

UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA

NOTA DE PRENSA

EMBARGADA por NATURE

FIN DEL EMBARGO – MONDAY, NOVEMBER 6TH 2023 @ 17:00 CEST

El rastro de amoníaco conduce a los exoplanetas

En un reciente estudio, liderado por el Centro de Astrobiología (CAB), CSIC-INTA, un equipo de investigadores de diversos institutos europeos y norteamericanos ha logrado medir el amoníaco en la atmósfera de una estrella enana marrón fría. La abundancia isotópica del amoníaco puede utilizarse para estudiar cómo se forman los planetas gaseosos gigantes.

07-11-2023

Las relaciones entre diferentes variantes de un elemento químico revelan el origen del vino, la edad de huesos y fósiles, y sirven como herramientas de diagnóstico en medicina: estamos hablando de isótopos. Junto con los isotopólogos -moléculas que sólo difieren en la composición de sus isótopos-, también desempeñan un papel cada vez más importante en astronomía. Por ejemplo, la proporción de los isótopos de carbono-12 (^{12}C) y carbono-13 (^{13}C) en la atmósfera de un exoplaneta puede utilizarse para inferir la distancia a la que se formó el exoplaneta alrededor de su estrella central.

Hasta ahora, el ^{12}C y el ^{13}C , ligados al monóxido de carbono, eran los únicos isotopólogos que podían medirse en la atmósfera de los exoplanetas. Ahora, un equipo de investigadores ha logrado detectar por primera vez isotopólogos del amoníaco en la atmósfera de una enana marrón fría. Según informa el equipo en la revista Nature, el amoníaco pudo medirse tanto en forma de $^{14}\text{NH}_3$ como de $^{15}\text{NH}_3$. Los astrofísicos David Barrado, María Morales-Calderón y Luis Colina, investigadores del Centro de Astrobiología (CSIC-INTA) participaron en el trabajo, siendo Barrado el primer autor del estudio.

Buscando amoníaco

Las enanas marrones son cuerpos celestes que se encuentran en el límite entre las estrellas y los planetas. En muchos aspectos se asemejan a planetas gaseosos gigantes, por lo que pueden utilizarse como sistema modelo para estudiarlos.

En este caso concreto, el grupo de investigación, que además de Barrado ha estado coliderado por Paul Mollière, del Max-Planck Institut für Astronomie (MPIA) y por Polychronis Patapis, del ETH Zurich, observó una enana marrón llamada WISE J1828. Ésta se encuentra a 32,5 años luz de la Tierra y se localiza en la constelación de Lyra. WISE J1828 no puede verse a simple vista porque, con una temperatura efectiva de sólo 380 kelvin, es demasiado fría para que se produzca la fusión de hidrógeno y transmita luz visible hasta la Tierra.

Con ayuda del sensor infrarrojo MIRI (Mid-InfraRed Instrument) instalado a bordo del telescopio espacial James Webb (JWST), este equipo ha podido detectar los isotopólogos del amoníaco. En el rango comprendido entre 4,9 y 27,9 μm de longitud de onda, el Espectrómetro de Resolución Media (MRS) de MIRI registró un espectro de la enana marrón en el infrarrojo medio. El amoníaco provoca la atenuación de la señal que llega al sensor en el rango de longitudes de onda entre 9 y 13 μm . Además de amoníaco, en la atmósfera de WISE J1828 se observaron moléculas de agua y metano, cada una de ellas con bandas de absorción características.

A su vez, los isótopos del amoníaco también han podido detectarse espectroscópicamente: además de las moléculas de amoníaco por el isótopo de nitrógeno más común ^{14}N , que está unido a tres átomos de hidrógeno, sino también ^{15}N , que contiene un neutrón adicional en el núcleo de nitrógeno.

Una nueva herramienta de diagnóstico para la formación de exoplanetas

Como describen los autores del estudio, la relación entre $^{14}\text{NH}_3$ y $^{15}\text{NH}_3$ es un trazador que puede utilizarse en el futuro para describir los procesos de formación de estrellas y planetas. Ahora se dispone de una nueva herramienta para comprobar los distintos mecanismos de formación de los gigantes gaseosos que se encuentran fuera del Sistema Solar.

Estos gigantescos cuerpos celestes también desempeñan un papel importante en la génesis de los sistemas planetarios, ya que se forman en las primeras etapas de la formación de las estrellas y, por tanto, podrían ser un factor decisivo a la hora de determinar si los planetas más pequeños y ligeros de un sistema solar se desarrollan y cómo lo hacen.

Pero, ¿cómo se forman los gigantes gaseosos? Los expertos han desarrollado diferentes teorías, pero hasta ahora no estaba claro si los planetas gaseosos se forman por acreción del núcleo -como la mayoría de los demás planetas- o como resultado de un colapso gravitatorio en el disco protoplanetario alrededor de una estrella progenitora.

La relación isotopológica proporciona ahora información al respecto: Mientras que en la Tierra hay 272 átomos de ^{14}N por cada átomo de ^{15}N , los científicos participantes en el estudio calculan que la proporción $^{14}\text{NH}_3$ - $^{15}\text{NH}_3$ medida en la atmósfera de WISE J1828 es de 670. Esto significa que la enana marrón ha acumulado menos ^{15}N en el transcurso de su formación en comparación con la Tierra y otros planetas como Júpiter. La abundancia de ^{15}N es incluso menor que la de todos los cuerpos celestes de nuestro sistema solar.

Diferentes escenarios para la formación de planetas

Los procesos del llamado fraccionamiento isotópico, es decir, el cambio en la abundancia de isótopos, aún no se comprenden del todo, pero se supone que los impactos de cometas contribuyen a un enriquecimiento de ^{15}N , ya que los cometas tienen un contenido de ^{15}N entre dos y tres veces mayor. A su vez, se piensa que los impactos de cometas son un elemento de construcción planetaria fundamental en nuestro sistema solar. Los fragmentos de cometa, por ejemplo, garantizan que los planetas ligeros similares a la Tierra conserven una atmósfera durante su fase inicial de desarrollo, cuando se calientan y desprenden gases.

El bajo contenido de $^{15}\text{NH}_3$ en el espectro de WISE J1828 sugiere, por tanto, que la enana marrón no se formó como un planeta -es decir, por acreción del núcleo-, sino que su formación se produjo más bien como una estrella, en el contexto de un colapso gravitatorio, como era de esperar.

Por tanto, es probable que estas inestabilidades gravitatorias también desempeñen un papel importante en la formación de gigantes gaseosos, especialmente los que orbitan su estrella en una órbita amplia. Otro resultado del artículo está relacionado con esto: La relación $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ depende de la distancia de un gigante gaseoso a su estrella central, aumenta fuertemente entre la llamada línea de hielo del amoníaco y la línea de hielo del nitrógeno molecular. En este sentido, el amoníaco y la frecuencia de sus isotopólogos no sólo son adecuados para proporcionar información sobre cómo se desarrolló un exoplaneta, sino también en qué parte del disco protoplanetario se formó.

Gracias al amoníaco, los astrónomos dispondrán de una herramienta adicional para estudiar exoplanetas directamente observables. Una herramienta que sólo se hizo tangible gracias al JWST, lo que subraya una vez más el valor y las prestaciones del telescopio espacial.

Sobre el CAB

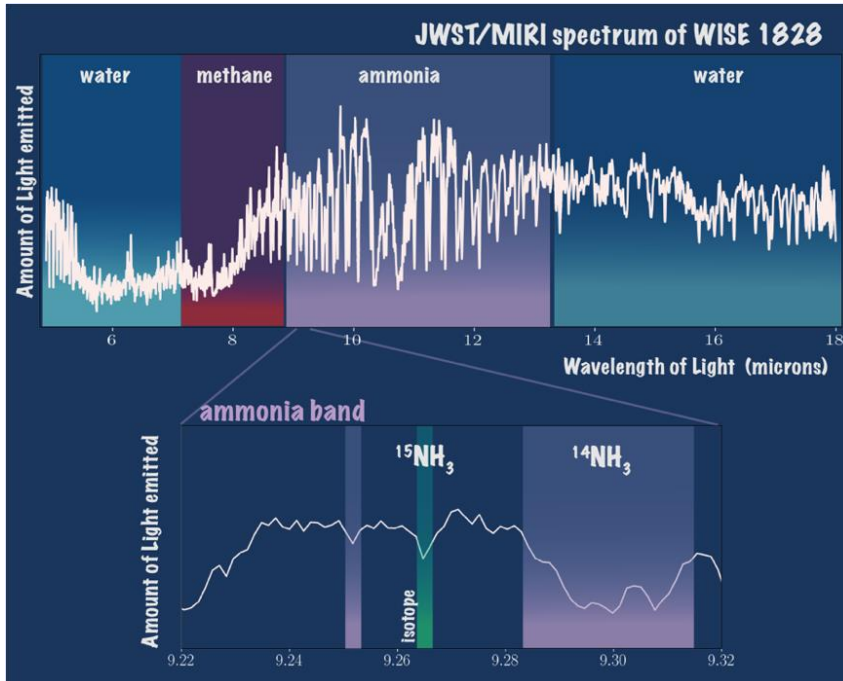
El [Centro de Astrobiología](#) (CAB) es un centro mixto de investigación del INTA y del CSIC. Creado en 1999, fue el primer centro del mundo dedicado específicamente a la investigación astrobiológica y el primer centro no estadounidense asociado al NASA Astrobiology Institute (NAI), actualmente NASA Astrobiology Program. Se trata de un centro multidisciplinar cuyo principal objetivo es estudiar el origen, presencia e influencia de la vida en el universo mediante una aproximación transdisciplinar. El CAB fue distinguido en 2017 por el Ministerio de Ciencia e Innovación como Unidad de Excelencia “María de Maeztu”.

El CAB ha liderado el desarrollo de los instrumentos [REMS](#), [TWINS](#) y [MEDA](#), operativos en Marte desde agosto de 2012, noviembre de 2018 y febrero de 2021, respectivamente; así como la ciencia de los instrumentos raman [RLS](#) y [RAX](#), que serán enviados a Marte a finales de esta década como parte de la misión ExoMars y a una de sus lunas en la misión MMX, respectivamente. Además, desarrolla el instrumento [SOLID](#) para la búsqueda de vida en exploración planetaria. Asimismo, el CAB co-lidera junto con otras tres instituciones europeas el desarrollo del telescopio espacial [PLATO](#), y participa en diferentes misiones e instrumentos de gran relevancia astrobiológica, como MMX, [CARMENES](#), [CHEOPS](#), [BepiColombo](#), [DART](#), [Hera](#), los instrumentos [MIRI](#) y [NIRSpec](#) en [JWST](#) y el instrumento [HARMONI](#) en el [ELT](#) de [ESO](#).

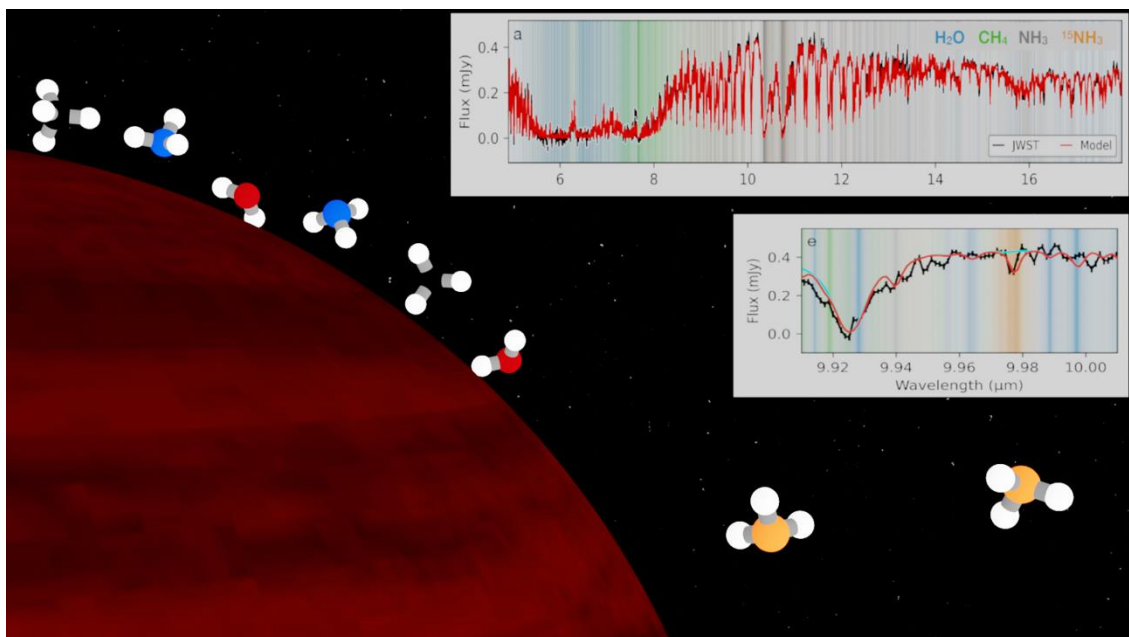
Artículo científico en: Nature

Referencia y doi: Barrado, D., Mollière, P., Patapis, P. et al. $^{15}\text{NH}_3$ in the atmosphere of a cool brown dwarf. Nature (2023). DOI: 10.1038/s41586-023-06813-y

Media



Espectro de WISE 1828 medido por el instrumento MIRI a bordo del JWST. Los rasgos corresponden a absorciones moleculares predominantemente de agua, metano o amoníaco, mientras que no se encontraron indicios de nubes en su fotosfera. La región ampliada del espectro muestra un ejemplo de una característica individual de absorción de $^{15}\text{NH}_3$ que se identifica con la resolución del espectrómetro MIRI.



Video: Moléculas de agua, metano y amoníaco detectadas en la atmósfera de la enana marrón. Además, se ha encontrado una variante o isotópologo de amoníaco, que permite determinar el mecanismo de formación. Crédito CAB (CSIC-INTA) / Pablo

Blázquez, David Barrado y María Morales-Calderón. El vídeo puede descargarse en: [video](#).

Contacto

Investigador del CAB: barrado@cab.inta-csic.es

FINANCIACIÓN

Proyecto PID2019-107061GB-C61 y No. MDM-2017-0737 financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa



UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA DEL CAB

divulgacion (+@cab.inta-csic.es); (+34) 915202107

