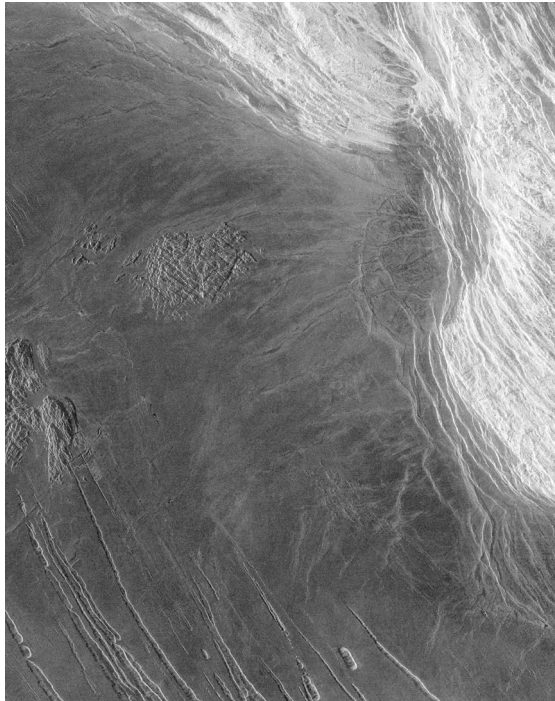


IMAGEN DE RADAR de la superficie de Venus tomada por la sonda Magallanes de la NASA. En la parte derecha aparece el monte Maxwell, de más de 5 kilómetros de altura, cuya superficie brillante insinúa la presencia de «nieve».

Venus, lo que podría indicar una actividad volcánica reciente. «El clima cambiante de Venus [hoy en día] podría depender de la actividad volcánica», señala Masato Nakamura, investigador del Instituto de Ciencia Espacial y Astronáutica de Japón y director del proyecto Akatsuki.

¿Hay fosfano en Venus?

El año pasado, algunos científicos anunciaron que habían detectado fosfano (un compuesto de fósforo que se considera un posible indicador de vida) en Venus. No estaba claro cómo se había producido, pero existía la sugerente posibilidad de que se debiera a la presencia de microbios en la atmósfera.

El resultado se ha puesto en duda desde entonces y la presencia de fosfano ha suscitado acalorados debates. DAVINCI+ podría zanjar la discusión si detectase fosfano en las muestras de la atmósfera que tomará.

«Si hay mucho fosfano, seremos capaces de medirlo», confirma Garvin.

¿Hay «nieve» en Venus?

Las montañas del planeta que superan los 2,6 kilómetros de altura tienen un aspecto extrañamente reflectante, como las

de la Tierra, «donde hay nieve y escarcha por encima de una cierta altitud», apunta Wilson. Pero las temperaturas en Venus son demasiado altas para que exista agua, así que los científicos se preguntan qué podría haber en esas regiones brillantes.

Una posibilidad es la «nieve semiconductor», una mezcla de metales exóticos como bismuto, telurio y azufre, que se sabe que son producidos por la actividad volcánica y pueden condensarse a esas alturas. DAVINCI+ podría detectar esas sustancias en la atmósfera, mientras que VERITAS y EnVision buscarán depósitos cerca de cualquier fisura volcánica.

Quizá llegue el día en que los investigadores tomen muestras de esas cimas directamente, gracias a un módulo de aterrizaje. «Sin duda, es técnicamente posible», concluye Wilson.

Jonathan O'Callaghan

es periodista científico especializado en vuelos espaciales comerciales, exploración espacial y astrofísica.

Artículo original publicado en *Nature* vol. 594, pág. 185-186, 2021.
Traducido con el permiso de Nature Research Group © 2021

Con la colaboración de **nature**

PARA SABER MÁS

Tesserae on Venus may preserve evidence of fluvial erosion. S. Khawja et al. en *Nature Communications*, vol. 11, art. 5789, noviembre de 2020.

Deep atmosphere of Venus probe as a mission priority for the upcoming decade. James Garvin et al. en *Bulletin of the American Astronomical Society*, vol. 53, art. 337, marzo de 2021.

NASA missions to test idea of a watery past for Venus. Paul Voosen en *Science*, vol. 372, págs. 1136-1137, junio de 2021.

EN NUESTRO ARCHIVO

Cambio climático global en Venus. Mark A. Bullock y David H. Grinspoon en *lyC*, mayo de 1999.

Pérdidas en las atmósferas planetarias. David C. Catling y Kevin J. Zahnle en *lyC*, julio de 2009.

El exoplaneta vecino. M. Darby Dyar, Suzanne E. Smrekar y Stephen R. Kane en *lyC*, abril de 2019.