



Imagen: El Hubble observa el eclipse total de luna (representación artística)

EL HUBBLE USA LA TIERRA COMO APROXIMACIÓN PARA IDENTIFICAR OXÍGENO EN PLANETAS POTENCIALMENTE HABITABLES CERCA DE OTRAS ESTRELLAS

Fecha de publicación: 06 de agosto de 2020, 10:00 a.m. (EDT)

EL HUBBLE USA NUESTRA LUNA PARA SONDEAR LA ATMÓSFERA TERRESTRE DURANTE UN ECLIPSE LUNAR

Los astronautas que han contemplado la Tierra desde el espacio se han quedado asombrados ante la majestuosidad y diversidad de nuestro planeta de mármol azul. Mike Massimino, que ayudó al mantenimiento del telescopio espacial Hubble en órbita, dijo: "Pienso en nuestro planeta como un paraíso. Somos muy afortunados de estar aquí".

Lo que es alucinante es que los astrónomos estiman que podría haber hasta un billón de otros planetas como la Tierra solo en nuestra galaxia, la Vía Láctea. Imagínese: un billón, no un millón, de otros "planetas paradisíacos". Pero es un paraíso perdido si nada vive allí para maravillarse con las puestas de sol en cielos azules. Y, como reflexionó el filósofo del siglo XIX Thomas Carlyle, "...qué desperdicio de espacio".

Da que pensar el hecho de que nuestro planeta sea el único lugar conocido del universo donde la vida existe y prospera tal como la conocemos. Por ello, miramos hacia las estrellas, aprisionados por el espacio y el tiempo, en una soledad cósmica. Por eso los científicos se dedican a construir telescopios cada vez más grandes para buscar planetas potencialmente habitables. Pero, ¿cómo sabrán que hay vida si no viajan allí y observan a las criaturas caminar, volar o deslizarse?

Una forma es sondear la atmósfera de un planeta. Una atmósfera con la mezcla adecuada de elementos químicos es necesaria para alimentar y mantener la vida. La atmósfera de la Tierra contiene oxígeno, nitrógeno, metano y dióxido de carbono, que han ayudado a mantener la vida durante billones de años. La abundancia de oxígeno en la Tierra, sobre todo, es un indicio de que el contenido de oxígeno de nuestra atmósfera se repone mediante procesos biológicos.

Los astrónomos han estado usando varios telescopios terrestres y espaciales para analizar cómo se ven los componentes de la atmósfera terrestre desde el espacio, utilizando nuestro planeta como un punto de referencia para estudiar las atmósferas de planetas extrasolares. Esperan poder comparar la composición atmosférica de la Tierra con la de otros mundos para observar las similitudes y diferencias. Aprovechando un eclipse total de luna, los astrónomos que usan el telescopio Hubble detectaron ozono en la atmósfera terrestre observando la luz de la Tierra reflejada de la Luna. Nuestra Luna resultó ser un espejo gigante en el espacio.

El ozono es un ingrediente clave de la atmósfera de nuestro planeta. Se forma naturalmente cuando el oxígeno se expone a fuertes concentraciones de luz ultravioleta, lo que activa reacciones químicas. El ozono es la manta de seguridad de la Tierra, que protege la vida contra los mortales rayos ultravioletas.

Es la primera vez que se capta un eclipse lunar total en longitudes de onda ultravioletas y desde un telescopio espacial. Este método simula la forma en que los astrónomos buscarán pruebas circunstanciales de vida más allá de la Tierra mediante la búsqueda de posibles biofirmas en planetas extrasolares.

El uso de un telescopio espacial para las observaciones de eclipses reproduce las condiciones en las que los futuros telescopios medirían las atmósferas de los planetas extrasolares que pasan por delante de sus estrellas. Estas atmósferas podrían contener firmas químicas muy similares a las de la Tierra, y despertar nuestra curiosidad para preguntarnos si no estamos solos en el universo.

La historia completa

Aprovechando un eclipse total de luna, los astrónomos que utilizan el telescopio espacial Hubble de la NASA detectaron la marca propia de protector solar de la Tierra, el ozono, en nuestra atmósfera. Este método simula la forma en que los astrónomos e investigadores de astrobiología buscarán pruebas de vida más allá de la Tierra observando posibles "biofirmas" en exoplanetas (planetas alrededor de otras estrellas).

El Hubble no miró directamente a la Tierra. En su lugar, los astrónomos usaron la Luna como espejo para reflejar la luz solar, que había atravesado la atmósfera terrestre, y que luego se reflejó hacia el Hubble. El uso de un telescopio espacial para las observaciones de eclipses reproduce las condiciones en las que los futuros telescopios medirían las atmósferas de exoplanetas en tránsito. Estas atmósferas pueden contener sustancias químicas de interés para la astrobiología y el estudio y la búsqueda de la vida.

Aunque ya se han realizado muchas observaciones terrestres de este tipo, es la primera vez que se capta un eclipse lunar total en longitudes de onda ultravioletas y desde un telescopio espacial. El Hubble detectó la fuerte huella espectral del ozono, que absorbe parte de la luz solar. El ozono es importante para la vida porque es la fuente del escudo de protección de la atmósfera terrestre.

En la Tierra, la fotosíntesis realizada a lo largo de billones de años es responsable de los altos niveles de oxígeno de nuestro planeta y de la gruesa capa de ozono. Esta es una de las razones por las que los científicos piensan que el ozono o el oxígeno podrían ser una señal de vida en otro planeta, y se refieren a ellos como biofirmas.

"Encontrar ozono es significativo porque es un subproducto fotoquímico del oxígeno molecular, que a su vez es un subproducto de la vida", explicó Allison Youngblood, del Laboratorio de Física Atmosférica y Espacial de Boulder, Colorado, investigadora principal de las observaciones del Hubble.

Aunque el ozono en la atmósfera de la Tierra se había detectado en observaciones terrestres anteriores durante los eclipses lunares, el estudio del Hubble representa la detección más fuerte de la molécula hasta la fecha porque el ozono, medido desde el espacio sin interferencia de otros productos químicos en la atmósfera de la Tierra, absorbe la luz ultravioleta muy intensamente.

El Hubble registró el ozono absorbiendo parte de la radiación ultravioleta del Sol que atravesó el borde de la atmósfera terrestre durante un eclipse lunar que ocurrió del 20 al 21 de enero de 2019. Otros telescopios terrestres también realizaron observaciones espectroscópicas en otras longitudes de onda durante el eclipse, buscando más ingredientes atmosféricos de la Tierra, como el oxígeno y el metano.

"Uno de los principales objetivos de la NASA es identificar planetas que puedan albergar vida", dijo Youngblood. "Pero, ¿cómo sabríamos que un planeta es habitable o no, si viéramos uno? ¿Qué aspecto tendrían con las técnicas de que disponen los astrónomos para caracterizar las atmósferas de los exoplanetas? Por eso es importante desarrollar modelos del espectro terrestre como plantilla para clasificar las atmósferas de los planetas extrasolares".

Su artículo está disponible en línea en The Astronomical Journal.

DetECCIÓN DE ATMÓSFERAS PLANETARIAS

Las atmósferas de algunos planetas extrasolares pueden sondearse si dichos planetas atraviesan la cara de su estrella madre, un acontecimiento llamado tránsito. Durante el tránsito, la luz de la estrella se filtra a través de la atmósfera del exoplaneta iluminado. (Si se viera de cerca, la silueta del planeta parecería tener un fino y brillante "halo" a su alrededor causado por su atmósfera iluminada, al igual que la Tierra cuando se ve desde el espacio).

Las sustancias químicas de la atmósfera dejan su huella al filtrar ciertos colores de la luz de las estrellas. Los astrónomos que usan el Hubble fueron pioneros en esta técnica para sondear exoplanetas. Esto es especialmente notable porque los planetas extrasolares aún no habían sido descubiertos cuando el Hubble se lanzó en 1990, por lo que el observatorio espacial no se diseñó inicialmente para dichos experimentos.

Hasta ahora, los astrónomos han usado el Hubble para observar las atmósferas de planetas gigantes gaseosos y de supertierras (planetas de varias veces la masa de la Tierra) que transitan por sus estrellas. Pero los planetas terrestres de tamaño similar al de la Tierra son objetos mucho más pequeños y sus atmósferas son más finas, como la piel de una manzana. Por lo tanto, será mucho más difícil detectar estas señales en exoplanetas del tamaño de la Tierra.

Por ello, los investigadores necesitarán telescopios espaciales mucho más grandes que el Hubble para recoger la débil luz estelar que atraviesa las atmósferas de estos pequeños planetas durante un tránsito. Estos telescopios tendrán que observar los planetas durante un período más largo, muchas docenas de horas, para lograr una señal fuerte.

Para preparar estos telescopios más grandes, los astrónomos decidieron realizar experimentos en un planeta terrestre habitado mucho más cercano y el único conocido: la Tierra. La perfecta alineación de nuestro planeta con el Sol y la Luna durante un eclipse lunar total imita la geometría de un planeta terrestre en tránsito por su estrella.

Pero las observaciones también supusieron un desafío: la Luna es muy brillante y su superficie no es un reflector perfecto, porque está moteada con áreas brillantes y oscuras. Además, la Luna está tan cerca de la Tierra que el Hubble tuvo que intentar mantener una mirada fija en una región seleccionada, a pesar del movimiento de la Luna con respecto al observatorio espacial. Así, el equipo de Youngblood tuvo que considerar la desviación de la Luna en su análisis.

Donde hay ozono, ¿hay vida?

Encontrar ozono en los cielos de un planeta extrasolar terrestre no garantiza que exista vida en la superficie. "Se necesitarían otras firmas espectrales además del ozono para concluir que hay vida en el planeta, y estas firmas no necesariamente pueden verse en luz ultravioleta", dijo Youngblood.

En la Tierra, el ozono se forma de manera natural cuando el oxígeno de la atmósfera terrestre se expone a fuertes concentraciones de luz ultravioleta. El ozono forma una manta alrededor de la Tierra, protegiéndola de los agresivos rayos ultravioletas.

"La fotosíntesis podría ser el metabolismo más productivo que puede evolucionar en cualquier planeta, porque se alimenta de la energía de la luz estelar y utiliza elementos cósmicamente abundantes como el agua y el dióxido de carbono", dijo Giada Arney, del Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA en Greenbelt, Maryland, coautora del artículo científico. "Estos ingredientes necesarios deberían ser comunes en planetas habitables".

La variabilidad estacional de la firma del ozono también podría indicar la producción biológica estacional de oxígeno, como ocurre con las estaciones de crecimiento de las plantas en la Tierra.

Pero el ozono también puede producirse sin la presencia de vida cuando el nitrógeno y el oxígeno se exponen a la luz solar. Para aumentar la confianza en que una determinada biofirma esté realmente producida por la presencia de vida, los astrónomos deben buscar combinaciones de biofirmas. Se necesita una campaña de múltiples longitudes de onda, porque cada una de las muchas biofirmas se detecta más fácilmente a longitudes de onda específicas de esas firmas.

"Los astrónomos también tendrán que tener en cuenta la fase de desarrollo del planeta cuando observen estrellas más jóvenes con planetas jóvenes. Si se quisiera detectar oxígeno u ozono de un planeta similar a la Tierra primitiva, cuando había menos oxígeno en nuestra atmósfera, las características espectrales en luz óptica e infrarroja no son lo suficientemente fuertes", explicó Arney. "Creemos que la Tierra tenía bajas concentraciones de ozono antes del período geológico Proterozoico medio (entre hace aproximadamente 2.0 billones y 0.7 billones de años), cuando la fotosíntesis contribuyó a la acumulación de oxígeno y ozono en la atmósfera hasta los niveles que tenemos hoy. Pero como la firma de la luz ultravioleta de las características del ozono es muy fuerte, se tendría la esperanza de detectar pequeñas cantidades de ozono. Por tanto, la ultravioleta puede ser la mejor longitud de onda para detectar vida fotosintética en exoplanetas con poco oxígeno".

La NASA tiene un próximo observatorio llamado James Webb Space Telescope que podría realizar tipos de mediciones similares en luz infrarroja, con la posibilidad de detectar metano y oxígeno en las atmósferas de los exoplanetas. El lanzamiento del Webb está programado para 2021.

CRÉDITOS

Representación artística: M. Kornmesser (ESA/Hubble), NASA y ESA

Ciencia: NASA, ESA y A. Youngblood (Laboratorio de Física Atmosférica y Espacial)

PALABRAS CLAVE

Atmósferas planetarias/clima, Tierra, sistema solar, planetas, lunas, cosmoquímica

PERSONAS DE CONTACTO

Donna Weaver y Ray Villard

Space Telescope Science Institute, Baltimore, Maryland

410-338-4493 / 410-338-4514

dweaver@stsci.edu / villard@stsci.edu

Allison Youngblood

Laboratorio de Física Atmosférica y del Espacio, Boulder, Colorado

allison.youngblood@colorado.edu

ENLACES RELACIONADOS

El artículo científico de A. Youngblood et al.

<https://stsci-opo.org/STSci-01EVSQO6NZKHT0NT2XV4CRX2ZT.pdf>

Portal de la NASA sobre el Hubble

https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html

Comunicado de la ESA sobre el Hubble

<https://esahubble.org/news/heic2013/>

Comunicado de la Universidad de Colorado

<https://www.colorado.edu/today/2020/08/06/researchers-take-ultimate-earth-selfie>

Video del Centro Goddard de la NASA "El Hubble ve la Luna para estudiar la Tierra" (archivos HD)

<https://svs.gsfc.nasa.gov/13680>

Imágenes de la publicación (3)

<https://hubblesite.org/contents/news-releases/2020/news-2020-30?Year=2021&Year=2020&itemsPerPage=100#section-id-2>