

## NOTA DE PRENSA

**EMBARGADA por Proceedings of the National Academy of Sciences  
FIN DEL EMBARGO – 18 de julio de 2022 @ 21:00 CEST**

De la astroquímica a la vida: la teoría de redes revela patrones universales en la aparición de sistemas complejos

*Un reciente estudio, liderado por el Centro de Astrobiología (CAB, CSIC-INTA), plantea un nuevo acercamiento al origen de la complejidad molecular en el espacio haciendo uso de la teoría de redes complejas*

18-07-2022

El origen de la complejidad química en el espacio es, además de una pregunta abierta, un aspecto fundamental para entender los primeros pasos del origen de la vida. En este trabajo, publicado en la prestigiosa revista PNAS (*Proceedings of the National Academy of Sciences*), los autores explican la aparición de moléculas complejas en la nubes del medio interestelar desde un punto de vista novedoso: la complejidad química nace como un proceso emergente típico de la teoría de la complejidad, disciplina que explica fenómenos colectivos tan diversos como los atascos o las avalanchas.

Los autores han creado un entorno teórico y computacional, denominado *NetWorld*, donde se simula la interacción entre redes complejas que pueden representar cualquier estructura simple, ya sea química, biológica o social. El trabajo presentado demuestra que, en entornos “agrestes”, solo se crean las piezas más simples del “LEGO”. Sin embargo, cuando el ambiente se suaviza, estas piezas básicas interaccionan activamente dando lugar drásticamente a una enorme diversidad de compuestos que representarán posteriormente los ladrillos fundamentales de estructuras a mayor escala y en sistemas cada vez más complejos.

Según afirma su autor principal, Jacobo Aguirre, del grupo de Química Prebiótica y Física de Sistemas Complejos del Departamento de Evolución Molecular del Centro de Astrobiología (CSIC-INTA), “*Lo sorprendente es que, aunque nuestro sistema no intenta simular las reglas de la química real ni hace uso de datos reales, si entendemos los nodos de nuestras redes como átomos y cada red como una molécula, el marco teórico y computacional que hemos desarrollado (NetWorld) es capaz de describir el punto de partida en el proceso del origen de la vida: la emergencia de la complejidad en la evolución de la diversidad química en el medio interestelar.*”

La conexión entre la simplicidad extrema del modelo presentado y su capacidad para describir fenomenología real de relevancia astrobiológica, sugiere que muchas de las propiedades básicas del largo camino que va de la química en el espacio a la química prebiótica y, finalmente, a la vida tal y como la conocemos, podrían mostrar patrones simples y universales.

## **NetWorld y sus aplicaciones a datos reales**

El entorno *NetWorld* modeliza la evolución de estructuras en forma de red compleja (es decir, nodos unidos por conexiones) hacia la complejidad. Las normas de interacción entre dichas redes, que les permiten crecer y evolucionar, son muy simples y se han extraído de la teoría de juegos: cada nodo compite con el resto por estar bien conectado en la red producto de la interacción. Por lo tanto, las reglas no tienen nada que ver con la química o la biología real, sino que se trata de una “*química de redes*” abstracta.

De esta manera, *NetWorld* predice una transición drástica desde una “biodiversidad” de redes simple (unas pocas redes distintas y de pequeño tamaño) a una mucho más compleja (miles de redes diferentes y de muy distinto tamaño y complejidad) cuando el parámetro que representa el entorno alcanza un valor crítico. Y esta transición se observa en distintos ámbitos de la astrobiología, por lo que *NetWorld* es capaz de describir esta propiedad fundamental de la química del origen de la vida desde un punto de vista realmente novedoso. Esto se debe a que en este entorno astrofísico la fenomenología es similar a la del entorno computacional de *Networld*: cuando las nubes interestelares condensan, el polvo interestelar apantalla la luz ultravioleta que dificulta muchas reacciones químicas, y las moléculas creadas hasta ese momento interaccionan dando lugar a decenas de moléculas nuevas mucho más complejas. “*Hay una transición drástica hacia la complejidad en los dos sistemas, y las propiedades de estas dos transiciones son equivalentes*”, afirma Fernando Puente-Sánchez, investigador de la [Universidad de Ciencias Agrícolas de Suecia](#) y coautor del artículo.

## **Una nueva perspectiva**

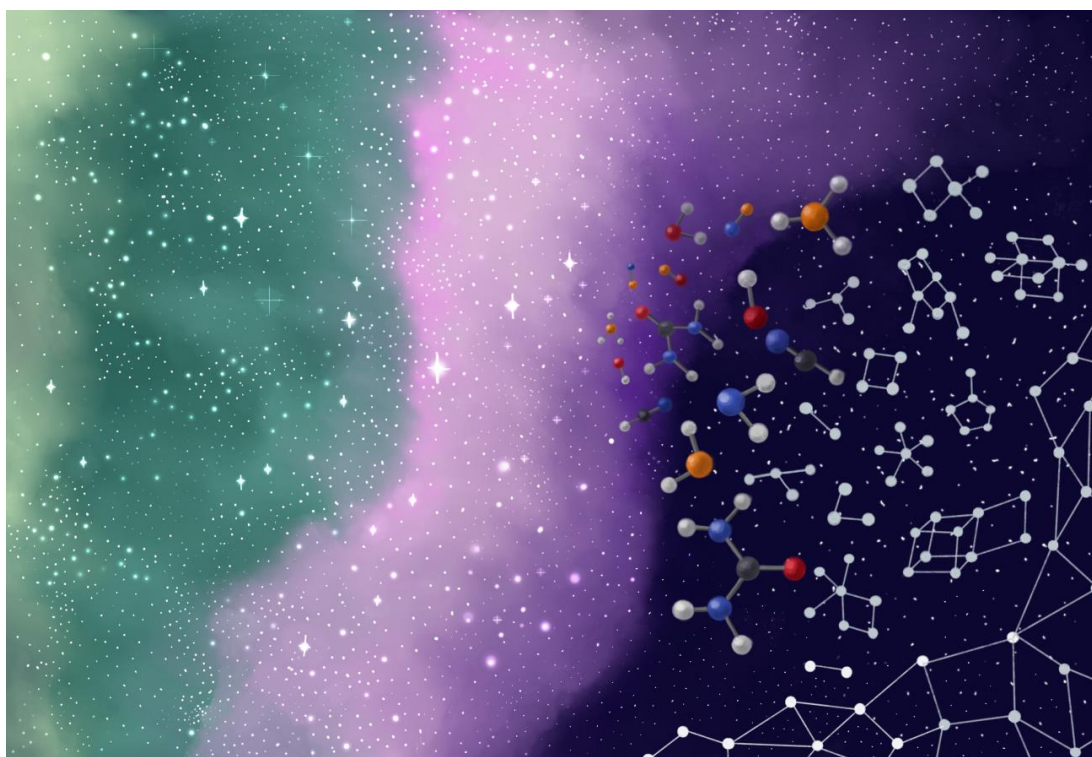
A menudo, los modelos nos permiten mirar la realidad desde perspectivas novedosas. Los resultados obtenidos con *NetWorld* hicieron que el equipo mirara los datos reales de abundancias de las moléculas detectadas en el medio interestelar desde una nueva perspectiva, ya que, en este modelo computacional, la abundancia de las estructuras que se crean es proporcional al número de caminos que dan lugar a cada estructura. Animados por este resultado, el equipo ha encontrado una relación proporcional hasta ahora desconocida entre las abundancias moleculares reales de las distintas moléculas en las nubes oscuras (tales como HCN, NH<sub>3</sub>, etc.) y el número potencial de reacciones químicas que las generan como producto. Por lo tanto, “*NetWorld promete ser un novedoso puente entre la astroquímica y la teoría de la complejidad*”, concluye la astroquímica Izaskun Jiménez-Serra, coautora del artículo.

## **Sobre el CAB**

El [Centro de Astrobiología](#) (CAB) es un centro de investigación mixto del CSIC y del INTA. 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). Se trata de un centro multidisciplinar cuyo principal objetivo es estudiar el origen, presencia e influencia de la vida en el universo. El Centro de

Astrobiología 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](#), todos operativos en Marte desde agosto de 2012, noviembre de 2018 y febrero de 2021, respectivamente; así como la ciencia del instrumento raman [RLS](#), que será enviado a Marte en 2022. Además, desde sus inicios, el centro desarrolla el instrumento [SOLID](#), destinado a la búsqueda de vida en exploración planetaria. Asimismo, el CAB participa en diferentes misiones e instrumentos de gran relevancia astrobiológica, como [CARMENES](#), [CHEOPS](#), [PLATO](#), [BepiColombo](#), [DART-HERA](#), los instrumentos [MIRI](#) y [NIRSpec](#) en [JWST](#) y el instrumento [HARMONI](#) en el [ELT](#) de [ESO](#).



**Imagen:** Representación artística de la conexión creada entre la ciencia de las redes complejas y la astroquímica que los autores introducen en este artículo para explicar la emergencia de la complejidad química en el espacio. Crédito: PNAS/Marina Fernández-Ruz (CAB, CSIC-INTA).

**Artículo científico:**

*The emergence of interstellar molecular complexity explained by interacting networks*, M. García-Sánchez, I. Jiménez-Serra, F. Puente-Sánchez and J. Aguirre, *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* xxx (2022).

**Contacto:**

Jacobo Aguirre: [jaquirre@cab.inta-csic.es](mailto:jaquirre@cab.inta-csic.es)



CENTRO DE ASTROBIOLOGÍA · CAB  
ASOCIADO AL NASA ASTROBIOLOGY PROGRAM



## UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA DEL CAB

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

