

A1. El primer planeta fuera de nuestra galaxia.

[Editar](#)



Figura 1. Galaxia deformada por colisión e interacción.

Científicos han encontrado pruebas y evidencias del primer planeta en OTRA galaxia. En la nuestra hemos hallado ya miles de exoplanetas, planetas fuera de nuestro sistema solar y en otros sistemas solares (y sumando).

Referencias

[1] Astronomers find out planet in another galaxy, disponible online en la URL <https://phys.org/news/2021-10-astronomers-planet-galaxy.html>

Redactor de la noticia: Juan F. González.

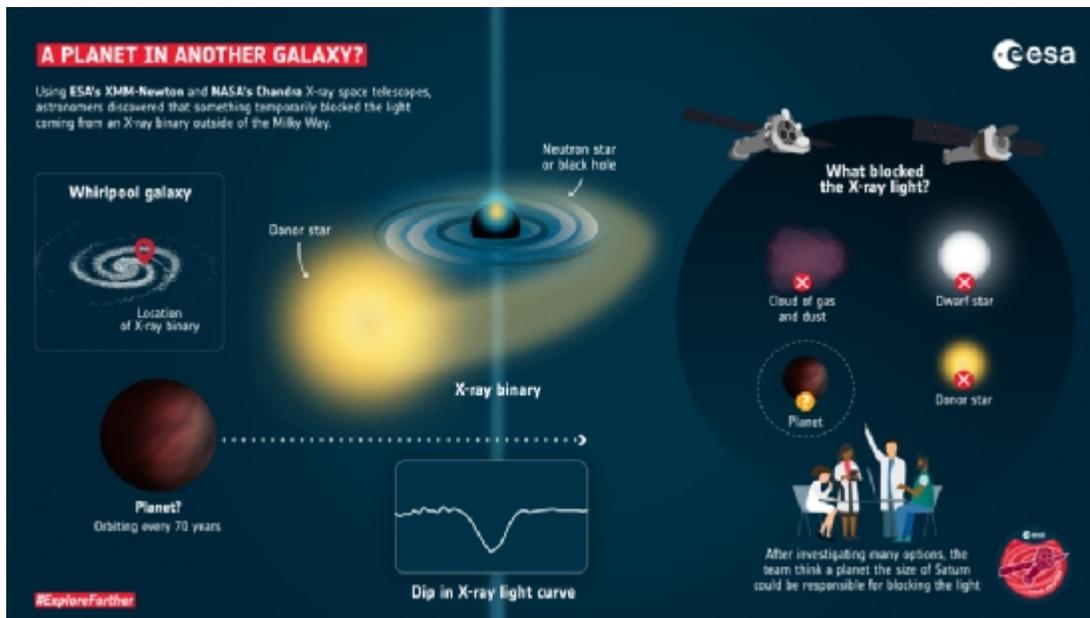


Figura 2. Un planeta en otra galaxia. Evidencias del descubrimiento. Crédito: ESA (Agencia Espacial Europea, European Space Agency).

Ficheros adicionales

- [A planet in another galaxy - infographic article.png](#)

A2. Midiendo el tiempo de forma ultraprecisa: uniendo el mundo cuántico con la gravedad.

[Editar](#)

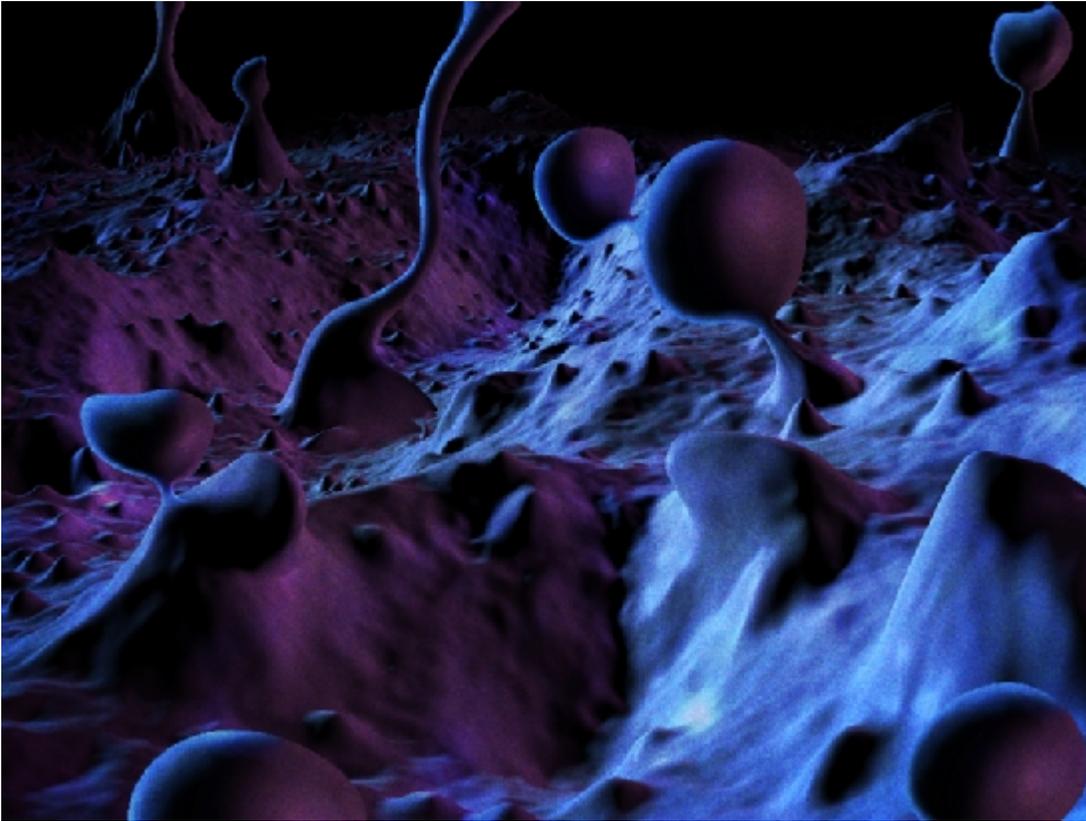


Figura 1. La espuma espacio-tiempo de Wheeler que debe regir a escala de la teoría cuántica de la gravedad: visión artística.

Científicos expertos en Metrología y relojes atómicos, se disponen a comprobar el funcionamiento microscópico de la gravedad con la próxima generación de dichos relojes, con la esperanza de encontrar nexos y pistas que relacionen la gravedad al mundo cuántico, y encontrar el sendero hacia la aún desconocida teoría cuántica de la gravedad y, en última instancia, la teoría final unificada de la Física.

Referencias

[1] **Quanta Magazine:** An atomick clock promises link between quantum world and gravity. Disponible online en la URL:

<https://www.quantamagazine.org/an-atomic-clock-promises-link-between-quantum-world-and-gravity-20211025/>

Redactor: Juan F. González.

A3. Los neutrinos y el sector oscuro del Universo.

[Editar](#)

En busca de las explicaciones de la materia y energía oscuras, los científicos empiezan a vislumbrar un sector oscuro complejo y diverso, a falta de un hallazgo experimental que aún se resiste en pleno siglo XXI.

Referencias

[1] Neutrino puzzles point to the possibility of multiple missing particles, disponible online en la URL <https://www.quantamagazine.org/neutrino-puzzles-point-to-the-possibility-of-multiple-missing-particles-20211028/>

Redactor: Juan F. González.

A4. Una estrella de carbono moribunda.

[Editar](#)

Fuente original: **Dying carbon star.** NASA's Hubble space telescope captured this recent image of a dying star. The red giant star, only 400 light-years from Earth, is collapsing on itself after running out of hydrogen in its core. Because the star was originally very massive, the pressure in its core is enough to fuse helium into carbon, which it then ejects into surrounding space. This carbon creates the distinct orange color surrounding the star, and provides material that could someday form planets. ESA/Hubble, NASA, Toshiya Ueta (University of Denver), Hyosun Kim (KASI).

Traducción: **Estrella moribunda de carbono.** El telescopio espacial Hubble de la NASA, capturó recientemente esta imagen de una estrella moribunda. La gigante estrella roja de la imagen, a solo 400 años-luz de la Tierra, está colapsando sobre sí misma tras acabar el hidrógeno de su núcleo. Porque la estrella era originariamente muy masiva, la presión del núcleo es suficiente para fusión helio en carbono, que entonces eyecta al espacio exterior. Este carbono crea el distintivo color naranja característico de la estrella, y proporciona material que podría algún día coalescer y formar planetas. ESA/Hubble, NASA, Toshiya Ueta (Universidad de Denver), Hyosun Kim (KASI).



Figura 1. Una estrella moribunda.

Redactor de esta noticia: Juan F. González.

Referencias:

[1] Dying carbon star, fuente original, disponible en la URL siguiente
<https://www.planetary.org/space-images/dying-carbon-star>

A5. 17 ecuaciones que cambiaron el mundo.

[Editar](#)

17 Equations That Changed the World by Ian Stewart

1. Pythagoras's Theorem	$a^2 + b^2 = c^2$	Pythagoras, 530 BC	
2. Logarithms	$\log xy = \log x + \log y$	John Napier, 1610	
3. Calculus	$\frac{df}{dt} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(t+h) - f(t)}{h}$	Newton, 1668	
4. Law of Gravity	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	Newton, 1687	
5. The Square Root of Minus One	$i^2 = -1$	Euler, 1750	
6. Euler's Formula for Polyhedra	$V - E + F = 2$	Euler, 1751	
7. Normal Distribution	$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\rho} e^{-\frac{x-\mu}{2\rho^2}}$	C.F. Gauss, 1810	
8. Wave Equation	$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$	J. d'Alembert, 1746	
9. Fourier Transform	$f(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-2\pi i x \omega} dx$	J. Fourier, 1822	
10. Navier-Stokes Equation	$\rho \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} \right) = -\nabla p + \nabla \cdot \mathbf{T} + \mathbf{f}$	C. Navier, G. Stokes, 1845	
11. Maxwell's Equations	$\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$ $\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$	$\nabla \cdot \mathbf{H} = 0$ $\nabla \times \mathbf{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$	J.C. Maxwell, 1865
12. Second Law of Thermodynamics	$dS \geq 0$	L. Boltzmann, 1874	
13. Relativity	$E = mc^2$	Einstein, 1905	
14. Schrodinger's Equation	$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi = H \Psi$	E. Schrodinger, 1927	
15. Information Theory	$H = -\sum p(x) \log p(x)$	C. Shannon, 1949	
16. Chaos Theory	$x_{t+1} = kx_t(1 - x_t)$	Robert May, 1975	
17. Black-Scholes Equation	$\frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{\partial V}{\partial t} - rV = 0$	F. Black, M. Scholes, 1990	

Figura 1. 17 ecuaciones que cambiaron el mundo. Se ven algo borrosas, así que se incluye fichero adjunto más abajo con alta resolución.

La Física o las Matemáticas usan ecuaciones que tienen un significado. No son meras fórmulas donde se sustituyen valores numéricos más o menos seleccionados. Las ecuaciones tienen a veces consecuencias profundas que han cambiado el mundo. Desde las bombas atómicas de Hiroshia y Nagasaki, o la creación de la www, el http e Internet, a la telefonía y computación móvil, pasando por la televisión, la radio, el telégrafo y otros medios de comunicación, la construcción de las pirámides del antiguo Egipto, las ciudades de Babilonia, o la descripción de los fenómenos de la electricidad, el magnetismo, el calor y la Termodinámica, la física de ondas, la teoría de la relatividad, la teoría de la información, el álgebra y el cálculo, la gravitación universal, ...

Una muestra de 17 ecuaciones que cambiaron las disciplinas que las vieron emerger, es la siguiente elección de Ian Stewart, que figuran en la imagen de la Figura 1, y que se incluye como adjunto.

Redactor de la noticia: Juan F. González.

Ficheros adicionales

- [EquationsThatChangedTheWorld.jpeg](#)

A6. Compuestos orgánicos en el planeta Marte.

[Editar](#)

La prestigiosa revista científica Nature ha publicado este lunes 9 de Noviembre evidencias de la existencia de compuestos orgánicos en el planeta Marte, con instrumentos del rover Curiosity. La existencia de compuestos orgánicos NO es aún una prueba de que existan formas de vida (microscópicas) en Marte, pero es un paso hacia el hallazgo de algún tipo de forma de vida fuera del planeta Tierra.

Donde hay agua, hay vida, y donde hay compuestos orgánicos pudo haberse desarrollado algún tipo de vida o puede aún existir (aunque las condiciones extremas de Marte en radiación y temperatura, dificultan su existencia en la superficie, pero no en el subsuelo).

Actualmente, se piensa que en el Sistema Solar podría haber vida de algún tipo en varios lugares: subsuelo de Marte, Europa (luna de Júpiter), Encélado (luna de Saturno), Titán (luna de Saturno), o incluso en otros lugares mas inhóspitos (como Venus o incluso Plutón).

Hay varias misiones en estudio para estudiar la existencia ACTUAL de vida en dichos cuerpos celestes, que se pondrán en marcha en los próximos años. ¡Es sin duda un paso de gigante en la exploración de nuestro sistema solar y del Universo!

Enlace al artículo de Nature: <https://www.nature.com/articles/s41550-021-01507-9>

Redactor de la noticia: Juan F. González.

P.S.: ¡Feliz Día de la Ciencia a todos/as!

A7. Hielo superiónico: la fase 18° del hielo.

[Editar](#)

Enseñamos que los estados de la materia básicos del agua son sólido, líquido y gas, pero el hielo o fase sólida del agua tiene muchos tipos de estructuras y fases diferentes. Se han identificado XVIII, y desde marzo de 2021 se especula con la fase número XIX...Aún por confirmar.

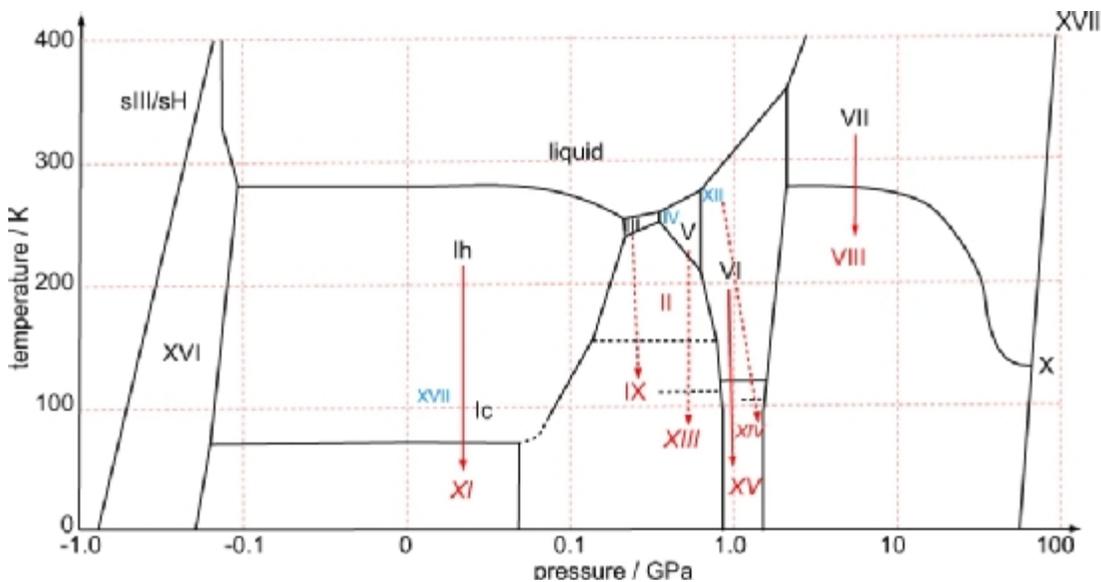


Figura 1. Diagrama de fases del hielo, con las nuevas fases incluidas, entre ellas, el hielo superiónico.

El agua y el hielo...¡Son increíbles!

Enlace a la noticia original: <https://nerdist.com/article/black-superionic-ice-water-new-matter-phase-found/>

Para más información sobre el hielo superiónico/agua superiónica, consultar el artículo de la Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Superionic_water

Redactor de la noticia: Juan F. González.

Archivos adicionales:

a) Artículo abierto gratuito de Nature sobre la fase XIX del hielo que se publicó el Marzo-Abril de 2021.

b) Artículo sobre la fase superiónica del hielo.

Ficheros adicionales

- [s41467-021-23403-6ICExix.pdf](#)
- [ncomms9156.pdf](#)

A8. Moxie: un gran paso para la Humanidad en su camino a Marte.

[Editar](#)

Cada vez estamos avanzando más en tecnología y ahora ir a Marte ya no solo es un sueño, es una posibilidad gracias a Moxie.

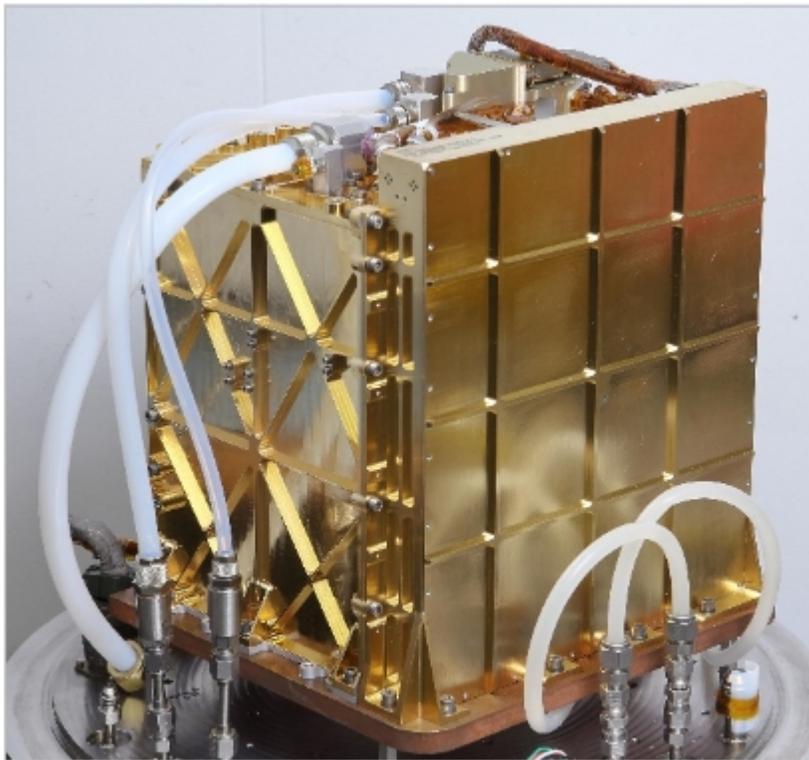


Imagen de Moxie.

Figura 1. El instrumento MOXIE de Perseverance.

Moxie es un experimento de exploración tecnológica que se sitúa en el chasis del Perseverance en Marte, y ha logrado obtener oxígeno a partir de dióxido de carbono. Este dispositivo absorbe dióxido de carbono de la atmósfera y lo calienta a 800°C,

proceso en el cual se separa el oxígeno del carbono dando como resultado oxígeno y monóxido de carbono.

En una sesión de trabajo, Moxie almacena 5 gramos de oxígeno, lo suficiente para que una persona fuera capaz de respirar durante 10 minutos.

Sin duda, es un paso muy grande que nos facilitará ir algún día a aquel lejano planeta, lo que quedará marcado en la historia de la Humanidad para siempre en cuanto logremos ese hito histórico, como en su día lo fue la llegada a la Luna.

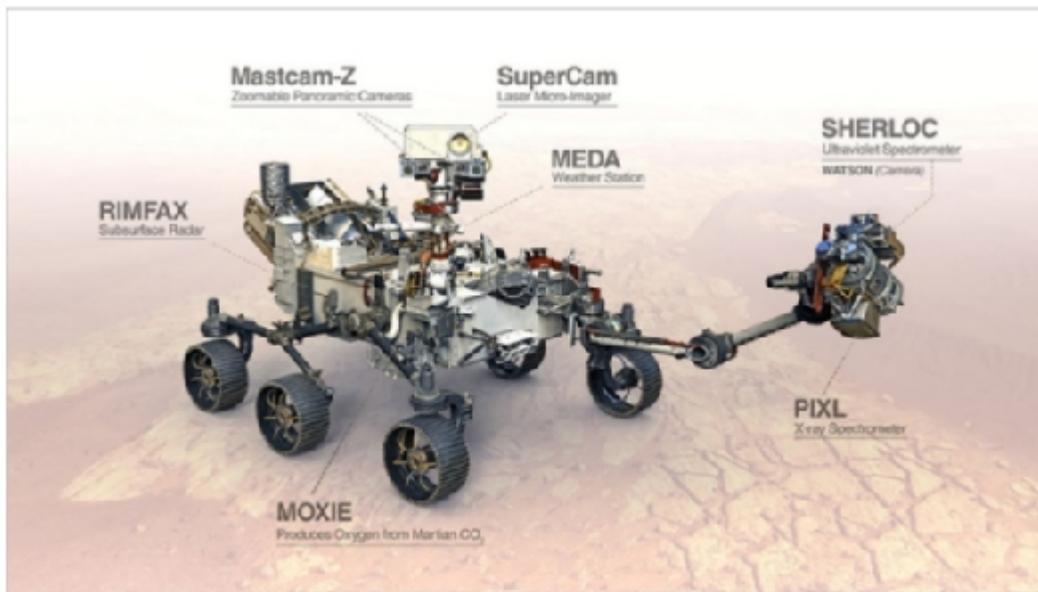


Imagen del Perseverance.

Figura 2. Perserverance rover. Enlace de la foto: <https://www.jpl.nasa.gov/images/this-is-one-mars-rover-with-moxie>

Redactor de la noticia original: **Diego Navarro Varas (3ºESO, grupo F)**. Se incluye como .pdf adjunto el archivo fuente, después de este artículo, un poco más abajo.

Versión revisada: Juan F. González.

Referencias

[1] MOXIE: <https://www.jpl.nasa.gov/images/this-is-one-mars-rover-with-moxie>

Ficheros adicionales

- [Un gran paso para la historia de la humanidad.pdf](#)

A9. El hielo infinito gelatinoso.

[Editar](#)

Investigadores de la Universidad de California, han desarrollado un nuevo tipo de cubo de enfriamiento que podría revolucionar la forma en que los alimentos se mantienen fríos y se envían frescos sin depender del hielo o de los paquetes de enfriamiento tradicionales.

Estos "cubitos de hielo de gelatina" sin plástico no se derriten, son compostables, antimicrobianos, y evitan la contaminación cruzada.

Pensaron que podrían hacer un llamado hielo sólido para que sirviera como medio de enfriamiento y fuera reutilizable.

Puede usarse durante 13 horas para enfriarlo, recogerlo, enjuagarlo con agua y ponerlo en el congelador para volver a congelarlo para el próximo uso.

Los investigadores comenzaron a trabajar en los cubos de refrigerante después de que Wang vio la cantidad de hielo que se usaba en las plantas de procesamiento de pescado y la contaminación cruzada que el agua de deshielo podría esparcirse entre los productos o por el desagüe.

Los cubitos de gelatina ofrecen una alternativa al hielo tradicional y podrían reducir potencialmente el consumo de agua y el impacto ambiental. También ofrecen temperaturas estables para reducir el deterioro de los alimentos y podrían ser ideales para empresas de preparación de comidas, empresas de transporte marítimo y productores de alimentos que necesitan mantener los artículos fríos.



Figura 1. Hielo gelatinoso.

Referencias

[1] *Researchers develop ice cube that doesn't melt or grow mold*, by Emily C. Dooley, UC Davis. Fuente de información: <https://phys.org/news/2021-11-ice-cube-doesnt-mold.html>

Redactor de la noticial original: Izan Juárez García-Heras (3ºESO, grupo F). Se incluye versión del autor en .pdf del redactado original, unas líneas más abajo.

Versión revisada: Juan F. González.

Ficheros adicionales

- [EL HIELO INFINITO - Notica de Izan Juárez García-Heras de 3.ºE.pdf](#)

A10. Líquidos de espín cuántico

[Editar](#)

Investigadores de nuevos estados de la materia ha encontrado pruebas experimentales de una nueva fase, llamada líquido de espín cuántico, propuesta en 1973 por Phil Anderson, y relacionada con el comportamiento del espín de los electrones en imanes de tipo ferromagnético.

Los detalles se explican en el siguiente enlace (fuente de la noticia):

[https://www.spacedaily.com/reports/](https://www.spacedaily.com/reports/Harvard_led_researchers_document_the_presence_of_quantum_spin_liquids_a_never_before_seen_state_of_matter_999.html)

[Harvard led researchers document the presence of quantum spin liquids a never before seen state of matter 999.html](https://www.spacedaily.com/reports/Harvard_led_researchers_document_the_presence_of_quantum_spin_liquids_a_never_before_seen_state_of_matter_999.html)

Los líquidos de espín cuántico (Quantum Spin Liquids) podrían tener innumerables aplicaciones en los siguientes campos:

- Computación cuántica.
- Materiales magnéticos.
- Materia programable.

En 1973, el físico Philip W. Anderson teorizó sobre la existencia de un nuevo estado de la materia que ha sido un foco principal del campo, especialmente en la carrera por las computadoras cuánticas. Este extraño estado de la materia se llama líquido de espín cuántico y, al contrario de su nombre, no tiene nada que ver con líquidos cotidianos como el agua. En cambio, se trata de imanes que nunca se congelan y la forma en que giran los electrones en ellos. En los imanes normales, cuando la temperatura cae por debajo de cierta temperatura, los electrones se estabilizan y forman una pieza sólida de materia con propiedades magnéticas. En el líquido de espín cuántico, los electrones no se estabilizan cuando se enfrían, no se forman en un sólido y cambian y fluctúan constantemente (como un líquido) en uno de los estados cuánticos más entrelazados jamás concebidos. Las diferentes propiedades de los líquidos de espín cuántico tienen aplicaciones prometedoras que se pueden utilizar para hacer avanzar las tecnologías cuánticas, como los superconductores de alta temperatura y las computadoras cuánticas. Pero el problema de este estado de la materia ha sido su propia existencia. Nadie lo había visto nunca, al menos, ese había sido el caso durante casi 50 años. Un equipo de físicos dirigidos por Harvard dijo que finalmente han documentado experimentalmente este exótico estado de la materia buscado durante mucho tiempo. El trabajo se describe

en un nuevo estudio en la revista Science y marca un gran paso para poder producir este esquivo estado bajo demanda y obtener una comprensión novedosa de su naturaleza misteriosa. "Es un momento muy especial en el campo", dijo Mikhail Lukin, profesor de física de la cátedra George Vasmer Leverett, codirector de Harvard Quantum Initiative (HQI) y uno de los autores principales del estudio. "Realmente puedes tocar, pinchar y empujar este estado exótico y manipularlo para comprender sus propiedades... Es un nuevo estado de la materia que la gente nunca ha podido observar". Los aprendizajes de esta investigación científica podrían algún día proporcionar avances para diseñar mejores materiales y tecnología cuánticos. Más específicamente, las propiedades exóticas de los líquidos de espín cuántico podrían ser la clave para crear bits cuánticos más robustos, conocidos como qubits topológicos, que se espera que sean resistentes al ruido y la interferencia externa. "Ese es un sueño en la computación cuántica", dijo Giulia Semeghini, becaria postdoctoral en el Centro de Óptica Cuántica Harvard-Max Planck y autora principal del estudio. "Aprender a crear y utilizar tales qubits topológicos representaría un gran paso hacia la realización de computadoras cuánticas confiables". El equipo de investigación se dispuso a observar este estado líquido de la materia utilizando el simulador cuántico programable que el laboratorio desarrolló originalmente en 2017. El simulador es un tipo especial de computadora cuántica que permite a los investigadores crear formas programables como cuadrados, panales o triángulos. redes para diseñar diferentes interacciones y enredos entre átomos ultrafríos. Se utiliza para estudiar una gran cantidad de procesos cuánticos complejos. La idea de utilizar el simulador cuántico es poder reproducir la misma física microscópica que se encuentra en los sistemas de materia condensada, sobre todo con la libertad que permite la programabilidad del sistema. "Puedes separar los átomos tanto como quieras, puedes cambiar la frecuencia de la luz láser, realmente puedes cambiar los parámetros de la naturaleza de una manera que no podías en el material donde estas cosas se estudiaron antes". dijo el coautor del estudio, Subir Sachdev, profesor de física de Herchel Smith y actual profesor visitante distinguido de Maureen y John Hendricks en el Instituto de Estudios Avanzados. "Aquí, puedes mirar cada átomo y ver lo que está haciendo". En los imanes convencionales, los espines de los electrones apuntan hacia arriba o hacia abajo siguiendo un patrón regular. En el imán del refrigerador de todos los días, por ejemplo, todos los giros apuntan en la misma dirección. Esto sucede porque los giros generalmente funcionan en un patrón de cuadro de ajedrez y pueden emparejarse para que puedan apuntar en la misma dirección o alternando, manteniendo un cierto orden. Los líquidos de espín cuántico no muestran nada de ese orden magnético. Esto sucede

porque, esencialmente, se agrega un tercer giro, convirtiendo el patrón de la casilla de verificación en un patrón triangular. Mientras que un par siempre puede estabilizarse en una u otra dirección, en un triángulo, el tercer espín siempre será el electrón extraño. Esto lo convierte en un imán "frustrado" en el que los giros de los electrones no pueden estabilizarse en una sola dirección. "Esencialmente, están en diferentes configuraciones al mismo tiempo con cierta probabilidad", dijo Semeghini. "Esta es la base de la superposición cuántica".

Los científicos de Harvard usaron el simulador para crear su propio patrón de celosía frustrado, colocando los átomos allí para interactuar y enredarse. Luego, los investigadores pudieron medir y analizar las cuerdas que conectaban los átomos después de que toda la estructura se enredara. La presencia y el análisis de esas cadenas, que se denominan cadenas topológicas, significaba que se estaban produciendo correlaciones cuánticas y que había surgido el estado líquido de espín cuántico de la materia. El trabajo se basa en predicciones teóricas anteriores de Sachdev y su estudiante graduado, Rhine Samajdar, y en una propuesta específica de Ashvin Vishwanah, profesor de física de Harvard, y Ruben Verresen, becario postdoctoral de HQI. El experimento se realizó en colaboración con el laboratorio de Markus Griener, codirector del Centro de Investigación de Óptica Cuántica Max Planck-Harvard y profesor de Física George Vasmer Leverett, y científicos de la Universidad de Innsbruck y QuEra Computing en Boston. "El ir y venir entre la teoría y el experimento es extremadamente estimulante", dijo Verresen. "Fue un momento hermoso cuando se tomó la instantánea de los átomos y la configuración anticipada del dímero nos miró fijamente a la cara. Es seguro decir que no esperábamos que nuestra propuesta se concretara en cuestión de meses". Después de confirmar la presencia de líquidos de espín cuántico, los investigadores se dirigieron a la posible aplicación de este estado de la materia para crear qubits robustos. Realizaron una prueba de concepto que mostró que algún día podría ser posible crear estos bits cuánticos colocando los líquidos de espín cuántico en una matriz geométrica especial usando el simulador. Los investigadores planean usar el simulador cuántico programable para continuar investigando los líquidos de espín cuántico y cómo se pueden usar para crear qubits más robustos. Los qubits, después de todo, son los bloques de construcción fundamentales sobre los que se ejecutan las computadoras cuánticas y la fuente de su poder de procesamiento masivo. "Mostramos los primeros pasos sobre cómo crear este qubit topológico, pero aún tenemos que demostrar cómo se puede codificar y manipular", dijo Semeghini. "Ahora hay mucho más por explorar".

Editor/Redactor de la noticia: Juan F. González.

Referencias

[1] Researches document the presence of quantum spin liquids: a never before seen state of matter, Space Daily new.

URL: https://www.spacedaily.com/reports/Harvard_led_researchers_document_the_presence_of_quantum_spin_liquids_a_never_before_seen_state_of_matter_999.html

[2] *Probing topological spin liquids on a programmable quantum simulator*, G. Semeghini, H. Levine, A. Keesling, S. Ebadi, T. T. Wang, D. Bluvstein, R. Verresen, H. Pichler, M. Kalinowski, R. Samajdar, A. Omran, S. Sachdev, A. Vishwanath, M. Greiner, V. Vuletić and M. D. Lukin. *Science* • 2 Dec 2021 • Vol 374, Issue 6572 • pp. 1242-1247 • DOI: 10.1126/science.abi8794, <https://dx.doi.org/10.1126/science.abi8794>

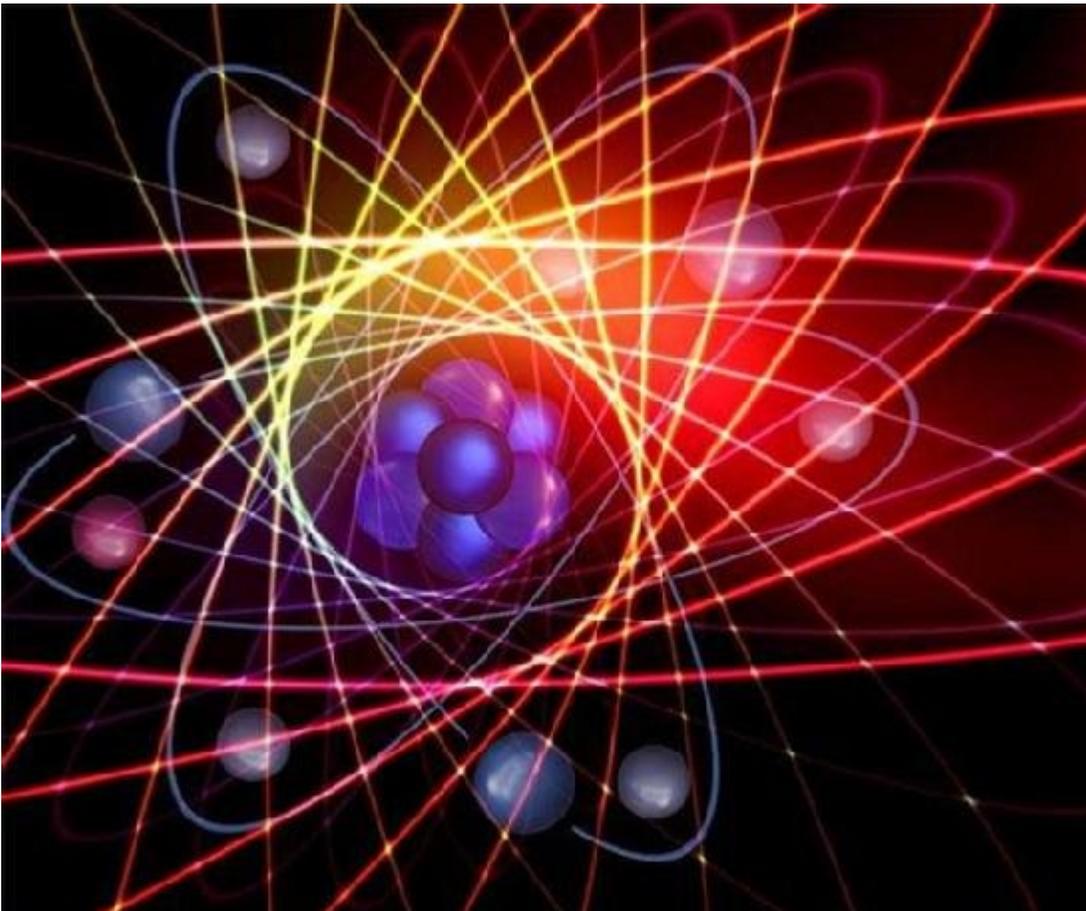


Figura 1. El misterioso mundo cuántico y atómico introduce nuevos estados exóticos de la materia.

A11. Memristores y espintrónica

[Editar](#)

Figura 1. Un memristor espintrónico. Los memristors son útiles en computación neuromórfica, simulación de neuronas y redes neuronales.

En el camino hacia la I.A. (o A.I), la inteligencia artificial, y la computación cuántica, varios investigadores han logrado combinar elementos electrónicos llamados memristores (propuestos por L. O. Chua hace medio siglo, y encontrados por HP entre 2008 y 2010) con la espintrónica (electrónica que tiene en cuenta el espín del electrón como grado de libertad adicional en los procesos de electrónicos, y no solamente la carga del electrón).

Los memristores llevan años estudiándose como circuitos capaces de modelar sinapsis y en las arquitecturas de ordenadores que dan lugar a la llamada computación neuromórfica (financiada por entidades como DARPA).

La computación neuromórfica es un paso natural intermedio hacia la computación cuántica, ya que el aprendizaje usando memristores combinado con espintrónica, a escala nanométrica con nanoelectrónica de "dispositivos con memoria" como los memristores, parece lograr un comportamiento "tipo cerebro" muy interesante en las aplicaciones prácticas a corto plazo, especialmente en robótica e inteligencia artificial.

El objetivo es alcanzar un ordenador "brain-like" a nivel cuántico en última instancia, y una auténtica I.A., que tardará todavía una o dos décadas, salvo revolución, en emerger.

Así, el artículo cuenta cómo unos investigadores de la Universidad de Tohoku y la Universidad de Gotemburgo han establecido una nueva tecnología espintrónica para la computación inspirada en el cerebro. Su logro se publicó en la revista Nature Materials el 29 de noviembre de 2021. Las tareas cognitivas sofisticadas, como el reconocimiento de imágenes y de voz, han experimentado avances recientes gracias al aprendizaje profundo. Aun así, el cerebro humano aún ejecuta estas tareas sin gastar mucha energía y con mayor eficiencia que cualquier computadora. Por lo tanto, el desarrollo de neuronas artificiales energéticamente eficientes capaces de emular procesos inspirados en el cerebro ha sido un importante objetivo de investigación durante décadas. Los investigadores demostraron la primera integración de un nanoelemento de computación cognitiva, el memristor, en otro, un oscilador espintrónico. Los conjuntos de estos osciladores controlados por memristor combinan el almacenamiento local no volátil de la función de memristor con el cálculo de frecuencia de microondas de las redes de nanoosciladores y pueden imitar de cerca las redes neuronales oscilatorias no lineales del cerebro humano. La resistencia del memristor cambió con la histéresis de voltaje aplicada al electrodo superior de Ti/Cu. Tras la aplicación de voltaje al electrodo, se aplicó un campo eléctrico en el estado de alta resistencia, en comparación con los flujos de corriente eléctrica para el estado de baja resistencia. Los efectos del campo eléctrico y la corriente en el oscilador diferían entre sí, ofreciendo varios controles de propiedades de oscilación y sincronización. El profesor Johan Akerman de la Universidad de Gotemburgo y líder del estudio expresó sus esperanzas para el futuro y la importancia del hallazgo. "Estamos particularmente interesados en los esquemas informáticos emergentes de inspiración cuántica, como Ising Machines. Los resultados también destacan la colaboración productiva que hemos establecido en espintrónica neuromórfica entre la Universidad de Gotemburgo y la Universidad de Tohoku, algo que también es parte de la Suecia- Red colaborativa de Japón MIRAI 2.0". "Hasta ahora, las neuronas artificiales y las sinapsis se han desarrollado por separado en muchos campos;

este trabajo marca un hito importante: dos elementos funcionales se han combinado en uno", dijo el profesor Shunsuke Fukami, quien dirigió el proyecto por parte de la Universidad de Tohoku. El Dr. Mohammad Zahedinejad de la Universidad de Gotemburgo y primer autor del estudio agrega: "Usando las matrices de osciladores espintrónicos controlados por memristor, pudimos ajustar las interacciones sinápticas entre neuronas adyacentes y programarlas en estados mutuamente diferentes y parcialmente sincronizados". Para poner en práctica su descubrimiento, los investigadores examinaron el funcionamiento de un dispositivo de prueba compuesto por un oscilador y un memristor. La región restringida de la pila W/CoFeB sirvió como un oscilador, es decir, la neurona, mientras que la pila MgO/AlOx/SiNx actuó como un memristor, es decir, la sinapsis. La resistencia del memristor cambió con la histéresis de voltaje aplicada al electrodo superior de Ti/Cu. Tras la aplicación de voltaje al electrodo, se aplicó un campo eléctrico en el estado de alta resistencia, en comparación con los flujos de corriente eléctrica para el estado de baja resistencia. Los efectos del campo eléctrico y la corriente en el oscilador diferían entre sí, ofreciendo varios controles de propiedades de oscilación y sincronización. El profesor Johan Akerman de la Universidad de Gotemburgo y líder del estudio expresó sus esperanzas para el futuro y la importancia del hallazgo. "Estamos particularmente interesados en los esquemas informáticos emergentes de inspiración cuántica, como Ising Machines. Los resultados también destacan la colaboración productiva que hemos establecido en espintrónica neuromórfica entre la Universidad de Gotemburgo y la Universidad de Tohoku, algo que también es parte de la Suecia- Red colaborativa de Japón MIRAI 2.0".

Redactor de la noticia: Juan F. González.

Palabras clave: memristor, espintrónica, computación neuromórfica, computación cuántica, sinapsis, nanoelectrónica, inteligencia artificial.

Referencias

[1] Space Daily news, *Combining two cognitive computing nano-elements into one*,
by Staff Writers.

URL: https://www.spacedaily.com/reports/Combining_two_cognitive_computing_nano_elements_into_one_999.html

[2] "Memristive control of mutual SHNO synchronization for neuromorphic computing", Mohammad Zahedinejad, Himanshu Fulara, Roman Khymyn, Afshin Houshang, Mykola Dvornik, Shunsuke Fukami, Shun Kanai, Hideo Ohno & Johan Åkerman. Nature Materials volume 21, pages 81–87 (2022) <https://dx.doi.org/10.1038/s41563-021-01153-6>

A12. Fortuna y gloria: la hipótesis de Riemann

[Editar](#)

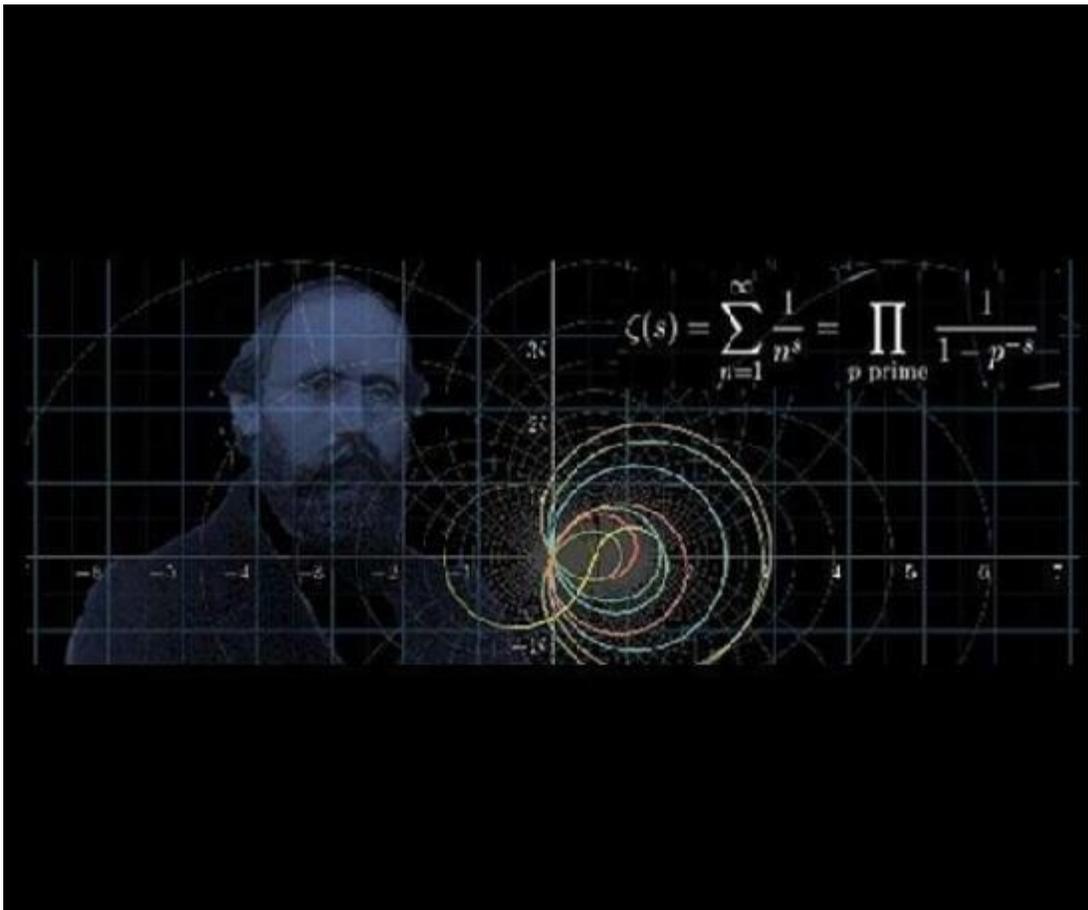


Figura 1. El matemático B. Riemann, autor de trabajos como la geometría no euclídea y sus fundamentos, o la más célebre conjetura sin demostrar de las Matemáticas. La denominada hipótesis de Riemann.

Uno de los problemas sin resolver en Matemáticas más célebres es la llamada hipótesis de Riemann. Hace aproximadamente 150 años, el matemático B. Riemann postuló que los "ceros" o valores de una función de variable compleja $z = a + bi$, $i = \sqrt{-1}$, llamada función zeta de Riemann, solamente podrían tener dos opciones: una trivial y otra no trivial. La función zeta de Riemann se define en el plano complejo como la serie:

$$\zeta(z) = \sum_{n=1}^{\infty} n^{-z} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^z} = \prod_{p=2, \text{prime}}^{\infty} \frac{1}{1 - p^{-z}} = \prod_{p, \text{prime}} (1 - p^{-z})^{-1}$$

B. Riemann demostró que los ceros triviales de esta función, números que hacen que $\zeta(z) = 0$, eran los números enteros negativos pares, es decir, $\theta_n = -2n$, $n = 1, 2, 3, \dots, \infty$, son tales que $\zeta(\theta_n) = \zeta(-2n) = 0$, y debido a una relación funcional de la función zeta y ciertas computaciones numéricas que realizó a mano (no había ordenadores ni máquinas de cálculo hace 150 años), sugirió que los denominados ceros no triviales de la función zeta se hallaban todos situados en la línea del plano

complejo que satisface $\Re(z) = \frac{1}{2}$. Así pues, B. Riemann sugirió el problema de demostrar por qué todos los ceros no triviales tenían la expresión (correspondiente a una línea vertical en el plano complejo con parte real igual a 0.5):

$$\alpha_n = \frac{1}{2} + i\lambda_n, n = 1, 2, 3, \dots, \infty$$

de forma que $\zeta(\alpha_n) = 0$, y calculó manualmente los primeros valores de λ_n . No pudo demostrar la hipótesis, y los primeros ordenadores modernos, comprobaron la hipótesis de Riemann con miles de millones de ceros no triviales alineados en la anterior línea vertical, pero eso no es una demostración. Podría ocurrir que por alguna razón un cero se desalineara, aunque no parece probable.

La función zeta de Riemann está íntimamente relacionada con la distribución de números primos, y tiene conexiones con la rama más pura de las Matemáticas, llamada Teoría de Números, ya que es un ejemplo sencillo de una clase general de funciones denominadas L-series, funciones modulares en el plano complejo, y que tienen generalizaciones más sofisticadas llamadas polilogaritmos y polizeta cuyas propiedades parecen conectarse con las descripciones más abstractas de la Naturaleza por parte de los Físicos. Irónicamente, los físicos establecieron conexiones con la función zeta durante el siglo XX en dos (tres) ramas incompletas:

1. La teoría de matrices aleatorias. Dyson (fallecido no hará mucho tiempo), especuló con la relación de la distribución de ceros no triviales y la llamada teoría de matrices aleatorias, rama abstracta de la probabilidad en Matemáticas.

2. La descripción cuántica de núcleos pesados. Hilbert y Polya, matemáticos, especularon con la conexión de la hipótesis de Riemann y la descripción cuántica de ciertos sistemas (núcleos pesados, o también cierta clase de sistemas masivos), sugiriendo que los ceros no triviales correspondían a los llamados autovalores de un operador hermítico cuántico de carácter hamiltoniano. Desde entonces, esta conjetura relacionada con la hipótesis de Riemann se llama conjetura de Hilbert-Polya, y es uno de los ingredientes del ataque a la demostración de la hipótesis de Riemann, que ha sido abordada por varios investigadores.

3. El caos en física cuántica.

En un paso adicional hacia la demostración de la hipótesis de Riemann, investigadores han publicado recientemente una conexión aún más profunda de la hipótesis de Riemann con la Física, mediante el denominado movimiento browniano.

En un artículo reciente Giuseppe Mussardo and Andre Leclair muestran que hay una extremadamente elegante explicación del alineamiento de los ceros no triviales, debido a un fenómeno inesperado: el movimiento caótico del movimiento browniano y las leyes de la probabilidad que subyacen al mismo (sugiriendo además que es universal a la funciones de Dirichlet o L-series antes mencionadas), Mussardo and Leclair prueban la que si este comportamiento existe, entonces satisfecerá la hipótesis de Riemann. Aunque no es una demostración definitiva, porque no pueden excluir en su artículo la hipótesis de que tal conexión falle...En el resumen de su artículo y su texto dejan claro que "(...)we can conclude that while a violation of the RH is strictly speaking not impossible, it is however extremely improbable".

Además, hay también una razón más lucrativa para demostrar la hipótesis de Riemann. La fundación Clay ofrece un millón de dólares por una demostración de la Hipótesis de Riemann (es uno de los 6 problemas del milenio por resolver de los 7 por los que dicha fundación ofrece 1 millón de dólares; la conjetura de Poincaré fue demostrada por G. Perelman, que rechazó el premio).

¿Queréis fortuna? Demostrad la hipótesis de Riemann. ¿Queréis gloria? Demostrad la hipótesis de Riemann.

Redactor de la noticia: Juan F. González.

Referencias

[1] Fuente del artículo original: "The Riemann conjecture unveiled by physics", by SpaceDaily. Disponible en la URL: https://www.spacedaily.com/reports/The_Riemann_conjecture_unveiled_by_physics_999.html

[2] Giuseppe Mussardo and André LeClair, "Randomness of Möbius coefficients and Brownian Motion: Growth of the Mertens Function and the Riemann Hypothesis". Podéis consultar el artículo (en inglés) en la URL: <https://arxiv.org/pdf/2101.10336.pdf>

A13. El telescopio espacial James Webb: lanzamiento el 25-12-2021

Figura 1. El regalo de Navidad de la NASA y la ESA. Un JWST en órbita. ¡Feliz Nochebuena y Navidad a tod@s! (Y Felices Fiestas, Año Nuevo, blablabla...jajaja)

Ha llegado el día: tra 30 años de desarrollo y 10 años de construcción+retrasos, mañana 25-Diciembre-2021, a las 13:20 hora española, con permiso del clima y otros problemas, se lanzará el telescopio espacial de una nueva generación: el James Webb Space Telescope. Diseñado para trabajar también en el IR (infrarrojo), muchos tendremos un especial regalo de Navidad con un lanzamiento exitoso y...un mes de travesía de infarto hasta su ubicación en el denominado punto de Lagrange L2. No va a estar en órbita de

baja altura como el Hubble, por lo que si algo falla, será un desastre para un proyecto que ya ha costado 10000 millones de dólares.

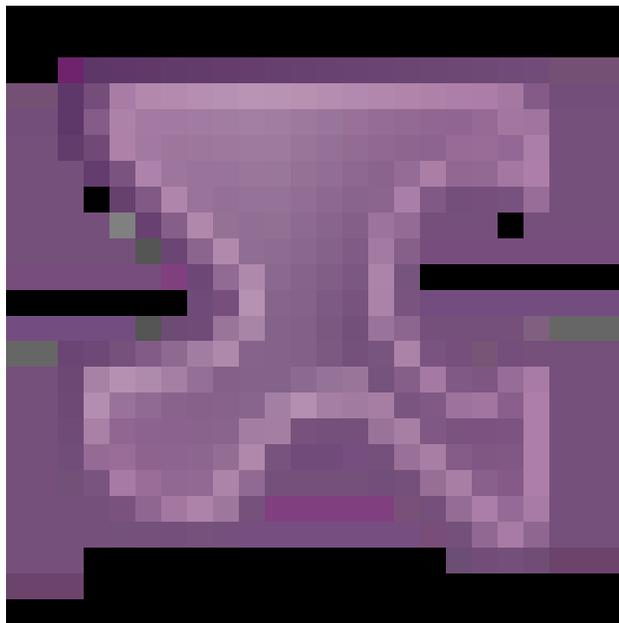
¿Qué va a observar este telescopio? Entre otras muchas cosas (la lista de propuestas de observación es larga y habrá peleas por lograr tiempo de observación con él por los institutos y centros de investigación de Astronomía, Astrofísica y Cosmología de todo el mundo):

1. Observar las primeras estrellas del Universo, llamadas técnicamente en jerga Población III (o PopIII). Estas estrellas solamente tenían hidrógeno y helio, y deben estar en el rango de sus observaciones.
2. Observación de atmósferas exoplanetarias de los exosistemas más cercanos (por ejemplo Proxima b), y búsqueda de biomarcadores.
3. Medición más precisa del parámetro de Hubble (de hecho hay controversia y polémica con su valor en unos pocos km/s/Mpc dependiendo del método usado, el JWST ayudará a resolver este problema, o quizás a endurecerlo).
4. Nubes de medio interestelar, enanas marrones, objetos fríos como planetas de nuestro sistema solar también, cometas y objetos del cinturón de Kuiper y la nube de Oort.

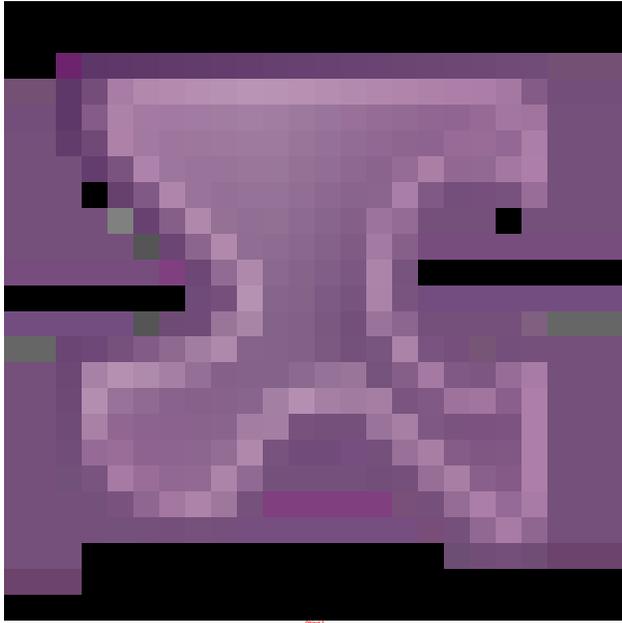
El tiempo de vida del telescopio será de 5 años, aunque si todo va bien podría sobrevivir hasta 10 años (mucho menos que nuestro longevo Hubble).

Figuras 2 y 3. El telescopio James Webb: imágenes artísticas.

Vídeo 1. Documental (en inglés) sobre el JWST a continuación:



<https://www.youtube.com/watch?v=v4pfIdysI5A>



The insane engineering of JWST (documental en inglés del desarrollo de ingeniería de este telescopio).

Dirección web de este vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=aICaAEXDJQQ>

Actualización: JWST está ya totalmente desplegado y esperando llegar a L2...

Actualización(II): El JWST llegó al punto L2 de forma exitosa el 24-1-2022. Ahora solo falta esperar su calibración, y el comienzo de sus operaciones. Primeras fotos del JWST en torno al verano (5-6 meses que no son nada comparados a los años que hemos esperado para tenerlo ahí).

Actualización(III): On 4 February 2022, the first glimmer of light viewed by the James Webb Space Telescope was from the star HD 84406 for the purpose of testing and aligning the focus of the telescope's 18 mirrors. [El 4 de Febrero de 2022, la primera señal de luz vista por el telescopio JW fue recibida enfocando a la estrella de nombre HD 84406 para el propósito de comprobación y alineamiento de los 18 espejos del telescopio].

Actualización(IV): Selfie y foto con las cámaras IR del propio JWST. Primera foto de cielo de calibrado.

Actualización(V): Espejos enfriándose (temperaturas a 16-2-2022)

Figura 4. El enfriamiento de los espejos del JWST (fecha 17-2-2022).

Actualización(VI). Stacking (apilado) de fotos de una estrella, y preparando el telescopio para el verano. <https://www.space.com/james-webb-space-telescope-hexagonal-star-image>

Figura 5. Apilado de imágenes para calibrado del JWST.

Actualización(VII). Primera estrella enfocada con espejos alineados.

Figura 6. HD84406. Primera imagen del JWST, con los espejos alineados.

Redactor de la noticia: Juan F. González.

A14. IXPE: el telescopio de polarización de rayos X extremo.

[Editar](#)



Figura 1. IXPE. Imagen artística. Dominico público.

La NASA y la Agencia Espacial Italiana han programado (y ya lanzado, antes del JWST), un telescopio de rayos X y polarización llamado IXPE (Imaging X-ray Polarimetry Explorer: explorador de polarimetría e imagen de rayos X). Lanzado hace unas semanas en un cohete Falcon 9 de Space X desde Cavo Cañaveral, Florida, medirá la polarización de la luz de rayos X producida en objetos compactos extremos como estrellas de neutrones y agujeros negros, así como los remanentes brillantes que dejan las explosiones de estrellas que denominamos supernovas (o hipernovas) en la actualidad. La polarización es una propiedad de la luz, que esencialmente mide la diferente dirección de vibración de la onda (generalmente electromagnética en el caso de los rayos X) en comparación a la dirección de propagación de la onda. La polarización se usa en óptica (gafas), en grabación de alta densidad de información en CDs o circuitos electrónicos y memorias, y tiene multitud de otras aplicaciones. La polarización es una propiedad de ondas denominadas transversales, como las electromagnéticas (con dos grados de polarización, llamada L y R), o las ondas

gravitacionales de la teoría de la relatividad general de Einstein (que predice 2 tipos de polarización, llamadas + y x; otras teorías no einsteinianas de gravedad más complicadas incluyen otros tipos de polarización, por lo que medir solamente 2 tipos de polarización sería una prueba más a favor de la relatividad general).

Referencias

[1] Fuente de la noticia original, URL: <https://www.newscientist.com/article/2300780-nasa-is-launching-x-ray-telescope-to-study-the-science-of-black-holes>

Redactor de la noticia, y añadidos personales: Juan F. González

A15. La fase beta del helio-3 superfluido: ¡descubierta al fin!

[Editar](#)



Credit: A. Yudin/P. L. Kapitza Institute for Physical Problems

Figura 1. Instituto Kapitza para los problemas físicos. Crédito: A. Yudin. Aparato para medir y producir el helio-3 superfluido.

Investigadores del Instituto Kapitza de Rusia han descubierto un nuevo estado de la materia superfluida del helio-3 que se postuló hace años, y no había sido vista/producida anteriormente. Es la llamada fase beta del estado superfluido del átomo de helio-3. Si bien ya se conocía la fase superfluida, se conocían estudios teóricos que indicaban la existencia de esta nueva fase o estado nunca observado anteriormente.

Los resultados del estudio de este nuevo estado superfluido de la materia se espera tengan aplicaciones en el conocimiento y entendimiento de la superconductividad no convencional, los gases cuánticos, y posiblemente en los estudios de materia degenerada que existe en el interior de la aún desconocida estructura de las estrellas de neutrones.

Referencias

[1] Fuente de la información original, URL: <https://physics.aps.org/articles/pdf/10.1103/Physics.14.s156>

Redactor de la noticia: Juan F. González

A16. La misteriosa estrella de Przybylski

[Editar](#)

Descubierta en 1961, la estrella de Przybylski está rodeada en un profundo misterio que nadie es capaz de resolver todavía, en un caso similar al más reciente de "la estrella de Tabby" (otra estrella cuya luminosidad baja de forma irregular dramáticamente y para la que no se encuentra una explicación razonable y testable todavía).

Scientific history [\[edit\]](#)

In 1961, the Polish-Australian astronomer [Antoni Przybylski](#) discovered that this [star](#) had a peculiar spectrum that would not fit into the standard framework for [stellar classification](#).^{[13][14]} Przybylski's observations indicated unusually low amounts of [iron](#) and [nickel](#) in the star's [spectrum](#), but higher amounts of unusual elements like [strontium](#), [holmium](#), [niobium](#), [scandium](#), [yttrium](#), [caesium](#), [neodymium](#), [praseodymium](#), [thorium](#), [ytterbium](#) and [uranium](#). In fact, at first Przybylski doubted that iron was present in the spectrum at all. Modern work shows that the [iron group](#) elements are somewhat below normal in abundance, but it is clear that the [lanthanides](#) and other exotic elements are highly over-abundant.^[6]

Przybylski's Star also contains many different short-lived [actinide](#) elements with [actinium](#), [protactinium](#), [neptunium](#), [plutonium](#), [americium](#), [curium](#), [berkelium](#), [californium](#), and [einsteinium](#) being detected. The longest-lived isotope of einsteinium has a [half-life](#) of only 472 days. Other radioactive elements identified in this star include [technetium](#) and [promethium](#).^[15]

Figura 1. Captura de la Wikipedia inglesa, sobre la estrella de Przybylski.

¿Cuál es el misterio? Resulta, que las estrellas emiten luz, y la luz que emiten depende de los elementos químicos (o moléculas) que la componen. El misterio es que la estrella de Przybylski tiene una cantidad anormalmente alta de isótopos y elementos de las tierras raras, y de elementos radioactivos con un breve tiempo de vida. ¡Y no debería ser posible porque las estrellas no tienen demasiadas cantidades de estos elementos químicos! Así pues, tenemos el siguiente hecho inexplicado: no hay casi hierro en la atmósfera de esta estrella, pero en su lugar hay metales de tierras raras (lantánidos), y elementos radioactivos (como plutonio, curio o einstenio). Esto ha llevado a retomar una antigua hipótesis de que pudiera ser un cementerio nuclear o faro para una civilización alienígena inteligente....

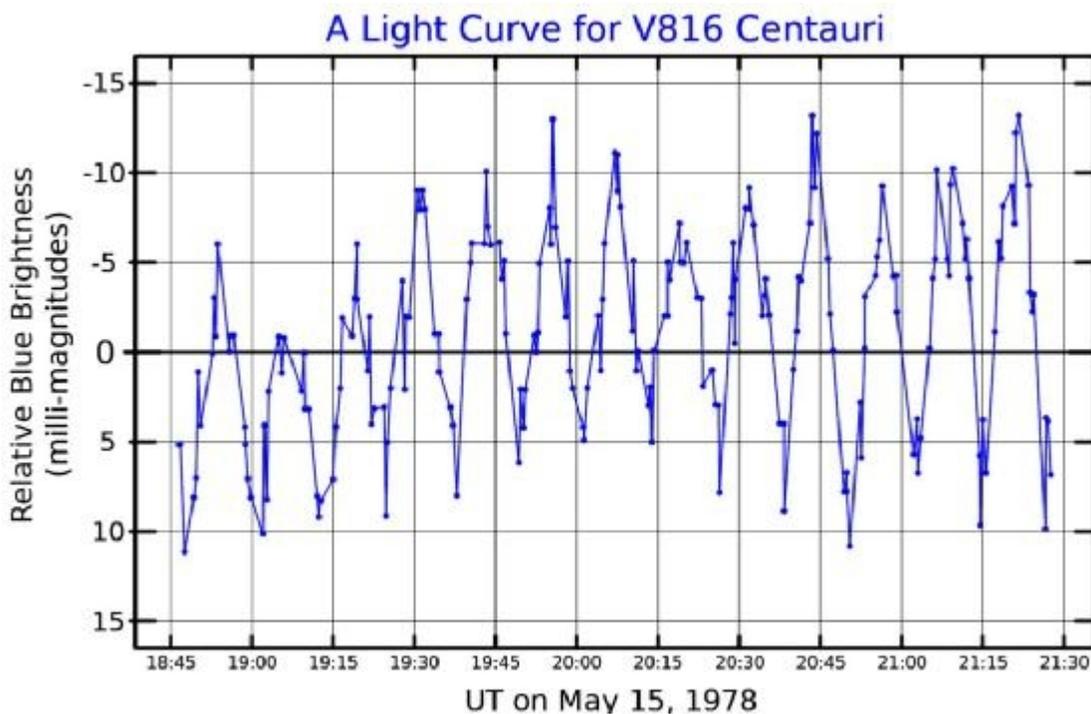


Figura 2. La extraña curva de brillo de la estrella de Przybylski.

Se han sugerido varias ideas o hipótesis para explicar la presencia de tierras raras y elementos como el einstenio en esta estrella:

1. Estrella de neutrones. Problema: uno necesitaría generalmente estrellas de neutrones para generarlos en las cantidades vistas. Y no parece haber estrellas de neutrones cerca de la estrella de Przybylski.

2. La estrella contiene elementos nuevos de la llamada "isla de estabilidad" que no podemos detectar todavía. Problema: "¿Por qué no vemos los espectros de los elementos superpesados de la estrella?"

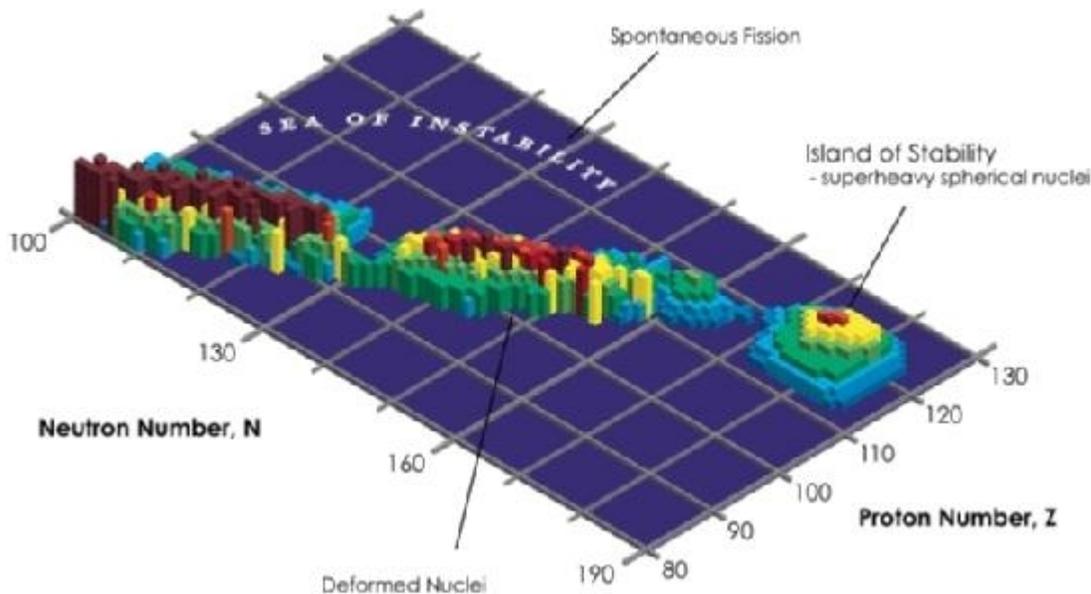


Figura 3. La hipotética isla de estabilidad de Seaborg, que sugiere la existencia de núcleos pesados estables superpesados para ciertos Z y N aún no logrados en la Tabla Periódica moderna.

3. Es un error experimental. Problema: varios grupos independientes han confirmado las cantidades y los resultados de forma separada. No obstante, no se puede descartar que hayan pasado algún error por alto. Pero parece cada vez más improbable esta opción. Es necesario sin embargo mirar más a esta estrella y ver si de nuevo se ven los resultados.

4. Es un cementario nuclear alienígena/laboratorio de residuos alienígena. Problema: "¿No deberían los alienígenas oponerse a la energía nuclear? ¿No deberían ser "verdes" en el Universo?"

5. Sagan, Shklovskii and Drake propusieron una vez que los alienígenas podrían señalar su presencia lanzando un montón de elementos raros como prometio a una estrella. Sin embargo, ahora que tenemos una estrella con prometio y otros elementos exóticos, la gente parece resiliente a la hipótesis alienígena. Hechos extraordinarios requieren evidencias extraordinarias. ¿Y aceptación extraordinaria? Uoooohhh...Alienígenas sucios que tiran basura de sus elementos raros sobrantes a una estrella...

6. Una estrella compañera exótica oculta, o un disco de "debris" o restos de una kilonova o supernova. Problema: no hay aún evidencias de este tercer compañero (es sistema es binario de forma natural) ni de esa explosión en archivos recientes.

Solamente futuras observaciones y estudios de esta estrella y su entorno nos dirán si hay una explicación usual o una explicación extraordinaria. El uso de los elementos químicos para descubrir civilizaciones alienígenas es uno de los que históricamente se han perseguido. ¿Estamos ante los alienígenas? No, todavía no. Pero sin duda, según avanza el conocimiento científico, tendremos instrumentos tecnológicos más avanzados que nos permitirán estudiar una de las preguntas más antiguas sin respuesta de la Humanidad...¿Estamos solos en el Universo/Multiverso? Algún día, quizás, tendremos la respuesta. ¿Está el mundo preparado para ella?

Redactor de la noticia: Juan F. González

Referencias:

[\[1\] Fuente de la noticia: hilo personal en diferentes redes sociales, iniciado por el matemático-físico John C. Baez.](#)

A17. Las misteriosas partículas X(3872): ¡detectadas en el plasma de quark-gluones por primera vez!

[Editar](#)



Figura 1. Crédito/Credit: Pixabay/CC0 Public Domain.

En las primeras millonésimas de segundo tras el Big Bang, el Universo era un amasijo de plasma de quarks y gluones a unos 10^{12} K. Partículas que brevemente se agrupaban en innumerables combinaciones antes de enfriarse mucho después, y adoptar configuraciones más estables que han llegado a nuestros días, conocidas como protones y neutrones.

En el caos antes de enfriarse, una fracción de estos quarks y gluones colisionaron aleatoriamente para formar unas misteriosas partículas llamadas partículas X, ó X(3872), cuya estructura es aún desconocida. Las partículas X son extremadamente raras, aunque los físicos han teorizado, desde su descubrimiento en el experimento Belle en Japón, que pueden ser creadas en los laboratorios a través de coalescencias de quarks, donde las colisiones de alta energía puedan generar similares condiciones a las del Big Bang y el plasma de quark-gluones primordial del Universo.

Físicos del MIT, del Laboratorio para la Ciencia Nuclear, y otros laboratorios del mundo, han encontrado evidencias de las partículas X en el plasma de quark-gluones

formado en las colisiones Pb-Pb (plomo-plomo) del LHC (Large Hadron Collider), la Organización Europea para la Investigación Nuclear, en Ginebra, Suiza.

El equipo internacional de científicos usó técnicas de machine-learning para estudiar a través de más de 43000 millones de colisiones de iones pesados de plomo, cada uno de los cuales producía miles de partículas cargadas. Entre la ultradensa sopa de partículas de altas energías, los investigadores fueron capaces de inferir la presencia de unas 100 partículas X, X(3872), de masa $3872 \text{ MeV}/c^2$.

Los resultados, publicados en la revista *Physical Review Letters*, marcan la primera vez que los investigadores hallan partículas X en plasma de quark-gluón, un ambiente que esperan iluminen la naturaleza desconocida interna de dichas partículas. "Es de hecho el inicio de la historia", menciona Yen-Jie Lee, Profesor del MIT. "Hemos mostrado que podemos encontrar una señal. En los próximos años queremos usar el plasma de quark-gluones para probar la estructura interna de las partículas X, que podría cambiar nuestra visión del material que el Universo produciría en el Universo primitivo." Los coautores del estudio son miembros de la colaboración CMS, un equipo internacional de científicos que opera y colecciona datos del CMS (Compact Muon Solenoid), uno de los detectores del LHC.

Partículas en el plasma.

Los bloques básicos de construcción de la materia son los neutrones y los protones, que a su vez están hechos de 3 quarks fuertemente ligados o unidos. "Durante años, hemos pensado que por alguna razón, la naturaleza había elegido producir partículas hechas solamente de 2 ó 3 quarks", dice Lee. Solamente recientemente, los físicos de partículas empezaron a ver signos de "tetraquarks" exóticos, partículas hechas de 4 quarks en una rara combinación. Los científicos sospechan que X(3872) es o bien un tetraquark compacto, o una enteramente nueva molécula hecha no de átomos, sino de dos mesones ligados, siendo los mesones partículas de 2 quarks. X(3872) se descubrió en el experimento Belle, un colisionador de Japón que hacía chocar electrones de alta energía y positrones. En este ambiente, sin embargo, las partículas X decaían demasiado rápidamente para que los científicos pudieran examinar su estructura en detalle. Se hipotetizaba que X(3872) y otras partículas exóticas podrían ser vistas mejor en el plasma de quark-gluones, como así ha sido.

. "Teóricamente hablando, hay tantos quarks y gluones en el plasma, que la producción de partículas X debería ser amplificada", señala Lee. "Pero la gente pensaba que sería demasiado difícil buscarlas porque hay demasiadas otras partículas en la sopa de quarks".

"Realmente una señal"

En su nuevo estudio, Lee y sus colegas buscaban señales de partículas X en el plasma de quark-gluones generado por colisiones de iones pesados (plomo) en el LHC. Basaron sus análisis en los datos del 2018, que incluía más de 13000 millones de colisiones, cada una de las cuales liberaba quarks y gluones que se dispersaban y fundían para formar más de 10^{15} partículas antes de desintegrarse y enfriarse. "Cuando el plasma de quark-gluones se forma, y se enfría, hay tantas partículas que el background o fondo es inmenso." "Tuvimos que vencer y eliminar este fondo para que pudiéramos ver las partículas X en nuestros datos". Para hacerlo, el equipo usó técnicas de algoritmos basadas en machine-learning (aprendizaje de máquinas), que entrenaron para recoger patrones de desintegración característicos de las partículas X. Inmediatamente tras la formación de partículas en el plasma, estas partículas se parten en partículas "hijas" que se dispersan. Para partículas X, el patrón de desintegración sigue una distribución angular conocida, desde el experimento Belle, lo que permite distinguirla de otras partículas. Los investigadores, conducidos por Jing Wang, identificaron las variables clave para describir el patrón de la desintegración de las partículas X. Entrenaron un algoritmo de machine-learning para reconocer estas variables, y alimentaron al algoritmo con los datos del LHC. El algoritmo fue capaz de reconocer y olfatear entre el ruidoso conjunto de datos las variables, y encontrar los resultados de la desintegración de las partículas X. "Logramos bajar el background por órdenes de magnitud para reconocer la señal de las partículas X". Esencialmente, como una bat-senal...

Los investigadores, finalmente, se centraron en las señales y observaron el pico de la masa/energía específica y su pico característico, indicando la presencia de partículas X(3872), en aproximadamente un centenar de sucesos.

"Es casi inimaginable que pudimos localizar estas 100 partículas del conjunto de datos que teníamos", dice Lee, que con Wang hicieron múltiples tests de comprobación para verificar sus observaciones de forma independiente.

"Cada noche me preguntaba a mí mismo si era una señal o no", destaca Wang. "Y al final, los datos dijeron que sí".

En el próximo año o dos, los investigadores planean reunir muchos más datos, que deberían ayudar a elucidar la estructura interna misteriosa de las partículas X. Si la partícula es un tetraquark fuertemente ligado o bien una molécula mesónica es algo que aún no está claro. Si fuera un tetraquark, debería desintegrarse más lentamente que en el caso de una molécula mesónica. Ahora el equipo de científicos ha mostrado que pueden detectarse partículas X en el plasma de quark y gluones. Así que planean probar esta partícula en más detalle, y estudiar su estructura microscópica (más bien, femtoscópica). "Actualmente, nuestros datos son consistentes con ambos modelos porque no tenemos suficiente estadística. En los próximos años, tomaremos muchos más datos, así que podremos diferenciar los dos modelos o escenarios". "Eso ampliará nuestra visión de los tipos de partículas que fueron producidos copiosamente en el Universo primigenio."

Redactor de la noticia: Juan F. González

Referencias

[1] Fuente de la noticia original, URL: <https://phys.org/news/2022-01-exotic-particles-quark-gluon-plasma.html>

A18. Plásticos biodegradables

[Editar](#)



Figura 1. Plásticos biodegradables y reciclado. Simbología.

LOS ADITIVOS naturales MEJORAN LOS PLASTICOS BIODEGRADABLES.

Los tiempos en los que vivimos a menudo se han descrito como “La Edad de Plástico”. La invención y adopción de polímeros sintéticos en el siglo XX como alternativas a otros materiales. Extraemos los materiales de partida del petróleo crudo y la fabricamos a partir de ellos. Después ese material se utiliza para muchas cosas.

Dependemos cada vez más de los plásticos, en particular los artículos de plástico de un solo uso. Esto hace que haya mucha acumulación en los vertederos. Gran parte de nuestros desechos plásticos no se reciclan y gran parte terminan en los vertederos y los flujos de desechos hacia el medio ambiente, los ríos y el mar.

Los desechos de plástico ahora representan una carga ambiental imaginable, un problema que podemos resolver fácilmente.

Se han realizado muchos esfuerzos a lo largo de los años para encontrar formas más sencillas de recolectar y reciclar plásticos y productos de uso secundario, pero estos han tenido un éxito limitado dada la enorme escala de producción en todo el mundo.

También se ha realizado un esfuerzo de investigación para encontrar alternativas biodegradables al plástico.

Un nuevo trabajo publicado en el International Journal of Industrial and Systems Engineering ha analizado la posibilidad de fabricar plásticos biodegradables utilizando aditivos naturales para reemplazar los materiales totalmente sintéticos.

La Universidad de Nottingham, Nottingham, Reino Unido, explican cómo han analizado las alternativas para el plástico tienen aditivos naturales para el refuerzo. Los aditivos naturales derivados del quitosano extraído de las conchas de los mariscos y los desechos de paja de arroz son el foco del presente estudio.

El equipo llevó a cabo análisis experimentales y estadísticos de tipos de rellenos naturales. El equipo dice que tanto el quitosano como los aditivos derivados del arroz agregados a niveles del 25% y 35% en peso, pueden mejorar todas estas diversas propiedades.

"Se están realizando más trabajos de caracterización con resultados prometedores que allanarán el camino para la adopción de estos materiales por parte de la industria y su fabricación en forma de gránulos", dice el equipo.

Referencias

[1] Fuente de la noticia: **Natural additives improve biodegradable plastics by David Bradley, Inderscience.** URL: <https://phys.org/news/2022-02-natural-additives-biodegradable-plastics.html>

Redactor de la noticia: Izan Juárez García-Heras (3ºE.S.O., grupo F).

Revisor de la noticia: Juan F. González.

Ficheros adicionales

- [LOS ADITIVOS NATURALES MEJORAN LOS PLÁSTICOS BIODEGRADABLES - Noticia de Izan Juárez García-Heras de 3.ºF.docx](#)
- [LOS ADITIVOS NATURALES MEJORAN LOS PLÁSTICOS BIODEGRADABLES - Noticia de Izan Juárez García-Heras de 3.ºF.pdf](#)

A19. Nanomateriales anómalos

[Editar](#)

Material nano-manufacturado refracta la luz al revés (de vuelta): un importante paso hacia la creación de circuitos fotónicos.

(noticia por el Instituto de Tecnología de California, Caltech).

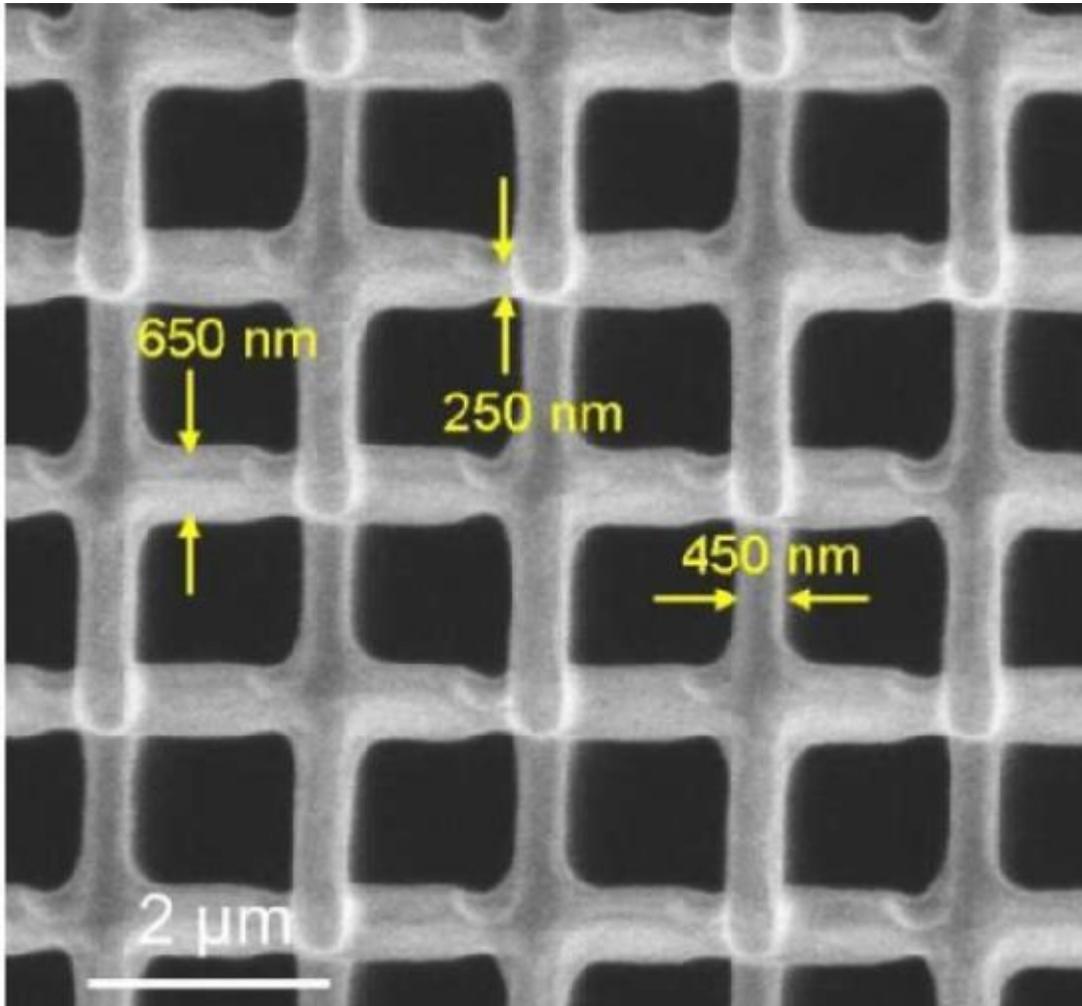


Figura 1. La microscopía de Scanning de electrones (SEM) proporciona la imagen de la red de nanoescala anterior. Crédito: CALTECH.

Un novedoso material nano-manufacturado exhibe una propiedad previamente imaginada solamente de forma teórica: puede refractar la luz hacia atrás, independientemente del ángulo al que la luz golpea el material. Esta propiedad es conocida como refracción negativa y significa que el índice de refracción -la velocidad a

la que la luz puede viajar a través de un material o medio dado- es negativa a lo largo de una parte del espectro electromagnético a todos los ángulos.

La refracción es una propiedad común en materiales; pensad en la manera en la que una pajita en un vaso de agua aparece doblada a un lado, o la manera en la que las lentes de las gafas enfocan la luz. Pero la refracción negativa no involucra el desplazamiento de la luz unos pocos grados a un lado. En su lugar, la luz se envía a un ángulo completamente opuesto del que entra en el material. Esto no ha sido observado en la naturaleza, pero a principios de los años 60 del siglo pasado (1960s), se teorizó que podría ocurrir en materiales periódicos artificiales cuidadosamente fabricados-es decir, materiales contruidos para tener una estructura específica. Solamente ahora los procesos de fabricación han logrado alcanzar la teoría y hacer de la refracción negativa una realidad.

"La refracción negativa es crucial para el futuro de la nanofotónica, que busca entender y manipular el comportamiento de la luz cuando interacciona con materiales o estructuras sólidas a las escalas más pequeñas posibles", dice Julia R. Greer, del Caltech, y Ruben F. junto a Donna Mettler, profesor de Ciencia de Materiales, Mecánica e Ingeniería Médica, y uno de los autores senior de un artículo describiendo el nuevo material. El artículo se publicó en NanoLetters el 21 de Octubre de 2021.

El nuevo material logra su propiedad inusual a través de una combinación de la organización a la escala nanométrica y micrométrica, junto a la adición de un recubrimiento de una película delgada de metal germanio a través de un proceso de un tiempo y esfuerzo considerable. Greer es pionera en la creación de tales nanomateriales, o materiales cuya estructura se diseña y organiza a escala nanométrica y consecuentemente exhibe propiedades sorprendentes e inusuales -por ejemplo, cerámica excepcionalmente ligera que vuelve a su posición o forma original, como una esponja, tras ser comprimida.

BAjo un microscopio de electrones, la estructura del nuevo material se asemeja a una red de cubos huecos. Cada cubo es tan pequeño que la anchura de los rayos fabricando el cubo es 100 veces más pequeño que la anchura de un cabello humano. La red se construyó mediante un material de tipo polímero, que es relativamente fácil de modificar con impresión 3D, y se recubrió con el metal de germanio.

"La combinación de la estructura y el recubrimiento da a la red esta propiedad inusual", dice Ryan Ng (MS '16, Ph.D '20), correspondiente al autor del artículo de NanoLetters. Ng condujo esta investigación mientras era estudiante graduado en el laboratorio de

Greer y es ahora un investigador postdoctoral en el Instituto catalán de Nanociencia y Nanotecnología, en España. El equipo de investigación aplicó a la estructura cúbica reticular y el material una combinación adecuada de modelización computacional (y el conocimiento de que el germanio es un material con alto índice de refracción en general). Para conseguir el polímero recubierto a la escala requerida, con el metal, se necesitó el desarrollo de un nuevo método. Al final, Ng, Greer y sus colegas usaron una técnica en la que el disco de germanio fue bombardeado con iones de alta energía que dispersaron los átomos de germanio fuera del disco y sobre la red del polímero. "No es fácil lograr un recubrimiento adecuadamente espaciado", dice Ng. "Tomó un largo tiempo y esfuerzo optimizar este proceso".

La tecnología tiene potenciales aplicaciones para telecomunicaciones, imagen médica, camuflaje de radar, y computación (cuántica y clásica).

En 1965, la observación de los alumno del Caltech de Gordon Moore (Ph.D. 54'), un miembro del Caltech, predijo que circuitos integrados lograrían ser 2 veces más complicados y la mitad de caros, cada dos años. Sin embargo, porque los límites fundamentales de la disipación de energía y la densidad de un transistor permitió la emergencia y desarrollo de los semiconductores de silicio. Las leyes de Moore han permanecido prácticamente intactas hasta nuestros días. El scaling de la Ley de Moore debería sin embargo acabar pronto. "Hemos alcanzado el final de nuestra capacidad de seguir la Ley de Moore; fabricar transistores electrónicos tan pequeños como podemos y puede la Física", dice Ng. El trabajo actual es un paso hacia la demostración de las propiedades ópticas que podrían requerirse para capacitar circuitos fotónicos 3D. Porque la luz se mueve mucho más rápido que los electrones en 3D, los circuitos fotónicos en 3D serían más rápidos que los tradicionales electrónicos.

El artículo se titula: "Dispersion Mapping in 3-Dimensional Core–Shell Photonic Crystal Lattices Capable of Negative Refraction in the Mid-Infrared."

Referencias

[1] Fuente de la noticia, URL: <https://phys.org/news/2022-01-nano-architected-material-refracts-important-photonic.html>

Redactor de la noticia: Juan F. González.

A20. Ondas gravitacionales en el espacio: de LISA a GLOC

[Editar](#)

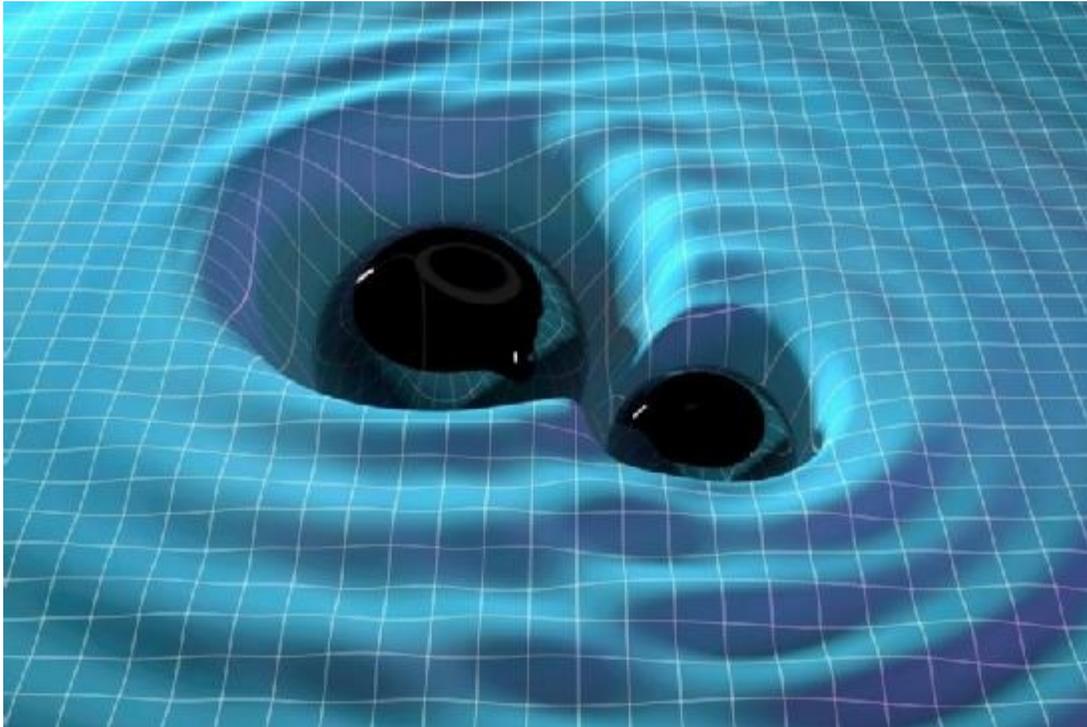


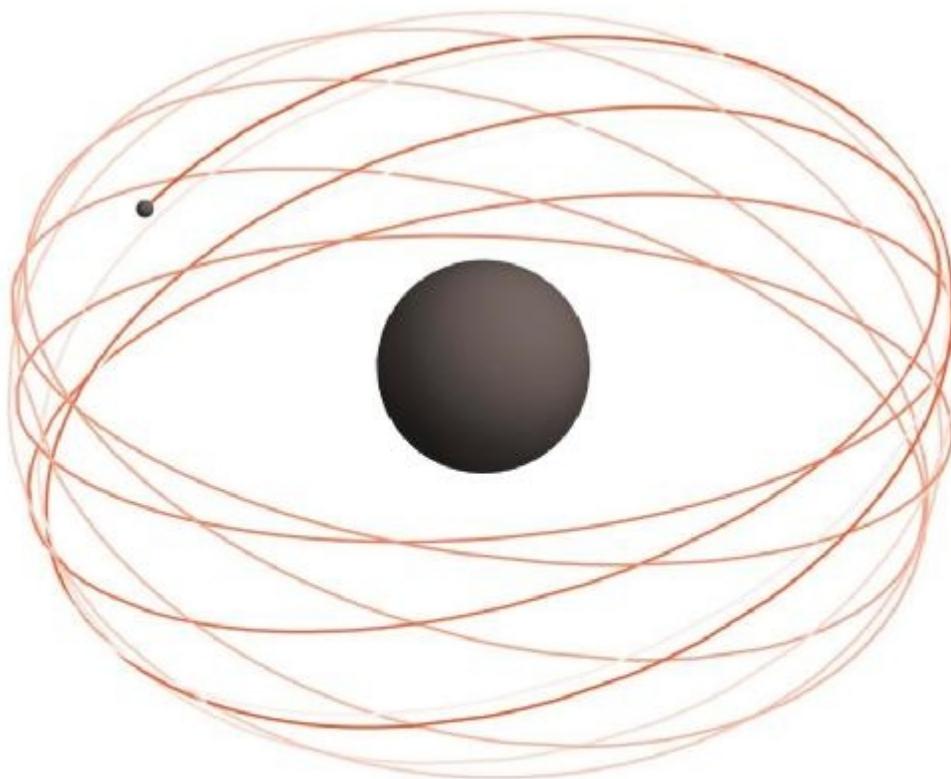
Figura 1. Illustration of two orbiting black holes warping spacetime and generating gravitational waves/Ilustración de dos agujeros negros orbitando deformando el espacio-tiempo a su alrededor, y generando ondas gravitacionales.

Publicado en Nature Astronomy el trabajo que demuestra la precisión sin precedentes con la que las observaciones de ondas gravitacionales del interferómetro espacial LISA podrán detectar nuevos campos fundamentales.

Se ha publicado en Nature Astronomy el trabajo de Andrea Maselli, investigador del GSSI y asociado del INFN, junto a investigadores del SISSA, la Universidad de Nottingham y La Sapienza de Roma, que demuestra la precisión sin precedentes con la que se realizarán las observaciones de ondas gravitacionales mediante el interferómetro espacial LISA capaz de detectar nuevos campos fundamentales.

¿Es la Relatividad General la teoría correcta de la gravitación? ¿Se puede utilizar la gravedad para detectar nuevos campos fundamentales?

Una carta reciente publicada el 9 de febrero de 2022 en Nature Astronomy, escrita por un investigador del GSSI y colegas de SISSA, la Universidad de Nottingham y La Sapienza de Roma, sugiere que una respuesta a estas preguntas puede provenir de LISA, el detector de ondas gravitacionales (GW) basado en el espacio que se espera que sea lanzado por ESA/NASA en 2037.



Short section of the orbital path followed by the stellar component of an EMRI around a spinning black hole.

Credit: N. Franchini

Figura 2. Sección corta de la trayectoria orbital seguida por la componente estelar de un EMRI alrededor de un agujero negro giratorio. Crédito: N. Franchini.

Se han postulado nuevos campos fundamentales, y en particular escalares, en una variedad de escenarios: como explicaciones de la materia oscura, como la causa de la expansión acelerada del Universo, o como manifestaciones de baja energía de una descripción consistente y completa de la gravedad y partículas elementales.

Las observaciones de objetos astrofísicos con campos gravitatorios débiles y una pequeña curvatura del espacio-tiempo no han proporcionado evidencia de tales campos hasta el momento. Sin embargo, hay razones para esperar que las desviaciones de la Relatividad General, o las interacciones entre la gravedad y los nuevos campos, sean más prominentes en curvaturas grandes. Por este motivo, la detección de GW, que abrió una nueva ventana al régimen de campo fuerte de la gravedad, representa una oportunidad única para detectar estos campos.

Inspirales de extrema razón (cociente) de masa (Extreme Mass Ratio Inspirals, EMRI) en el que un objeto compacto de masa estelar, ya sea un agujero negro o una estrella de neutrones, se inspira en un agujero negro hasta millones de veces la masa del Sol, se encuentran entre las fuentes objetivo de LISA y proporcionan una arena dorada para probar el régimen de campo fuerte de la gravedad. El cuerpo más pequeño realiza decenas de miles de ciclos orbitales antes de sumergirse en el agujero negro supermasivo y esto conduce a señales largas que pueden permitirnos detectar incluso las desviaciones más pequeñas de las predicciones de la teoría de Einstein y el Modelo Estándar de Física de Partículas.

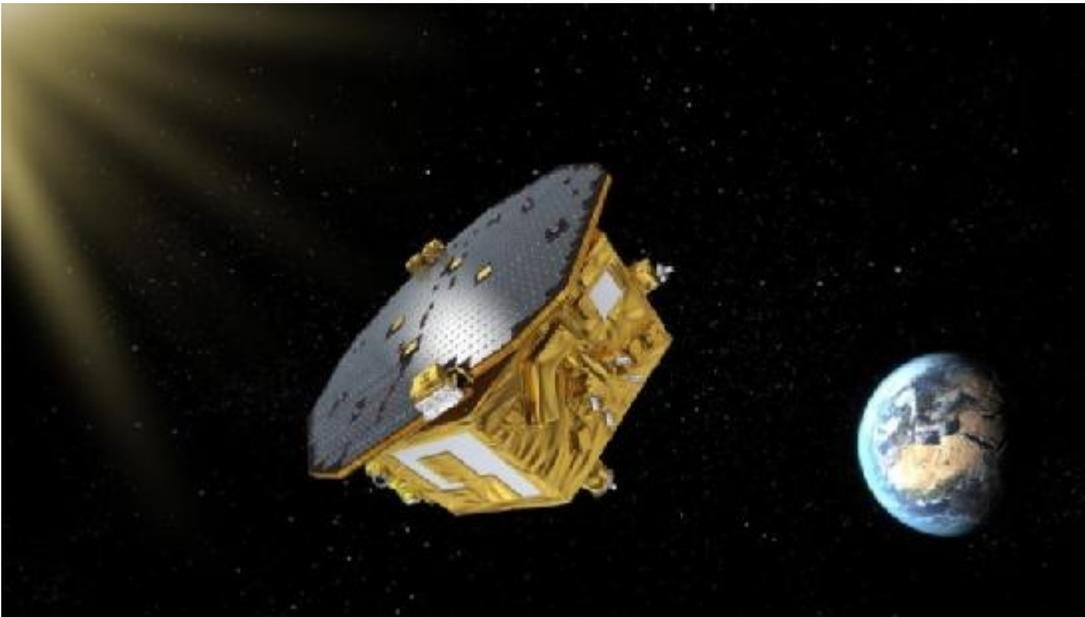


Figura 3. Impresión artística de LISA Pathfinder, la misión de la ESA para probar tecnología para futuros observatorios de ondas gravitacionales en el espacio. LISA es un observatorio de ondas gravitacionales basado en el espacio que se basa en el éxito de LISA Pathfinder y LIGO. Crédito: ESA–C.Carreau. De hecho, LISA Pathfinder funcionó mucho mejor que los parámetros para los que estaba diseñada, mostrando la viabilidad y capacidad de la tecnología para detección de ondas gravitacionales en el espacio.

Los autores han desarrollado un nuevo enfoque para modelar la señal y han realizado por primera vez una estimación rigurosa de la capacidad de LISA para detectar la existencia de campos escalares junto con la interacción gravitacional y para medir la carga escalar, una cantidad que mide cuánto escalar el campo es transportado por el pequeño cuerpo del EMRI. Sorprendentemente, este enfoque es agnóstico a la teoría, ya que no depende del origen de la carga en sí, ni de la naturaleza del cuerpo pequeño. El análisis también muestra que dicha medición se puede asignar a límites fuertes en los parámetros teóricos que marcan las desviaciones de la Relatividad General o el Modelo Estándar.

LISA (Laser Interferometer Space Antenna, Antena Espacial Interómetro Láser), dedicada a la detección de ondas gravitacionales por fuentes astrofísicas, operará en una constelación de tres satélites que orbitarán alrededor del Sol a millones de kilómetros de distancia entre sí. LISA observará ondas gravitacionales emitidas a baja frecuencia,

dentro de una banda no disponible para los interferómetros terrestres debido al ruido ambiental. El espectro visible de LISA permitirá estudiar nuevas familias de fuentes astrofísicas, distintas a las observadas por Virgo y LIGO, como los EMRI, abriendo una nueva ventana sobre la evolución de objetos compactos en una gran variedad de entornos de nuestro Universo.

Referencia: "Detección de campos fundamentales con observaciones LISA de ondas gravitacionales de inspiraciones de relación de masa extrema" por Andrea Maselli, Nicola Franchini, Leonardo Gualtieri, Thomas P. Sotiriou, Susanna Barsanti y Paolo Pani, 10 de febrero de 2022, Nature Astronomy. DOI: 10.1038/s41550-021-01589-5

Nota del traductor: En el futuro, no solamente LISA...La agencia espacial japonesa está preparando DECIGO, la agencia espacial china Taiji, AMIGO, TianQin, y alguna más en proyecto. En el futuro, constelaciones de satélites como Big Bang Observer (BBO, Observador del Big Bang) y la citada Taiji, o posiblemente detectores de ondas gravitacionales en la Luna (como el propuesto GLOC, Gravitational Lunar Observatory for Cosmology, Observatorio Gravitacional Lunar para la Cosmología) permitirán estudiar el Universo en fases previas a la creación de los elementos ligeros y el fondo cósmico de microondas, incluso tal vez (soñar es gratis), entender y observar la propia generación del Universo, desentrañar el misterio que rodea al valor del parámetro de Hubble, y, quizás, saber si nuestro Universo es excepcional y único, una parte de un Multiverso más grande, entendiendo su origen y también averiguando más sobre sus propiedades para predecir su comportamiento en el futuro...Galileo, Newton, Einstein y muchos otros se sentirían orgullosos de lograrse tal hazaña...

Acerca de GLOC (nota personal del traductor):

GLOC podría observar hasta un 90% del volumen total observable del Universo, como indica el diagrama adjunto. Se incluye también una figura de un diseño de GLOC en la luna y de su curva de sensibilidad teórica en comparación a la de otros detectores de ondas gravitacionales.

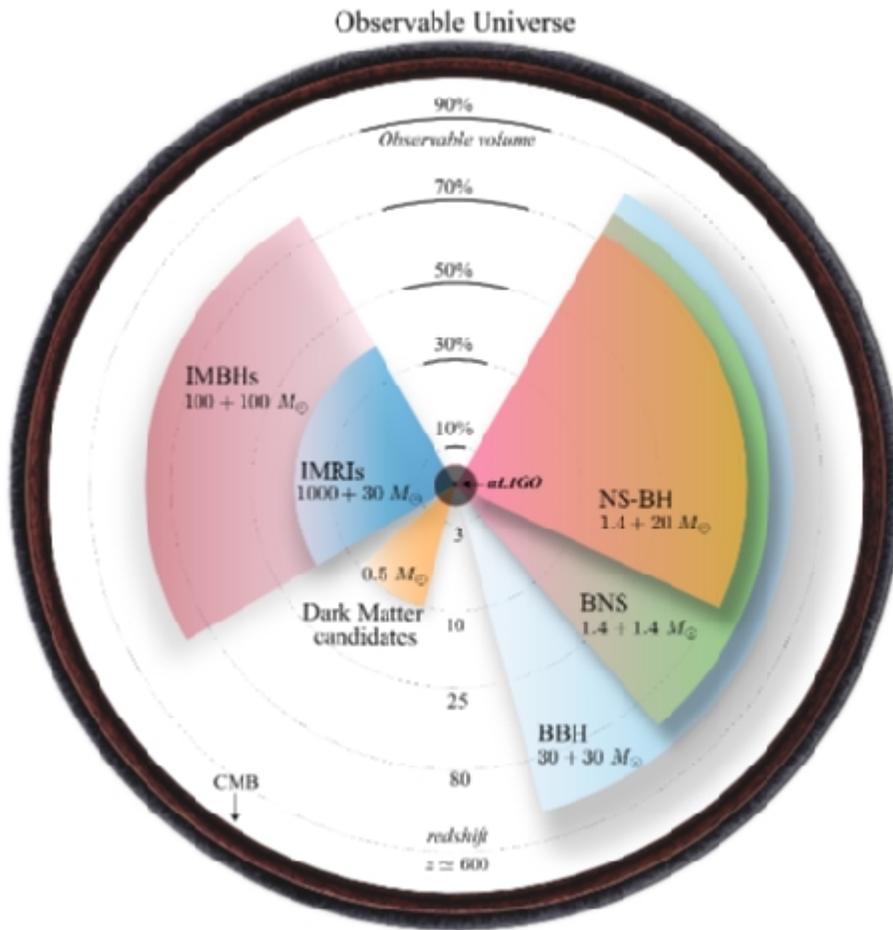


Figura 4. El alcance de GLOCE. 90% del Universo observable en su diseño preliminar.

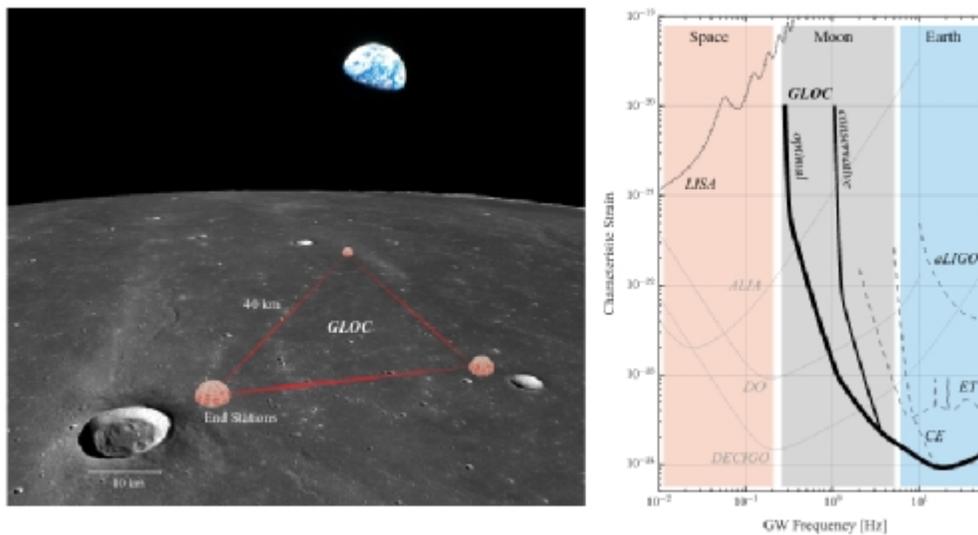


Figura 5. Ubicación propuesta de GLOCE, dimensiones de sus brazos, y su curva de sensibilidad.

Referencias

[1] Fuente del artículo original en inglés, URL: <https://scitechdaily.com/gravitational-waves-lisa-and-the-detection-of-new-fundamental-fields-is-general-relativity-correct/>

Traducción del artículo y edición/adición de notas adicionales: Juan F. González.

A21. La superaleación Elinvar

[Editar](#)

Introducción

Los metales, tal como se explica habitualmente en la escuela o el instituto, generalmente se ablandan cuando se expanden bajo el calor, pero un equipo de investigación dirigido por un académico de la Universidad de la Ciudad de Hong Kong (CityU) y otros investigadores han descubierto una aleación súper elástica primera en su tipo que puede retener su rigidez incluso después de ser calentado a 1000 K (alrededor de 727°C) o más, con una disipación de energía casi nula. El equipo cree que la aleación se puede aplicar en la fabricación de dispositivos de alta precisión para misiones espaciales.

El equipo de investigación estuvo dirigido por el profesor Yang Yong del Departamento de Ingeniería Mecánica (MNE) de CityU, junto con sus colaboradores. Los hallazgos fueron publicados en la prestigiosa revista científica *Nature* bajo el título "A Highly Distorted Ultraelastic Chemically Complex Elinvar Alloy".

Desafiando los principios de expansión térmica

Por lo general, el módulo de elasticidad, es decir, la rigidez, de la mayoría de los sólidos, incluidos los metales, disminuye cuando aumenta la temperatura como resultado de la expansión térmica. Sin embargo, el profesor Yang y su equipo descubrieron que una aleación de alta entropía, llamada $Co_{25}Ni_{25}(HfTiZr)_{50}$, o “la aleación Elinvar de alta entropía”, revela el “efecto Elinvar”. Esto significa que la aleación retiene firmemente su módulo elástico en un rango muy amplio de cambios de temperatura.



Figura 1. La rigidez de la aleación Elinvar de alta entropía permanece invariable con la temperatura. (Universidad de la Ciudad de Hong Kong).

“Cuando esta aleación se calienta a 1000 K, es decir, 726.85°C, o incluso más, es tan rígida o incluso ligeramente más rígida que a temperatura ambiente y se expande sin ninguna transición de fase notable. Esto cambia nuestro conocimiento de los libros de texto, ya que los metales generalmente se ablandan cuando se expanden bajo el calor”, dijo el profesor Yang. El profesor Yang explicó que se trataba de un descubrimiento accidental. “Descubrimos este fenómeno en 2017 y pasamos varios años tratando de comprender los mecanismos subyacentes para determinar por qué la rigidez de la aleación no cambia con el aumento de la temperatura”, agregó. El experimento verificó que la microestructura y las propiedades mecánicas de la aleación eran insensibles al recocido a 1273 K (1000°C) durante diferentes períodos de tiempo.

“Esto significa que la rigidez de la aleación permanece invariable a la temperatura. Según la literatura, no se ha encontrado ningún metal conocido que se comporte de esta manera antes de nuestros hallazgos”, dijo el profesor Yang.

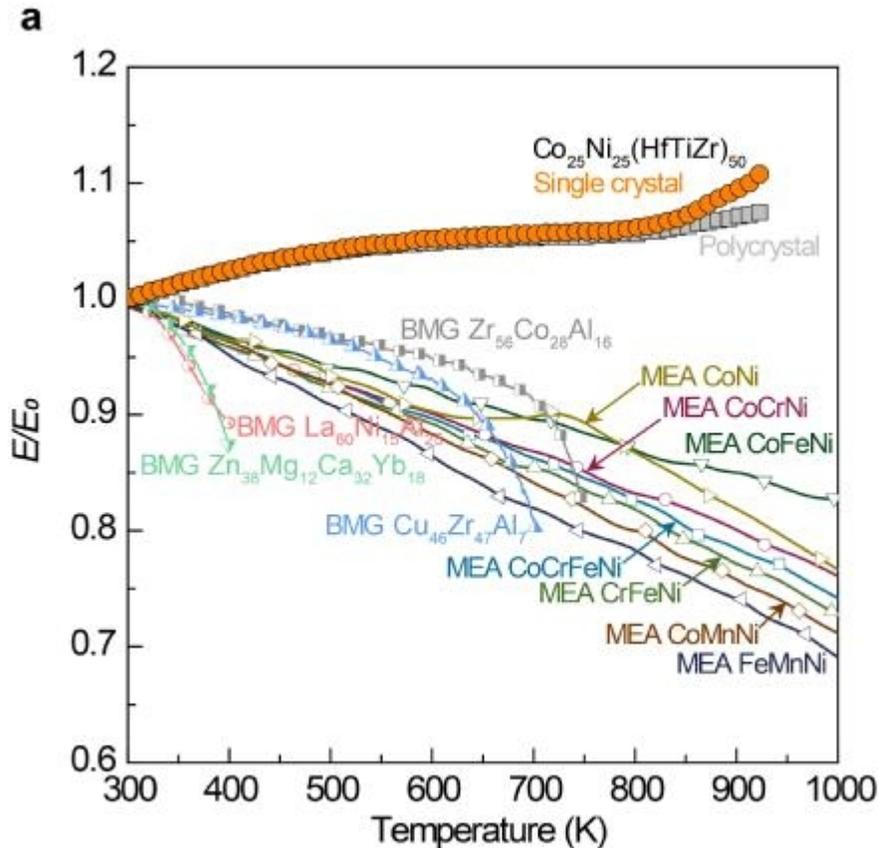


Figura 2. El efecto Elinvar. La figura muestra que el módulo de elasticidad de la aleación permanece casi constante (un ligero aumento) cuando la temperatura aumenta de 300 K a 950 K, es decir, de 26,85 °C a 676,85 °C. El hallazgo sugiere que la estructura es estable incluso a temperaturas muy altas. (Crédito: Q.F. He, et al./Número DOI: 10.1038/s41586-021-04309-1)

La estructura especial conduce a propiedades únicas

El profesor Yang y su equipo descubrieron recientemente la razón detrás del descubrimiento: una estructura reticular especial altamente distorsionada con una composición química compleja a escala atómica. Debido a la combinación de características estructurales únicas, la aleación Elinvar de alta entropía tiene una barrera de energía muy alta contra los movimientos de dislocación. En consecuencia, muestra un límite de deformación elástica impresionante y una capacidad de almacenamiento de energía de casi el 100%.

El equipo también descubrió que la aleación Elinvar de alta entropía tiene un límite elástico (la deformación máxima que se puede desarrollar dentro de ella sin causar una deformación permanente) de alrededor del 2% en formas a granel a temperatura ambiente, en marcado contraste con las aleaciones cristalinas convencionales que tienen un límite elástico inferior al 1%.

Si bien hace varios años se informó sobre una aleación con una composición similar, su estructura y comportamiento no se entendieron en ese momento. En este estudio, el equipo desarrolló tres modelos estructurales atómicos para la misma aleación con diferentes distribuciones de los átomos del elemento y comparó las propiedades. Patentaron el descubrimiento basándose en esta investigación sistemática del sistema de aleación.

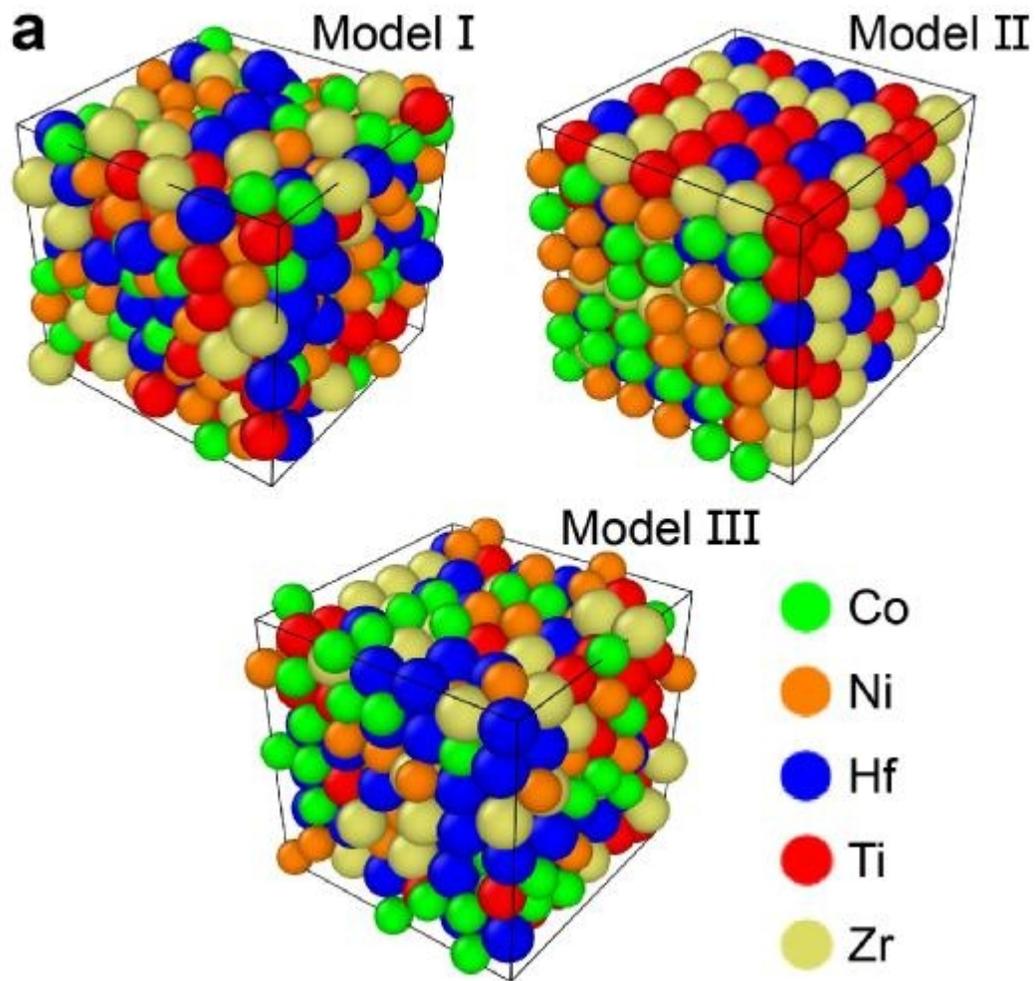


Figura 3. El equipo desarrolló tres modelos estructurales atómicos para la misma aleación, con distintas distribuciones de los átomos del elemento, y comparó sus propiedades. Los modelos II y III coincidieron bien con los resultados experimentales. (Crédito: Q.F. He, et al. / Número DOI: 10.1038/s41586-021-04309-1).

Vídeo 1. El equipo realizó experimentos en los que una bola de acero rebota contra (desde la izquierda) una placa de aleación de $Co_{25}Ni_{25}(HfTiZr)_{50}$, una placa de $Cu_{50}Zr_{45}Al_5$, una aleación de NiAl y acero inoxidable comercial. La placa de aleación $Co_{25}Ni_{25}(HfTiZr)_{50}$ fue la más elástica. (Crédito: Q.F. He, et al./Número DOI: 10.1038/s41586-021-04309-1).

Potencial para fabricar dispositivos de alta precisión

Curiosamente, el equipo descubrió que la aleación es "muy elástica" y puede almacenar una gran cantidad de energía elástica. El profesor Yang señaló que la aleación podría usarse para el almacenamiento de energía para la posterior conversión de energía. “Dado que la elasticidad no disipa energía y, por lo tanto, no generará calor, lo que puede provocar el mal funcionamiento de los dispositivos, esta aleación superelástica será útil en dispositivos de alta precisión, como relojes y cronómetros”, explicó.

El equipo de investigación prevé muchas aplicaciones para la aleación, particularmente en ingeniería aeroespacial, en la que se espera que los dispositivos y la maquinaria sufran cambios drásticos de temperatura. “Sabemos que la temperatura oscila entre $122^{\circ}C$ y $-232^{\circ}C$ en la superficie de la luna, por ejemplo. Esta aleación permanecerá fuerte e intacta en un entorno extremo, por lo que encajaría muy bien con los futuros cronómetros mecánicos que operen dentro de un amplio rango de temperaturas durante las misiones espaciales”, dijo el profesor Yang.

El profesor Yang, el profesor David Joseph Srolovitz (ex becario de CityU, ahora en la Universidad de Hong Kong) y el profesor Pao Chun-Wei de la Academia Sínica son los autores correspondientes del artículo. El primer autor es el Dr. He Quanfeng del MNE de CityU (uno de los antiguos estudiantes de doctorado del profesor Yang) y los autores contribuyentes son el Dr. Wang Jianguo del MNE (uno de los antiguos postdoctorados del profesor Yang) y el Dr. Chen Hsin-An de la Academia Sínica (uno de los de los antiguos alumnos de doctorado del profesor Pao). También contribuyeron a la investigación el profesor Liu Chain Tsuan, profesor distinguido de la Universidad de CityU de la Facultad de Ingeniería y miembro principal del Instituto de Estudios Avanzados de Hong Kong, el profesor Ren Yang del Departamento de Física de CityU y el Dr. Luan Junhua, el Dr. Ding Zhaoyi, Sr. Zhou Ziqing y Dr. Jichao Qiao, todos de CityU.

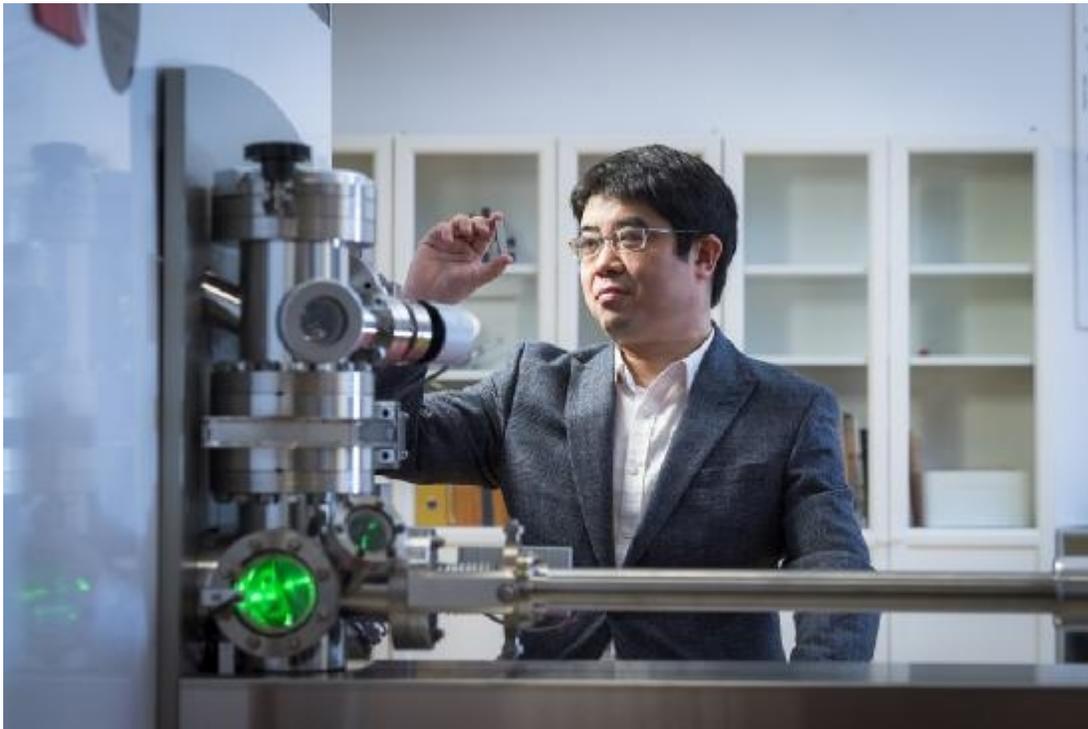


Figura 4. Profesor Yang Yong del Departamento de Ingeniería Mecánica de CityU. (Universidad de la Ciudad de Hong Kong)

Otros colaboradores fueron el profesor Zeng Qiaoshi del Centro de Investigación Avanzada de Ciencia y Tecnología de Alta Presión de China y el profesor Jean-Marc Pelletier de la Universidad de Lyon.

La investigación fue apoyada por CityU, el Consejo de Becas de Investigación de Hong Kong, el Proyecto Principal de Investigación Básica y Aplicada de Guangdong, China, y el Premio al Desarrollo Profesional de la Academia Sinica. Número DOI: [10.1038/s41586-021-04309-1](https://doi.org/10.1038/s41586-021-04309-1)

Referencias:

[1] Q. F. He, J. G. Wang, H. A. Chen, Z. Y. Ding, Z. Q. Zhou, L. H. Xiong, J. H. Luan, J. M. Pelletier, J. C. Qiao, Q. Wang, L. L. Fan, Y. Ren, Q. S. Zeng, C. T. Liu, C. W. Pao, D. J. Srolovitz & Y. Yang. *A highly distorted ultraelastic chemically complex Elinvar alloy*, Nature volume 602, pages 251–257 (2022).

URL: <https://www.nature.com/articles/s41586-021-04309-1>

[2] *Super-elastic High-Entropy Elinvar Alloy Discovered with Potential for Aerospace Engineering*. URL: <https://www.cityu.edu.hk/research/stories/2022/02/10/super-elastic-high-entropy-elinvar-alloy-discovered-potential-aerospace-engineering>

[3] *El primer metal que aumenta su rigidez cuando se calienta abre la puerta a nuevos usos en ingeniería aeroespacial*. URL: <https://www.xataka.com/investigacion/primer-metal-que-aumenta-su-rigidez-cuando-se-calienta-abre-puerta-a-nuevos-usos-ingenieria-aeroespacial>

Traductor y editor de la noticia en español: Juan F. González

Ficheros adicionales

- [2101.02382ElinvarSuperalloy.pdf](#)

A22. ¿Un planeta habitable en una enana blanca?

[Editar](#)



Planeta encontrado en la zona habitable de una enana blanca

La mayoría de las estrellas terminarán sus vidas como enanas blancas. Las enanas blancas son los núcleos remanentes de estrellas que alguna vez fueron luminosas como nuestro Sol, pero han dejado atrás sus vidas de fusión y ya no generan calor. Están destinados a brillar solo con su energía residual durante miles de millones de años antes de que finalmente se vuelvan negros.

¿Podría la vida sobrevivir en un planeta acurrucado junto a uno de estos espectros que se desvanecen?

Para que exista vida alrededor de una enana blanca, la enana blanca tendría que tener planetas en su zona habitable que se encoge lentamente. Los astrónomos han encontrado lo que parecen ser planetas en la zona habitable de una enana blanca a unos 117 años luz de distancia. El planeta podría estar ubicado en un disco protoplanetario de escombros.

Un nuevo estudio dirigido por investigadores del University College of London anuncia los hallazgos. El título es “Tránsitos implacables y complejos desde un disco de escombros planetesimales”. Se publica en *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, y el autor principal es el profesor Jay Farihi del Departamento de Física y Astronomía de la UCL.

"Esta es la primera vez que los astrónomos detectan algún tipo de cuerpo planetario en la zona habitable de una enana blanca".

Profesor Jay Farihi, Departamento de UCL. de Física y Astronomía.

El nombre de la estrella es WD1054–226. Los investigadores detrás de este trabajo observaron WD1054-226 durante 18 noches con el New Technology Telescope (NTT) de ESO en su Observatorio La Silla, observando caídas en la luz estelar a medida que algo pasaba entre nosotros y la estrella. Utilizaron la cámara de alta velocidad ULTRACAM de NTT para capturar imágenes de datos de la enana blanca. También examinaron datos sobre la misma estrella del Satélite de sondeo de exoplanetas en tránsito (TESS) de la NASA.



Figura 1. El Telescopio de Nueva Tecnología en el Observatorio La Silla de ESO. Crédito de imagen: Por Masteruk – Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3235044>

¿Cuáles fueron los resultados de esas observaciones?

El equipo encontró caídas de luz que interpretan como 65 nubes de escombros planetarios. Las nubes están espaciadas uniformemente y orbitan la enana blanca cada 25 horas. ¿Qué causa tal regularidad? Los investigadores dicen que debe haber un planeta allí, lo que obliga a estas nubes de escombros a seguir un patrón orbital preciso. Dicen que el planeta tiene un tamaño similar a los planetas rocosos de nuestro Sistema Solar y que está a solo unos 2,5 millones de kilómetros (1,55 millones de millas) de la estrella. Eso es aproximadamente el 1,7% de la distancia entre la Tierra y el Sol. Junto con las caídas regulares en la luz de las estrellas, hay un oscurecimiento siempre presente que, según el equipo, son escombros en un disco planetario alrededor de la estrella. Estas estructuras se encuentran en una región que habría sido superada cuando la enana blanca pasó por su anterior fase de gigante roja. Es dudoso que alguna de estas estructuras pudiera haber sobrevivido a la fase de gigante roja, por lo que deben haberse formado más recientemente después. Si hay un planeta en la zona habitable, no puede ser un vestigio de la vida anterior de la estrella como estrella de la secuencia principal. Si todas las circunstancias se alinearan correctamente, y eso es un enorme si, la vida tendría potencialmente alrededor de dos mil millones de años para hacer su trabajo en el supuesto planeta, con uno de esos miles de millones en el futuro.

“Esta es la primera vez que los astrónomos detectan algún tipo de cuerpo planetario en la zona habitable de una enana blanca”, dijo el profesor Farihi. La presencia del planeta se infiere de las caídas regulares en la luz de todos los demás objetos del sistema.

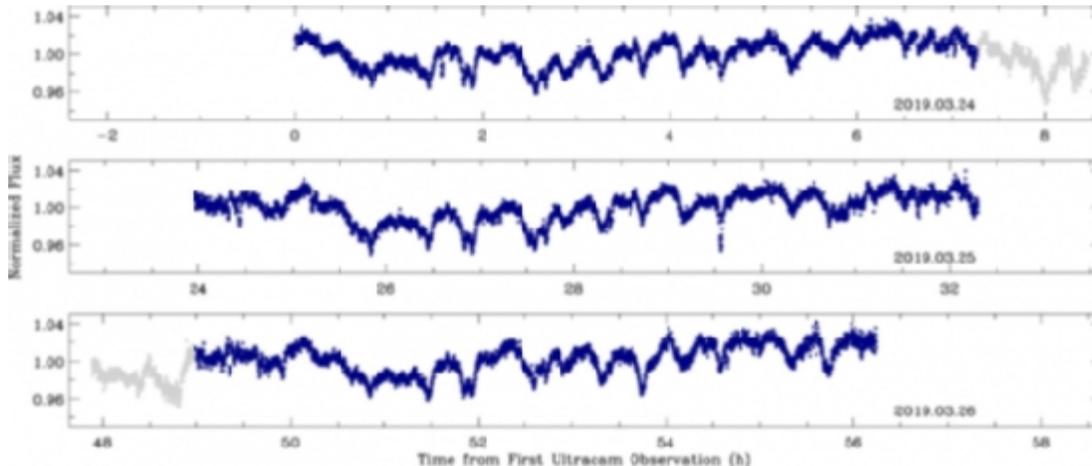


Figura 2. Esta figura del estudio muestra las primeras tres noches de observaciones ULTRACAM de WD1054-226. La figura muestra una característica recurrente notable y fácilmente reconocible, la estructura de doble inmersión que se repite cada 25,2 horas y ocurre justo antes de las horas 2, 27 y 52. Los autores dicen que “Usando esta estructura como un ancla visual, el antecedente adyacente , y se puede ver que los tránsitos posteriores tienen la misma morfología durante las tres noches”. Crédito de la imagen: Farihi et al. 2022.

“Una posibilidad emocionante es que estos cuerpos se mantengan en un patrón orbital espaciado uniformemente debido a la influencia gravitacional de un planeta importante cercano”, dijo el profesor Farihi en un comunicado de prensa. “Sin esta influencia, la fricción y las colisiones harían que las estructuras se dispersaran, perdiendo la regularidad precisa que se observa. Un precedente de este "pastoreo" es la forma en que la atracción gravitacional de las lunas alrededor de Neptuno y Saturno ayuda a crear estructuras de anillos estables que orbitan estos planetas”.

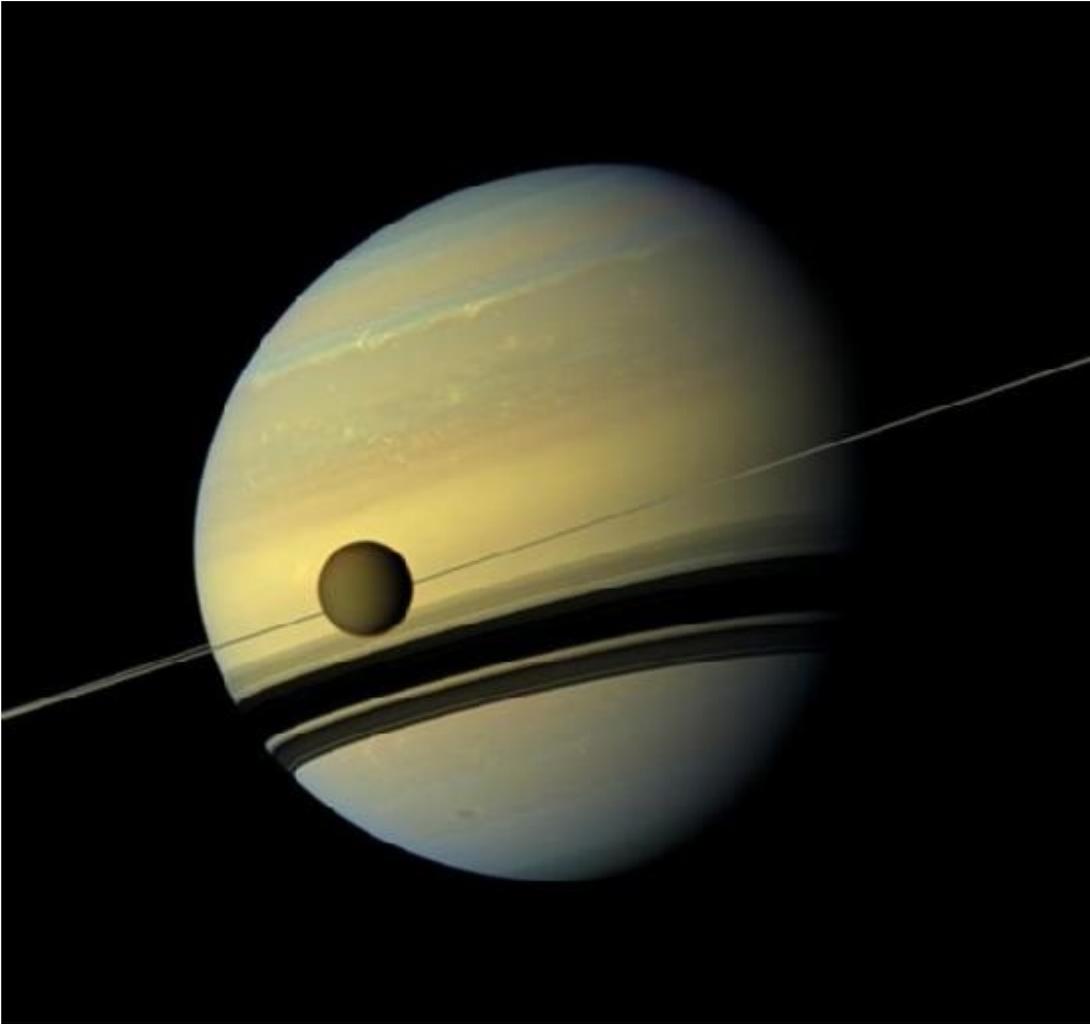


Figura 3. Esta imagen muestra a Titán frente a Saturno. Varias de las lunas de Saturno son lunas pastoras que ayudan a mantener estable la estructura de anillos del planeta. Crédito de la imagen: NASA/JPL-Caltech/Instituto de Ciencias Espaciales

No todos los datos de observación del equipo se repiten con una regularidad predecible. Los investigadores también encontraron al menos dos vagabundos transitorios en los datos. "Se puede ver que al menos dos tránsitos a la deriva se repiten durante tres o más noches", escribe el equipo en su artículo. El más rápido de los dos tiene un período de aproximadamente 22,9 horas y el más lento de los dos tiene un período de aproximadamente 25,5 horas.

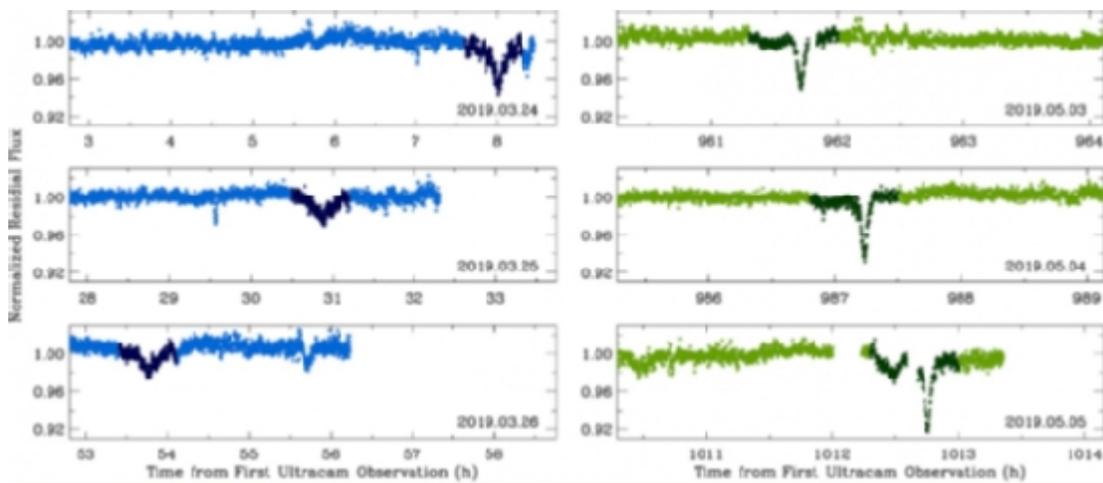


Figura 4. Esta figura representa los datos de ULTRACAM que muestran dos transitorios. El más rápido de los dos está a la izquierda en azul, y el más lento está a la derecha en verde. Crédito de la imagen: Farihi et al. 2022.

Hay indicios de otros vagabundos, pero sus datos se debilitan progresivamente. El equipo explica esto en su artículo: “Hay una serie de caídas que son transitorias o no se puede demostrar con confianza que se repitan, por lo que es difícil cuantificarlas. Es importante tener en cuenta que el proceso... solo puede eliminar de manera efectiva las señales recurrentes cuando la cobertura de varias noches está disponible en una fase determinada. Por lo tanto, algunas fases sufrirán artefactos en este proceso, especialmente donde la cobertura, ya sea en la curva de luz o en los datos sustraídos, incluye solo una noche. Por lo tanto, no todas las estructuras residuales de curvas de luz son reales”. Tales son los caminos de la astronomía.

Si de hecho hay nubes de material orbitando la enana blanca, es probable que estén fuera del límite de Roche. Los autores dicen que las nubes de escombros probablemente provienen de colisiones o eventos de interrupción de mareas. “Desde una perspectiva dinámica y evolutiva, el origen de las grandes nubes ocultas probablemente sea el resultado de la interrupción de las mareas o las colisiones en las cercanías del límite de Roche”, escriben en su conclusión.

Dependerá de más observaciones con el telescopio espacial James Webb para proporcionar mejores datos. El JWST tiene el poder de definir mejor el disco de escombros y sus componentes. Pero si allí hay un planeta rocoso del tamaño de la Tierra, es una posibilidad intrigante con potencial de agua líquida.

Las situaciones marginalmente habitables pueden ser relativamente comunes en la Vía Láctea y el Universo. La vida puede surgir innumerables veces y nunca evolucionar a la complejidad en la que se ha convertido la vida en la Tierra. Las Lunas de nuestro Sistema Solar podrían albergar vida durante algún tiempo. Marte puede haber albergado vida durante algún tiempo.

Referencias(Bibliografía):

[1] Comunicado de Prensa: "Planetary bodies observed in habitable zone of dead star". (Observan cuerpos planetarios en zona habitable de estrella muerta). URL: <https://ras.ac.uk/news-and-press/research-highlights/planetary-bodies-observed-habitable-zone-dead-star>

[2] Investigación publicada: *Relentless and complex transits from a planetesimal debris disc* ("Tránsitos implacables y complejos de un disco de escombros planetesimales"). Artículo disponible gratis en la URL: <https://watermark.silverchair.com/stab3475.pdf>

[3] Universe Today: "*White Dwarf Atmospheres Might Contain the Pulverized Crusts of Their Dead Planets*" ("Las atmósferas de las enanas blancas podrían contener las cortezas pulverizadas de sus planetas muertos"). URL: <https://www.universetoday.com/149912/white-dwarf-atmospheres-might-contain-the-pulverized-crusts-of-their-dead-planets/>

Fuente de la noticia original: <https://www.universetoday.com/154536/planet-found-in-the-habitable-zone-of-a-white-dwarf/>

Traductor y editor de la noticia: Juan F. González.

A23. IXPE: primeras imágenes del telescopio de rayos X extremo

[Editar](#)

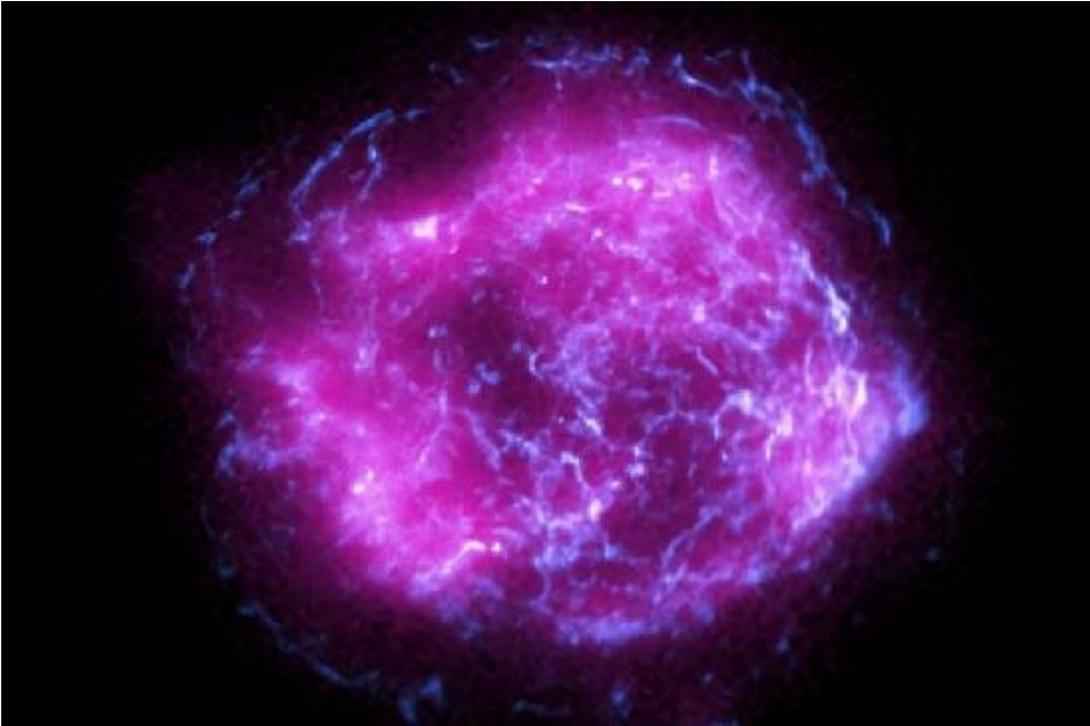


Figura 1. Esta imagen del remanente de supernova Cassiopeia A combina algunos de los primeros datos de rayos X recopilados por el Explorador de polarimetría de rayos X de imágenes de la NASA, que se muestra en magenta, con datos de rayos X de alta energía del Observatorio de rayos X Chandra de la NASA, en azul. Crédito: NASA/CXC/SAO/IXPE.

A tiempo para el Día de San Valentín del 14 de Febrero de 2022, el Explorador de Polarimetría de rayos X de Imágenes (IXPE) de la NASA, que se lanzó el 9 de diciembre de 2021, entregó sus primeros datos de imágenes desde que completó su fase de puesta en marcha de un mes.

Todos los instrumentos funcionan bien a bordo del observatorio, que busca estudiar algunos de los objetos más misteriosos y extremos del universo.

IXPE primero enfocó sus ojos de rayos X en Cassiopeia A, un objeto que consta de los restos de una estrella que explotó en el siglo XVII. Las ondas de choque de la explosión han barrido el gas circundante, calentándolo a altas temperaturas y acelerando las partículas de rayos cósmicos para formar una nube que brilla con luz de rayos X. Otros telescopios han estudiado Cassiopeia A antes, pero IXPE permitirá a los investigadores examinarlo de una manera nueva.

En la imagen de la figura 1, la saturación del color magenta corresponde a la intensidad de la luz de rayos X observada por IXPE. Superpone datos de rayos X de alta energía,

que se muestran en azul, del Observatorio de rayos X Chandra de la NASA. Chandra e IXPE, con diferentes tipos de detectores, capturan diferentes niveles de resolución angular o nitidez. Hay disponible una versión adicional de esta imagen que muestra solo los datos de IXPE. Estas imágenes contienen datos de IXPE recopilados del 11 al 18 de enero. Se incluye en la figura número 2 más abajo. Después del lanzamiento de Chandra en 1999, su primera imagen también fue de Cassiopeia A. Las imágenes de rayos X de Chandra revelaron, por primera vez, que hay un objeto compacto en el centro del remanente de supernova, que puede ser un agujero negro o una estrella de neutrones.

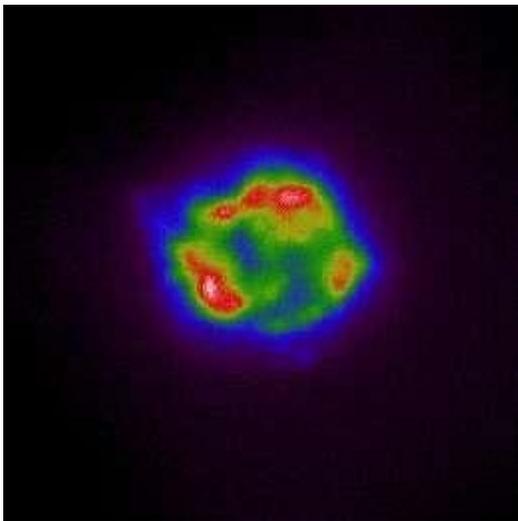


Figura 2. Esta imagen del Explorador de polarimetría de rayos X de imágenes de la NASA mapea la intensidad de los rayos X que provienen del primer objetivo del observatorio, el remanente de supernova Cassiopeia A. Los colores que van desde el púrpura y el azul hasta el rojo y el blanco cálido se corresponden con el aumento del brillo de la X. -rayos. La imagen fue creada utilizando datos de rayos X recopilados por IXPE entre el 11 y el 18 de enero. Crédito: NASA.

"La imagen de IXPE de Cassiopeia A es tan histórica como la imagen de Chandra del mismo remanente de supernova", dijo Martin C. Weisskopf, investigador principal de IXPE con sede en el Centro Marshall de Vuelos Espaciales de la NASA en Huntsville, Alabama. "Demuestra el potencial de IXPE para obtener información nueva, nunca antes vista, sobre Cassiopeia A, que se encuentra bajo análisis en este momento".

Una medida clave que los científicos harán con IXPE se llama polarización, una forma de ver cómo se orienta la luz de rayos X a medida que viaja por el espacio. La polarización de la luz contiene pistas sobre el entorno donde se originó la luz. Los

instrumentos de IXPE también miden la energía, el tiempo de llegada y la posición en el cielo de los rayos X de fuentes cósmicas.

"La imagen de IXPE de Cassiopeia A es bellísima, y esperamos analizar los datos de polarimetría para aprender aún más sobre este remanente de supernova", dijo Paolo Soffitta, investigador principal italiano de IXPE en el Instituto Nacional de Astrofísica (INAF) en Roma.

Con los datos de polarización de Cassiopeia A, IXPE permitirá a los científicos ver, por primera vez, cómo varía la cantidad de polarización en el remanente de supernova, que tiene unos 10 años luz de diámetro. Los investigadores están trabajando actualmente con los datos para crear el primer mapa de polarización de rayos X del objeto. Esto revelará nuevas pistas sobre cómo se producen los rayos X en Cassiopeia A.

"Las futuras imágenes de polarización de IXPE deberían revelar los mecanismos en el corazón de este famoso acelerador cósmico", dijo Roger Romani, coinvestigador de IXPE en la Universidad de Stanford. "Para completar algunos de esos detalles, hemos desarrollado una forma de hacer que las mediciones de IXPE sean aún más precisas utilizando técnicas de aprendizaje automático. Esperamos con ansias lo que encontraremos a medida que analicemos todos los datos".

IXPE se lanzó en un cohete Falcon 9 desde Cabo Cañaveral y ahora orbita a 370 millas (600 kilómetros) sobre el ecuador de la Tierra. La misión es una colaboración entre la NASA y la Agencia Espacial Italiana con socios y colaboradores científicos en 12 países. Ball Aerospace, con sede en Broomfield, Colorado, gestiona las operaciones de naves espaciales.

Bibliografía (Referencias)

[1] Fuente de información original, "NASA's IXPE sends first science image", URL: <https://phys.org/news/2022-02-nasa-ixpe-science-image.html>

[Editor de la noticia: Juan F. González](#)

A24. De la Tierra a Marte en 45 días: la idea de la propulsión láser

[Editar](#)

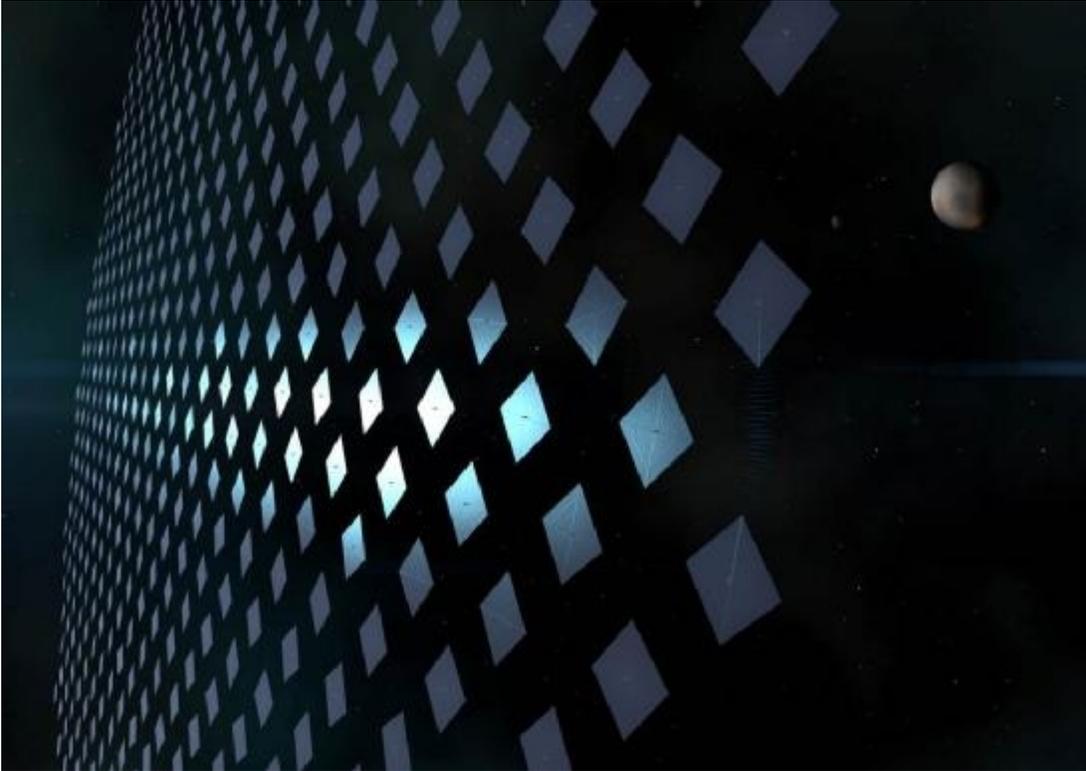


Figura 1. Proyecto Dragonfly.

¡Los láseres podrían enviar misiones a Marte en solo 45 días!

La NASA y China planean montar misiones tripuladas a Marte en la próxima década. Si bien esto representa un gran salto en términos de exploración espacial, también presenta importantes desafíos logísticos y tecnológicos. Para empezar, las misiones solo pueden lanzarse a Marte cada 26 meses cuando nuestros dos planetas están en los puntos más cercanos de su órbita entre sí (durante una "Oposición"). Usando la tecnología actual, llevaría de seis a nueve meses transitar de la Tierra a Marte.

Incluso con propulsión nuclear-térmica o nuclear-eléctrica (NTP/NEP), un tránsito en un solo sentido podría tardar 100 días en llegar a Marte. Sin embargo, un equipo de investigadores de la Universidad McGill de Montreal evaluó el potencial de un sistema de propulsión térmica por láser. Según su estudio, una nave espacial que se basa en un novedoso sistema de propulsión, donde se utilizan láseres para calentar el combustible de hidrógeno, ¡podría reducir los tiempos de tránsito a Marte a solo 45 días!

La investigación fue dirigida por Emmanuel Duplay, un graduado de McGill y actual estudiante de Maestría en Ingeniería Aeroespacial en TU Delft. A él se unieron el profesor asociado Andrew Higgins y varios investigadores del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad McGill. Su estudio, titulado "Diseño de una misión de tránsito rápido a Marte utilizando propulsión térmica por láser", se presentó recientemente a la revista *Astronomy & Astronomy*.

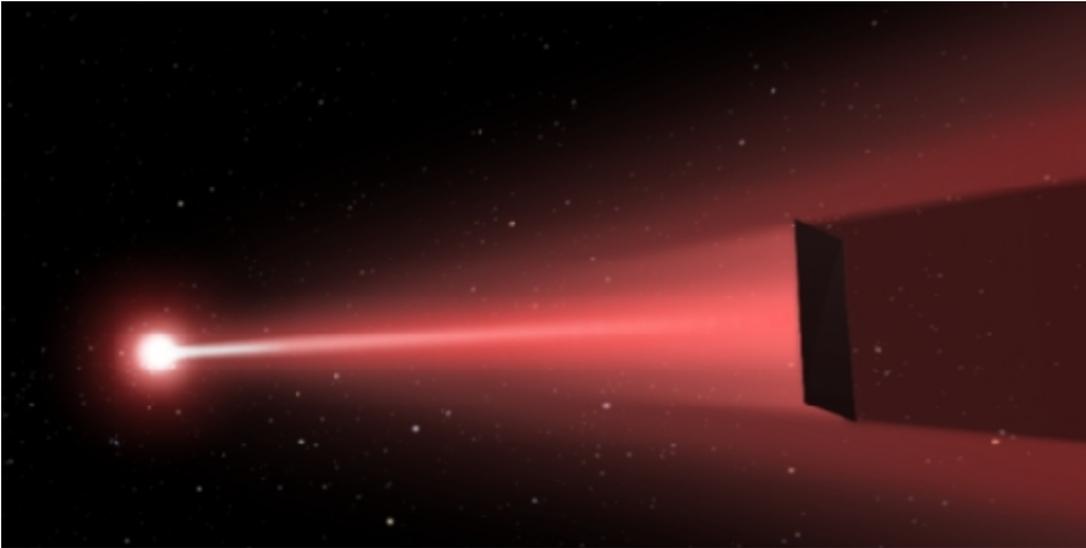


Figura 2. Impresión artística de una vela láser de propulsión de energía dirigida en acción. Crédito: Q. Zhang/deepspace.ucsb.edu.

En los últimos años, la propulsión de energía dirigida (DE) ha sido objeto de considerable investigación e interés. Los ejemplos incluyen el programa Starlight, también conocido como programas de Propulsión de Energía Dirigida para la Exploración Interestelar (DEEP-IN) y Estudios Interestelares de Energía Dirigida (DEIS), desarrollado por el Prof. Phillip Lubin y el Grupo de Cosmología Experimental (ECG) de la UCSB. Como parte de una investigación financiada por la NASA que comenzó en 2009, estos programas tienen como objetivo adaptar aplicaciones de DE a gran escala para misiones interestelares.

También están Breakthrough Starshot y Project Dragonfly, los cuales surgieron de un estudio de diseño organizado por la Iniciativa para Estudios Interestelares (i4iS) en 2013. Estos conceptos requieren una matriz de láser de gigavatios de potencia para acelerar una vela de luz y una pequeña nave espacial a una fracción de la velocidad de la luz (también conocido como velocidades relativistas) para llegar a los sistemas estelares cercanos en décadas, en lugar de siglos o milenios.

Pero mientras que estos conceptos tienen un enfoque interestelar, Duplay y sus colegas exploraron la posibilidad de un concepto interplanetario. Como explicó Duplay a Universe Today por correo electrónico:

“La última aplicación de la propulsión de energía dirigida sería impulsar una vela ligera hacia las estrellas para un verdadero viaje interestelar, una posibilidad que motivó a nuestro equipo que realizó este estudio. Estábamos interesados en cómo se podría usar la misma tecnología láser para un tránsito rápido en el sistema solar, que con suerte será un trampolín a corto plazo que pueda demostrar la tecnología”.

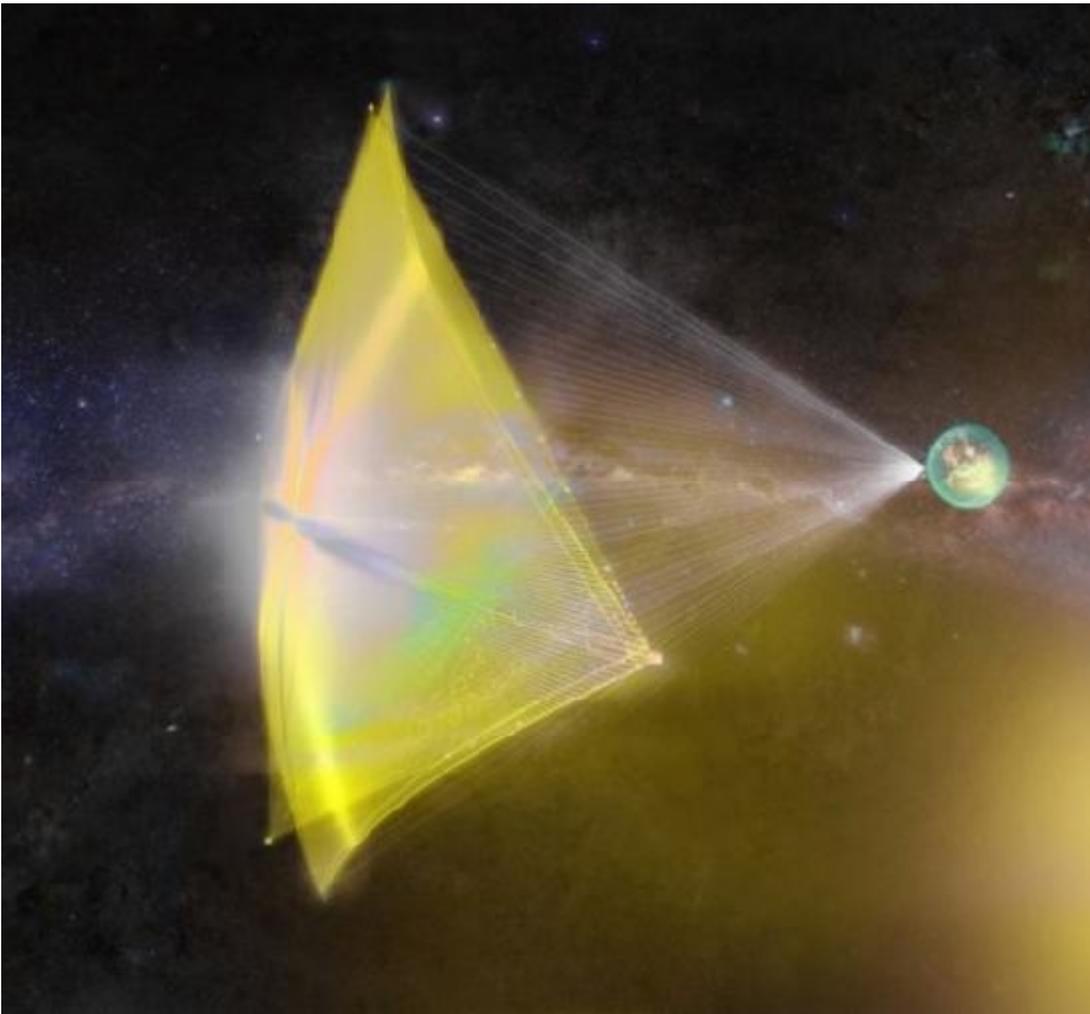


Figura 3. Concepto innovador de Starshot para una vela ligera impulsada por láser. Crédito: Iniciativas innovadoras.

Además de la propulsión de velas láser, DE se está explorando para otras aplicaciones de exploración espacial. Esto incluye transmisión de energía hacia y desde naves espaciales y hábitats permanentemente sombreados (por ejemplo, el Programa Artemis), comunicaciones, defensa contra asteroides y la búsqueda de posibles firmas tecnológicas. También hay un concepto para una nave espacial láser-eléctrica que está siendo investigada por la NASA y como parte de un estudio colaborativo entre UCSB ECG y MIT.

Para esta aplicación, los láseres se utilizan para entregar energía a los conjuntos fotovoltaicos en una nave espacial, que se convierte en electricidad para alimentar un propulsor de efecto Hall (motor de iones). Esta idea es similar a un sistema de propulsión nuclear-eléctrica (NEP), donde una matriz de láser toma el lugar de un reactor nuclear. Como explicó Duplay, su concepto está relacionado pero es diferente:

“Nuestro enfoque es complementario a estos conceptos, ya que utiliza el mismo concepto de láser de matriz en fase, pero usaría un flujo de láser mucho más intenso en la nave espacial para calentar directamente el propulsor, similar a una caldera de vapor gigante. Esto permite que la nave espacial acelere rápidamente mientras aún está cerca de la Tierra, por lo que el láser no necesita enfocarse tan lejos en el espacio.

“Nuestra nave espacial es como un coche de carreras que acelera muy rápido mientras aún está cerca de la Tierra. Creemos que incluso podemos usar el mismo motor de cohete impulsado por láser para devolver el propulsor a la órbita terrestre, después de que haya lanzado el vehículo principal a Marte, lo que le permitirá reciclarlo rápidamente para el próximo lanzamiento”.



Figura 4. El concepto de un artista para un cohete nuclear que facilitaría las misiones a Marte. Crédito: Rolls-Royce.

En este sentido, el concepto propuesto por Duplay y sus colegas es similar a un sistema de propulsión nuclear-térmica (NTP), donde el láser ha tomado el lugar de un reactor nuclear. Además de propulsor de hidrógeno y DE, la arquitectura de misión para una nave espacial láser térmica incluye varias tecnologías de otras arquitecturas. Como indicó Duplay, incluyen:

“[A]lineados de láseres de fibra óptica que actúan como un solo elemento óptico, estructuras espaciales inflables que se pueden usar para enfocar el rayo láser cuando llega a la nave espacial a la cámara de calentamiento, y el desarrollo de materiales de alta temperatura que permitir que la nave espacial se rompa contra la atmósfera marciana al llegar”.

Este último elemento es esencial dado que no hay una matriz de láser en Marte para desacelerar la nave espacial una vez que llega a Marte. “El reflector inflable es una clave de otras arquitecturas de energía dirigida: diseñado para ser altamente reflectante, puede soportar una mayor potencia de láser por unidad de área que un panel fotovoltaico, lo que hace que esta misión sea factible con un tamaño de matriz de láser modesto en comparación con láser eléctrico. propulsión”, añadió Duplay.

Al combinar estos elementos, un cohete láser-térmico podría permitir tránsitos muy rápidos a Marte que serían tan cortos como seis semanas, algo que antes solo se consideraba posible con motores de cohetes de propulsión nuclear. El beneficio más inmediato es que presenta una solución a los peligros de los tránsitos en el espacio profundo, como la exposición prolongada a la radiación y la microgravedad.



Figura 5. Impresión artística del Campamento Base de Marte en órbita alrededor de Marte. Cuando comiencen las misiones a Marte, uno de los mayores riesgos será el que plantea la radiación espacial. Crédito: Lockheed Martin.

Al mismo tiempo, dice Duplay, la misión presenta algunos obstáculos ya que muchas de las tecnologías involucradas son de última generación y aún no se han probado:

“La cámara de calentamiento por láser es probablemente el desafío más importante: ¿podemos contener gas hidrógeno, nuestro propulsor, mientras el rayo láser lo calienta a temperaturas superiores a 10 000 K y al mismo tiempo mantener frías las paredes de la cámara? Nuestros modelos dicen que esto es factible, pero las pruebas experimentales a gran escala no son posibles en este momento porque aún no hemos construido los láseres de 100 MW necesarios”.

Si bien gran parte de la tecnología en esta arquitectura de misión propuesta, y otras propuestas similares, aún se encuentra en la fase de teoría y desarrollo, no hay duda sobre su potencial. Reducir el tiempo que lleva llegar a Marte a una cuestión de semanas en lugar de meses abordará dos de los mayores desafíos para las misiones a Marte: las consideraciones logísticas y de salud.

Además, establecer un sistema de tránsito rápido entre la Tierra y Marte acelerará la creación de infraestructura entre la Tierra y Marte. Esto podría incluir una estación espacial similar a Gateway en órbita de Marte, como el campamento base de Marte propuesto por Lockheed Martin, así como una matriz de láser para desacelerar la nave espacial entrante. La presencia de estas instalaciones también aceleraría los planes para crear una presencia humana permanente en la superficie. Como concluyó el profesor Higgins:

“El estudio de diseño de Marte en 45 días que dirigió Emmanuel estuvo motivado por la exploración de otras aplicaciones a corto plazo de la tecnología láser de matriz en fase que está desarrollando el grupo de Philip Lubin. La capacidad de enviar energía al espacio profundo a través del láser sería una tecnología disruptiva para la propulsión y la potencia. Nuestro estudio examinó el enfoque térmico láser, que parece alentador, pero la tecnología láser en sí es el verdadero cambio de juego”.

Referencias bibliográficas:

[1] Fuente del artículo original, *Lasers Could Send Missions to Mars in Only 45 Days*, URL: <https://www.universetoday.com/154487/lasers-could-send-missions-to-mars-in-only-45-days/>

[2] Emmanuel Duplay, Zhuo Fan Bao, Sebastian Rodriguez Rosero, Arnab Sinha, Andrew Higgins, Department of Mechanical Engineering, McGill University, Montreal, Quebec, H3A 0C3, Canada. *Design of a rapid transit to Mars mission using laser-thermal propulsion.* URL: <https://arxiv.org/pdf/2201.00244.pdf>

Editor y traductor de la noticia: Juan F. González

A25. Sistema estelar triple encontrado por TESS via científicos ciudadanos

[Editar](#)

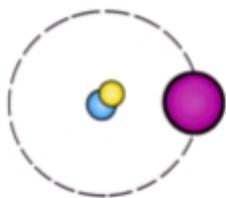
Sistema estelar triple encontrado a través de Planet Hunters TESS

¡Emocionante alerta de noticias! La comunidad Planet Hunters TESS ha ayudado a identificar otro sistema emocionante, esta vez compuesto por cero planetas y tres estrellas. '¿Por qué es este un descubrimiento TESS de Planet Hunters?' puede preguntar. Bueno, treinta mil pares de ojos que miran visualmente los datos recopilados por el Satélite de Sondeo de Exoplanetas en Tránsito de la NASA conducen a muchos descubrimientos emocionantes, incluidos asteroides, supernovas, binarios eclipsantes y sistemas multiestelares, todos los cuales no tienen nada que ver con los planetas, pero son igualmente emocionante! Nuestro último descubrimiento ya está disponible en <https://arxiv.org/abs/2202.06964>.

¿Por qué es interesante el TIC 470710327?

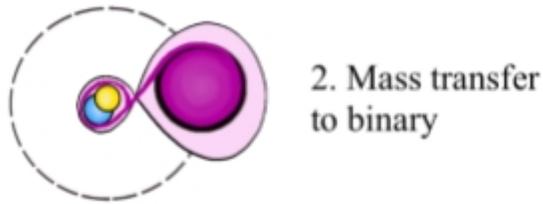
Este último descubrimiento consta de tres estrellas muy masivas (una de las cuales es alrededor de 15 veces más masiva que nuestro propio Sol) que orbitan entre sí muy rápidamente: dos de las estrellas tardan 1,1 días en orbitar una alrededor de la otra y una tercera tarda 52 días. para orbitar alrededor de los dos primeros. Si bien los sistemas estelares triples no son raros, este se destaca debido a que la estrella en órbita de 52 días es más masiva que la masa combinada de los otros dos. Esto plantea preguntas interesantes sobre cómo se pudo haber formado este sistema. ¿Las dos estrellas capturaron a la tercera? ¿Se formaron todas las estrellas mucho más lejos y en espiral unas hacia otras para darnos la configuración compacta que vemos ahora?

La evolución futura de este sistema es igualmente interesante. Veamos qué sucederá con este sistema durante los próximos dos millones de años. Así que aquí es donde está el sistema ahora, dos estrellas en un binario eclipsante con una tercera estrella (más masiva) moviéndose a su alrededor:

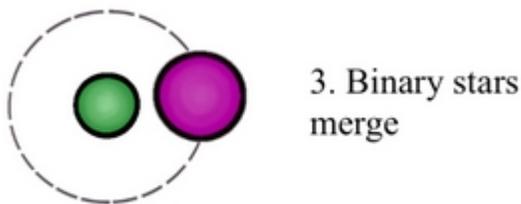


1. Triple system

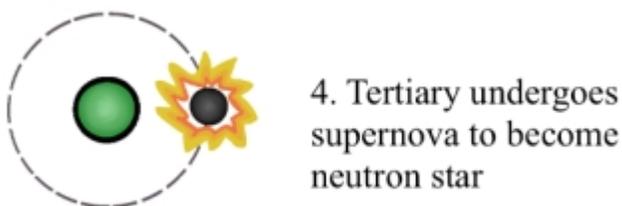
Ahora, a medida que esa estrella exterior (púrpura) continúa evolucionando, su radio se expandirá, y probablemente se expandirá tanto en tamaño que comenzará a transferir masa al binario interno:



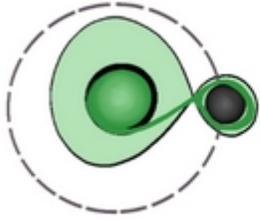
Lo que podría significar que las dos estrellas binarias (la azul y la amarilla) podrían fusionarse para convertirse en una sola estrella:



lo que transformará ese sistema triple que teníamos al principio en un sistema binario (dos estrellas). Sin embargo, eventualmente la estrella exterior (la púrpura) se quedará sin combustible y terminará su vida como una supernova (las explosiones más grandes del Universo). El remanente del cual es un núcleo extremadamente pequeño y denso de una estrella (llamada estrella de neutrones).



Una vez que la otra estrella (la que comenzó como dos estrellas que se fusionaron en una sola estrella) se quedó sin hidrógeno para quemarse en su núcleo, también comenzará a expandirse en tamaño. Es probable que esto resulte en que la masa se mueva de la estrella (verde) a la estrella de neutrones (negra):



5b. Mass transfer

¡Esto nos lleva a la etapa final y emocionante en la evolución de este sistema! El antiguo sistema binario (verde) probablemente también terminará su vida experimentando una supernova y convirtiéndose en una estrella de neutrones, lo que nos dejaría con un binario de estrella de neutrones-neutrones, ¡que eventualmente podría fusionarse para causar una onda gravitacional! Alternativamente, la (primera) estrella de neutrones podría ser completamente engullida por la otra estrella, ¡lo que resultaría en un objeto exótico llamado objeto Thorn-Zytkow! De cualquier manera, hay un futuro emocionante por delante de este sistema, ¡así que esté atento a los próximos millones de años!

¿Cómo estudiamos la TIC 470710327?

Aunque este sistema no tiene nada que ver con los planetas, muchas de las mismas herramientas y técnicas utilizadas para caracterizar los planetas también se pueden aplicar al estudio de las estrellas. Por ejemplo, mientras que los planetas muestran variaciones en el tiempo de tránsito (ligeros retrasos en los tiempos esperados de los tránsitos debido a otros planetas), los sistemas binarios estelares muestran el mismo efecto cuando hay una tercera estrella cerca que los orbita. De manera similar, así como podemos medir las masas de los planetas observando la oscilación Doppler en las estrellas anfitrionas, podemos estudiar las masas de las estrellas estudiando sus oscilaciones Doppler. Como las estrellas son mucho más masivas, este efecto es mayor y, por lo tanto, a menudo más fácil de medir. Emocionantemente, pudimos estudiar ambos efectos en este nuevo sistema para estudiar su desconcertante configuración.

Por último, pero no menos importante, ¡quiero dar las gracias a todos los cazadores de planetas (y estrellas) que participan en el proyecto TESS de los cazadores de planetas! Este es uno de los muchos sistemas estelares interesantes que se han identificado y espero ver lo que encontramos en el futuro. Un agradecimiento especial a Safaa Alhassan, Elisabeth M. L. Baeten, Frank Barnes, Stewart J. Bean, Mikael Bernau, David M. Bundy, Marco Z. Di Fraia, Francis M. Emralino, Brian L. Goodwin, Pete Hermes, Tony Hoffman, Marc Hutten, Roman Janiček, Sam Lee, Michele T. Mazzucato, David J.

Rogers, Michael P. Rout, Johann Sejпка, Christopher Tanner, Ivan A. Terentev y David Urvoy, que ahora son coautores del artículo de descubrimiento.

Referencias:

[1] Triple star system found via Planet Hunters TESS, URL: <https://blog.planethunters.org/2022/02/16/triple-star-system-found-via-planet-hunters-tess%ef%bf%bc/>

[2] Nora L. Eisner, Cole Johnston, Silvia Toonen, Abigail J. Frost, Soetkin Janssens, Chris J. Lintott, Suzanne Aigrain, Hugues Sana, Michael Abdul-Masih, Karla Z. Arellano-Córdova, Paul G. Beck, Emma Bordier, Emily Canon, Ana Escorza, Mattias Fabry, Lars Hermansson, Steve Howell, Grant Miller, Shreeya Sheyte, Safaa Alhassan, Elisabeth M. L. Baeten, Frank Barnet, Stewart. J. Bean, Mikael Bernau, David M. Bundy, Marco Z. Di Fraia, Francis M. Emralino, Brian L. Goodwin, Pete Hermes, Tony Hoffman, Marc Hutten, Roman Janíček, Sam Lee, Michele T. Mazzucato, David J. Rogers, Michael P. Rout, Johann Sejпка, Christopher Tanner, Ivan A. Terentev, David Urvoy. "*Planet Hunters TESS IV: A massive, compact hierarchical triple star system TIC 470710327*", disponible en la URL: <https://arxiv.org/abs/2202.06964>.

Editor de la noticia: Juan F. González

A26. Almacenamiento cuántico en cadenas

[Editar](#)

Encadenar átomos produce almacenamiento cuántico

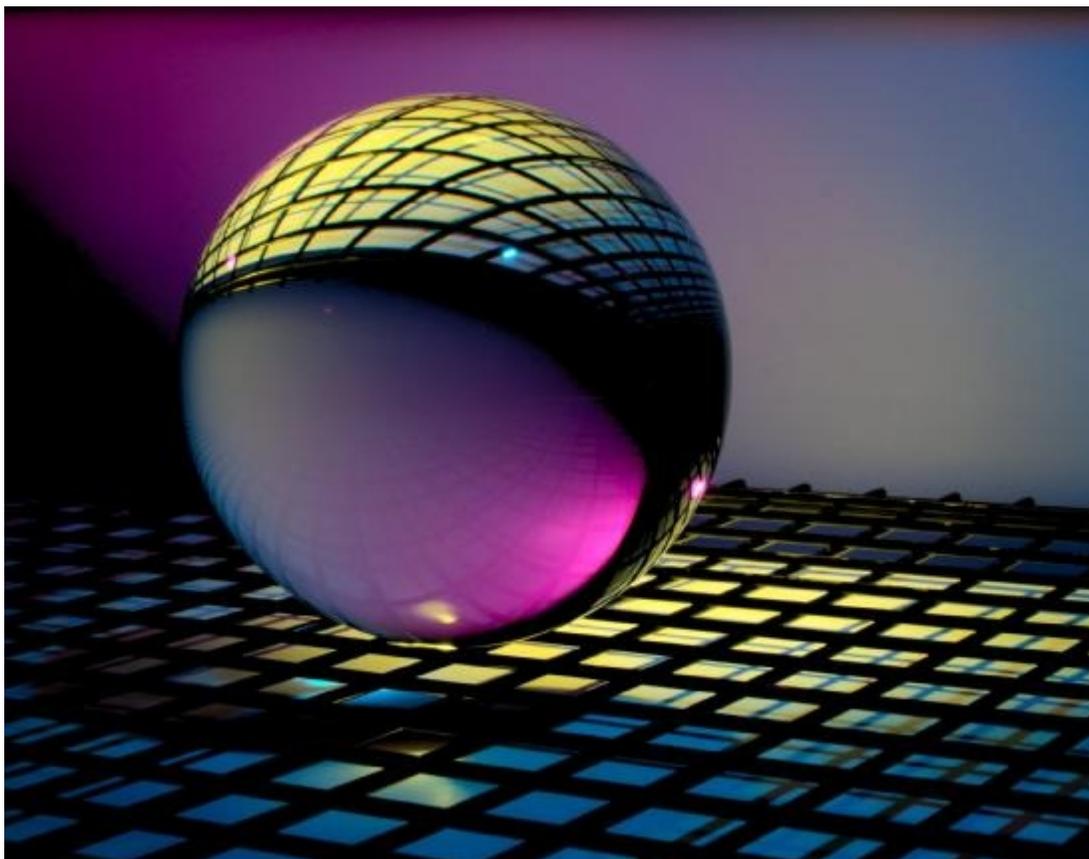


Figura 1. Crédito: Unsplash/CC0 Public Domain.

Los ingenieros de Caltech han desarrollado un enfoque para el almacenamiento cuántico que podría ayudar a allanar el camino para el desarrollo de redes cuánticas ópticas a gran escala.

El nuevo sistema se basa en espines nucleares, el momento angular del núcleo de un átomo, que oscilan colectivamente como una onda de espín. Esta oscilación colectiva encadena efectivamente varios átomos para almacenar información.

El trabajo, que se describe en un artículo publicado el 16 de febrero en la revista Nature, utiliza un bit cuántico (o qubit) hecho de un ion de iterbio (Yb), un elemento de tierras raras que también se usa en los láseres. El equipo, dirigido por Andrei Faraon, profesor de física aplicada e ingeniería eléctrica, incrustó el ion en un cristal transparente de ortovanadato de itrio (YVO_4) y manipuló sus estados cuánticos a través de una combinación de campos ópticos y de microondas. Luego, el equipo usó el Yb qubit para controlar los estados de espín nuclear de múltiples átomos de vanadio circundantes en el cristal.

El trabajo, que se describe en un artículo publicado el 16 de febrero en la revista Nature, utiliza un bit cuántico (o qubit) hecho de un ion de iterbio (Yb), un elemento de tierras raras que también se usa en los láseres. El equipo, dirigido por Andrei Faraon, profesor de física aplicada e ingeniería eléctrica, incrustó el ion en un cristal transparente de ortovanadato de itrio (YVO4) y manipuló sus estados cuánticos a través de una combinación de campos ópticos y de microondas. Luego, el equipo usó el Yb qubit para controlar los estados de espín nuclear de múltiples átomos de vanadio circundantes en el cristal.

"Según nuestro trabajo anterior, se sabía que los iones de iterbio individuales eran excelentes candidatos para las redes cuánticas ópticas, pero necesitábamos vincularlos con átomos adicionales. Lo demostramos en este trabajo", dice Faraon, coautor de Nature. papel.

El dispositivo se fabricó en el Instituto de Nanociencia Kavli en Caltech y luego se probó a temperaturas muy bajas en el laboratorio de Faraon.

Una nueva técnica para utilizar espines nucleares entrelazados como memoria cuántica se inspiró en los métodos utilizados en la resonancia magnética nuclear (RMN).

"Para almacenar información cuántica en espines nucleares, desarrollamos nuevas técnicas similares a las empleadas en las máquinas de RMN que se usan en los

hospitales", dice Joonhee Choi, becario postdoctoral en Caltech y coautor del artículo. "El principal desafío fue adaptar las técnicas existentes para trabajar en ausencia de un campo magnético".

Una característica única de este sistema es la ubicación predeterminada de los átomos de vanadio alrededor del qubit de iterbio según lo prescrito por la red cristalina. Cada qubit que midió el equipo tenía un registro de memoria idéntico, lo que significa que almacenaría la misma información.

"La capacidad de construir una tecnología de manera reproducible y confiable es clave para su éxito", dice el estudiante graduado Andrei Ruskuc, primer autor del artículo. "En el contexto científico, esto nos permitió obtener una visión sin precedentes de las interacciones microscópicas entre los qubits de iterbio y los átomos de vanadio en su entorno".

Esta investigación es parte de un esfuerzo más amplio del laboratorio de Faraon para sentar las bases de futuras redes cuánticas.

Las redes cuánticas conectarían computadoras cuánticas a través de un sistema que opera a un nivel cuántico, en lugar de clásico. En teoría, las computadoras cuánticas algún día podrían realizar ciertas funciones más rápido que las computadoras clásicas al aprovechar las propiedades especiales de la mecánica cuántica, incluida la superposición, que permite que los bits cuánticos almacenen información como un 1 y un 0 simultáneamente.

Como pueden hacer con las computadoras clásicas, a los ingenieros les gustaría poder conectar varias computadoras cuánticas para compartir datos y trabajar juntas, creando una "internet cuántica". Esto abriría la puerta a varias aplicaciones, incluida la capacidad de resolver cálculos que son demasiado grandes para ser manejados por una sola computadora cuántica, así como el establecimiento de comunicaciones inquebrantablemente seguras utilizando criptografía cuántica.

Los coautores del artículo incluyen a los estudiantes graduados Chun-Ju Wu y Jake Rochman.

Referencias:

[1] Andrei Ruskuc et al, *Nuclear spin-wave quantum register for a solid-state qubit*, Nature (2022). DOI: 10.1038/s41586-021-04293-6

[2] Fuente de la noticia original, *Chaining atoms together yields quantum storage*, URL: <https://phys.org/news/2022-02-chaining-atoms-yields-quantum-storage.html>

Redactor de la noticia: Juan F. González

A27. Brain-like hardware

[Editar](#)

AI Overcomes Stumbling Block on Brain-Inspired Hardware/La IA supera un obstáculo en el hardware inspirado en el cerebro

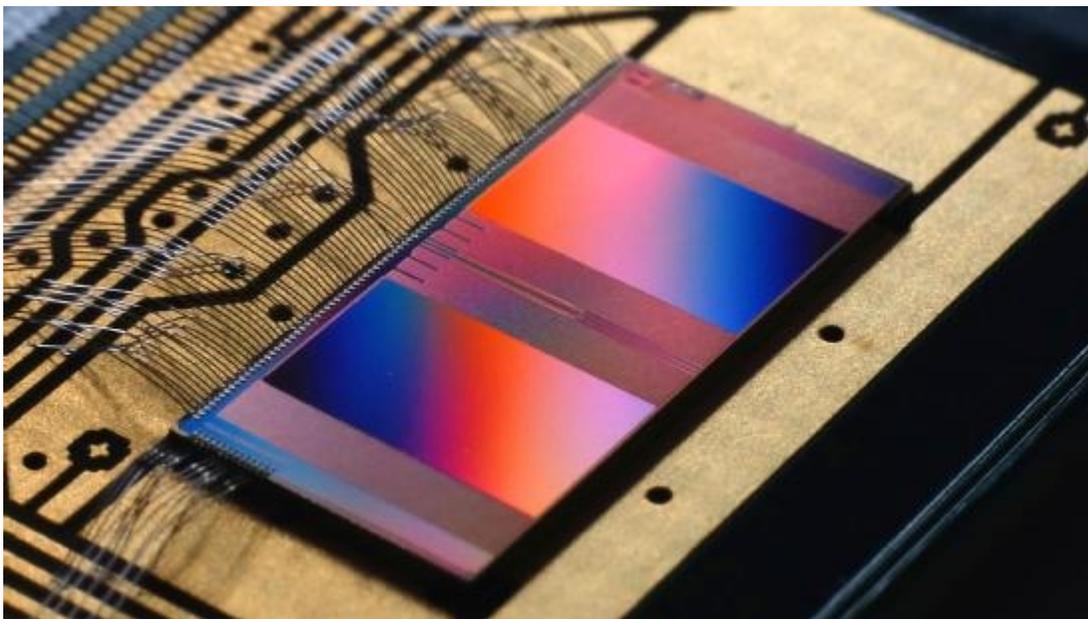


Figura 1. El chip neuromórfico BrainScaleS-2, desarrollado por ingenieros neuromórficos de la Universidad de Heidelberg, utiliza pequeños circuitos que imitan la computación analógica de las neuronas reales de nuestro cerebro.

Los algoritmos de inteligencia artificial más exitosos de la actualidad, las redes neuronales artificiales, se basan libremente en las intrincadas redes de redes neuronales reales en nuestros cerebros. Pero a diferencia de nuestros cerebros altamente eficientes, ejecutar estos algoritmos en las computadoras consume cantidades sorprendentes de

energía: los modelos más grandes consumen casi tanta energía como cinco autos durante su vida útil.

Ingresa a la computación neuromórfica, una coincidencia más cercana a los principios de diseño y la física de nuestros cerebros que podría convertirse en el futuro de ahorro de energía de la IA. En lugar de transportar datos a largas distancias entre una unidad central de procesamiento y chips de memoria, los diseños neuromórficos imitan la arquitectura de la masa gelatinosa en nuestras cabezas, con unidades informáticas (neuronas) ubicadas junto a la memoria (almacenadas en las sinapsis que conectan las neuronas). Para hacerlos aún más parecidos a un cerebro, los investigadores combinan chips neuromórficos con computación analógica, que puede procesar señales continuas, al igual que las neuronas reales. Los chips resultantes son muy diferentes de la arquitectura actual y el modo de computación de las computadoras solo digitales que se basan en el procesamiento de señales binarias de 0 y 1.

Con el cerebro como guía, los chips neuromórficos prometen acabar algún día con el consumo de energía de las tareas informáticas con gran cantidad de datos, como la IA. Desafortunadamente, los algoritmos de IA no han funcionado bien con las versiones analógicas de estos chips debido a un problema conocido como desajuste del dispositivo: en el chip, los diminutos componentes dentro de las neuronas analógicas no coinciden en tamaño debido al proceso de fabricación. Debido a que los chips individuales no son lo suficientemente sofisticados para ejecutar los últimos procedimientos de entrenamiento, los algoritmos primero deben entrenarse digitalmente en las computadoras. Pero luego, cuando los algoritmos se transfieren al chip, su rendimiento se descompone una vez que encuentran la falta de coincidencia en el hardware analógico.

Ahora, un artículo publicado el mes pasado [2] en *Proceedings of the National Academy of Sciences* finalmente ha revelado una forma de evitar este problema. Un equipo de investigadores dirigido por Friedemann Zenke en el Instituto de Investigación Biomédica Friedrich Miescher y Johannes Schemmel en la Universidad de Heidelberg demostró que un algoritmo de inteligencia artificial conocido como red neuronal de picos, que utiliza la señal de comunicación distintiva del cerebro, conocida como pico, podría trabajar con el chip para aprender a compensar la falta de coincidencia del

dispositivo. El documento es un paso significativo hacia la computación neuromórfica analógica con IA.

“Lo sorprendente es que funcionó tan bien”, dijo Sander Bohte, un experto en redes neuronales de picos en CWI, el instituto nacional de investigación de matemáticas e informática en los Países Bajos. "Es todo un logro y probablemente un modelo para más sistemas neuromórficos analógicos".

La importancia de la computación analógica para la computación basada en el cerebro es sutil. La computación digital puede representar efectivamente un aspecto binario de la señal de punta del cerebro, un impulso eléctrico que atraviesa una neurona como un rayo. Al igual que con una señal digital binaria, el pico se envía o no. Pero los picos se envían continuamente a lo largo del tiempo, es una señal analógica, y la forma en que nuestras neuronas deciden enviar un pico en primer lugar también es continua, en función de un voltaje dentro de la célula que cambia con el tiempo. (Cuando el voltaje alcanza un umbral específico en comparación con el voltaje fuera de la célula, la neurona envía un pico).

“En lo analógico radica la belleza de los cálculos centrales del cerebro. Emular este aspecto clave del cerebro es uno de los principales impulsores de la computación neuromórfica”, dijo Charlotte Frenkel, investigadora de ingeniería neuromórfica en la Universidad de Zúrich y ETH Zúrich.

En 2011, un grupo de investigadores de la Universidad de Heidelberg comenzó a desarrollar un chip neuromórfico con aspectos tanto analógicos como digitales para modelar de cerca el cerebro para experimentos de neurociencia. Ahora dirigido por Schemmel, el equipo ha presentado la última versión del chip, denominado BrainScaleS-2. Cada neurona analógica en el chip imita las corrientes entrantes y salientes de una célula cerebral y los cambios de voltaje.

“Realmente tienes un sistema dinámico que intercambia información continuamente”, dijo Schemmel. Y debido a que los materiales tienen diferentes propiedades eléctricas, el chip transfiere información 1000 veces más rápido que nuestro cerebro.

Pero dado que las propiedades de las neuronas analógicas varían muy levemente (el problema del desajuste del dispositivo), los voltajes y los niveles de corriente también varían entre las neuronas. Los algoritmos no pueden manejar esto, ya que fueron

entrenados en computadoras con neuronas digitales perfectamente idénticas y, de repente, su rendimiento en el chip cae en picado.

El nuevo trabajo muestra un camino a seguir. Al incluir el chip en el proceso de entrenamiento, los autores demostraron que las redes neuronales de picos podrían aprender a corregir los voltajes variables en el chip BrainScaleS-2. “Esta configuración de entrenamiento es una de las primeras pruebas convincentes de que la variabilidad no solo se puede compensar [por], sino que también es probable que se aproveche”, dijo Frenkel.

Para lidiar con la falta de coincidencia del dispositivo, el equipo combinó un enfoque que permite que el chip se comunice con la computadora con un nuevo método de aprendizaje llamado gradientes sustitutos, desarrollado conjuntamente por Zenke específicamente para aumentar las redes neuronales. Funciona cambiando las conexiones entre las neuronas para minimizar la cantidad de errores que comete una red neuronal en una tarea. (Esto es similar al método utilizado por las redes neuronales sin picos, llamado retropropagación).

Efectivamente, el método de gradiente sustituto pudo corregir las imperfecciones del chip durante el entrenamiento en la computadora. Primero, la red neuronal de picos realiza una tarea simple utilizando los voltajes variables de las neuronas analógicas en el chip, enviando registros de los voltajes a la computadora. Allí, el algoritmo aprende automáticamente cómo alterar mejor las conexiones entre sus neuronas para seguir funcionando bien con las neuronas analógicas, actualizándolas continuamente en el chip mientras aprende. Luego, cuando se completa el entrenamiento, la red neuronal de picos realiza la tarea en el chip. Los investigadores informan que su red alcanzó el mismo nivel de precisión en una tarea de habla y visión que las redes neuronales de pico superior que realizan la tarea en las computadoras. En otras palabras, el algoritmo aprendió exactamente qué cambios necesitaría hacer para superar el problema de desajuste del dispositivo.

“El rendimiento que lograron para resolver un problema real con este sistema es un gran logro”, dijo Thomas Nowotny, neurocientífico computacional de la Universidad de Sussex. Y, como era de esperar, lo hacen con una eficiencia energética impresionante;

los autores dicen que ejecutar su algoritmo en el chip consumió alrededor de 1000 veces menos energía de la que requeriría un procesador estándar.

Sin embargo, Frenkel señala que, si bien el consumo de energía es una buena noticia hasta el momento, los chips neuromórficos aún deberán demostrar su valía frente al hardware optimizado para tareas similares de reconocimiento de voz y visión, en lugar de los procesadores estándar. Y Nowotny advierte que el enfoque puede tener problemas para escalar a grandes tareas prácticas, ya que aún requiere el transporte de datos entre la computadora y el chip.

El objetivo a largo plazo es aumentar las redes neuronales para entrenar y ejecutar chips neuromórficos de principio a fin, sin necesidad de una computadora. Pero eso requeriría construir una nueva generación de chips, lo que lleva años, dijo Nowotny.

Por ahora, el equipo de Zenke y Schemmel se complace en demostrar que los algoritmos de redes neuronales de picos pueden manejar las variaciones minúsculas entre las neuronas analógicas en el hardware neuromórfico. “Puede confiar en 60 o 70 años de experiencia e historial de software para computación digital”, dijo Schemmel. “Para esta computación analógica, tenemos que hacer todo por nuestra cuenta”.

Referencias

[1] Fuente del artículo original, *AI Overcomes Stumbling Block on Brain-Inspired Hardware*, by Allison Whitten, Contributing Writer de Quanta Magazine, February 17, 2022.

[2] *Surrogate gradients for analog neuromorphic computing*. Benjamin Cramer, Sebastian Billaudelle, Simeon Kanya, Aron Leibfried, , Andreas Grübl, Vitali Karasenko, Christian Pehle, Korbinian Schreiber, Yannik Stradmann, Johannes Weis, Johannes Schemmel, and Friedemann Zenke. *PNAS* January 25, 2022 119 (4) e2109194119; <https://doi.org/10.1073/pnas.2109194119>

A28. Regreso a Neptuno

[Editar](#)

¿Regreso a Neptuno? Los planes para enviar un orbitador al escurridizo planeta, por Jamie Carter · 17 de febrero de 2022.

¿Es hora de que la NASA envíe un orbitador para estudiar el otro planeta azul en nuestro sistema solar? Las propuestas de misiones para estudiar el planeta gigante de hielo Neptuno y su misteriosa luna Tritón han estado en la lista de tareas pendientes de la NASA durante más de una década, pero hasta ahora no ha sucedido nada.

Una misión para explorar uno de los gigantes de hielo, Urano o Neptuno, fue una de las tres prioridades establecidas por el último Decadal Survey en 2010, junto con la luna Europa de Júpiter y una misión de regreso de muestra a Marte. Con el lanzamiento de la misión Europa Clipper en octubre de 2024 y el rover Perseverance ya en el planeta rojo, la NASA había hecho un buen progreso en dos de ellos.

Pero ¿qué pasa con los gigantes de hielo?

Las razones para enviar una misión de clase Flagship a Neptune se exponen en dos documentos: "Neptune Odyssey: Mission to the Neptune-Triton System" y "Neptune and Triton: A Flagship for Everyone". Este último es uno de los más de 500 libros blancos que ahora están considerando las Academias Nacionales, que publicarán en la primera mitad de 2022 su Encuesta decadal de ciencia planetaria y astrobiología una vez por década que hará recomendaciones para las misiones de la NASA. ¿Se presentará Neptuno?

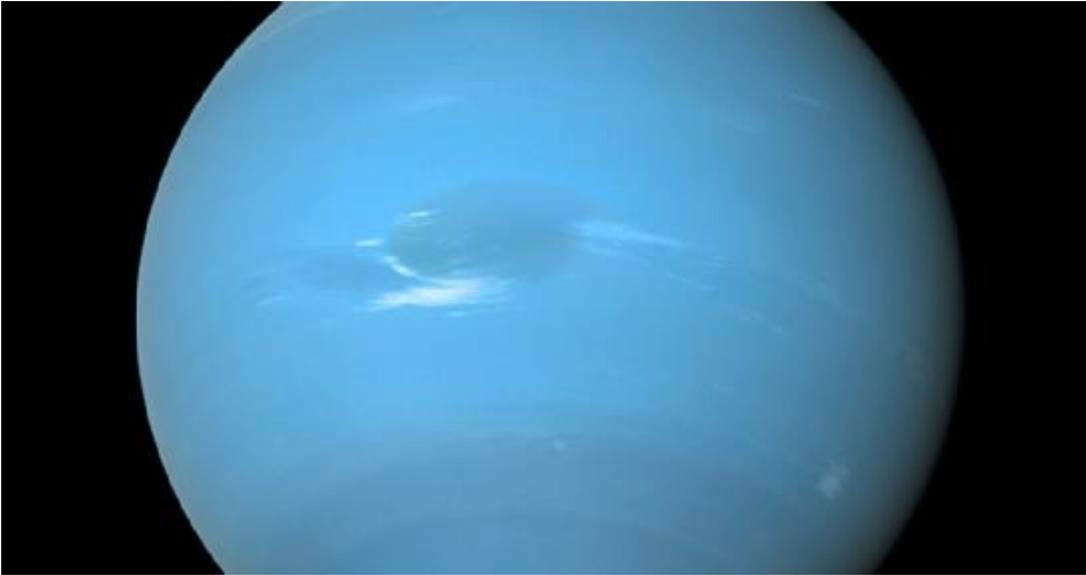


Figura 1. Neptune Only Voyager 2 has visited Neptune in 1989. This Voyager portrait is newly reprocessed to show the planet at correct color. Image: NASA / JPL-Caltech / Björn Jónsson. Traducción: Neptuno. Solo la Voyager 2 visitó Neptuno en 1989. Este retrato de la Voyager se reprocesó recientemente para mostrar el planeta con el color correcto. Imagen: NASA / JPL-Caltech / Björn Jónsson.

El caso científico para un regreso a Neptuno

De todos los planetas del sistema solar, sabemos menos sobre Urano y Neptuno.

La nave espacial Voyager 2 de la NASA realizó sobrevuelos de Urano en 1986 y Neptuno en 1989. Nos dio nuestro primer y único primer plano, descubrió seis lunas nuevas y cuatro anillos alrededor de Neptuno, encontró una tormenta de "Gran Mancha Oscura" en su atmósfera de gas metano azul. y vio indicios de un océano subterráneo en su luna más grande, Tritón. El sobrevuelo de Tritón de la Voyager 2 fue su acto final antes de girar hacia el espacio profundo.

Ninguna nave espacial ha estado muy cerca de Neptuno desde entonces, pero el argumento científico para una nueva misión va en aumento. En enero de 2019, Triton fue identificado como el candidato de mayor prioridad en un documento llamado "La hoja de ruta de la NASA hacia los mundos oceánicos". Neptuno también tiene el mismo radio que muchos de los exoplanetas que los astrónomos están encontrando en otras partes del cosmos.

La batalla de los gigantes de hielo

Muchos esperan que Decadal Survey recomiende solo una misión Flagship para recolectar las muestras de rocas que el rover Perseverance ahora recolecta en Marte, pero eso podría retrasarse para permitir un lanzamiento urgente a un gigante de hielo.

Dado que también hay una propuesta para enviar un orbitador a Urano, ¿por qué Neptuno podría ser el mejor objetivo para una gran misión?

“Uno de los problemas que tenemos como comunidad es que tenemos dos gigantes de hielo”, dijo Abigail Rymer, oficial de programas de la NASA e investigadora principal de Neptune Odyssey. “No queremos elegir uno y tenemos que ir a ambos, pero la razón principal para ir a Neptuno ahora es que las columnas observadas por la Voyager 2 en Tritón están a la luz del sol en este momento en su polo sur. Ese polo sur se oscurecerá en 2049, pero algunas de las principales columnas aún estarán expuestas a la luz del sol hasta 2060, por lo que es una ventana grande y bien abierta”.

Tritón también ayuda en el caso de Neptuno

"Tritón rompe el vínculo entre Urano y Neptuno en términos de interés científico porque es la única luna importante de nuestro sistema solar que se encuentra en una órbita retrógrada", dijo el Dr. Kunio Sayanagi, profesor asociado de la Universidad de Hampton, que trabajó en la Odisea blanca de Neptuno. papel.

Su órbita hace que sea casi seguro que Tritón es un objeto capturado en el Cinturón de Kuiper en la misma clase de tamaño que el planeta enano Plutón. Mientras tanto, se cree que las fuerzas de las mareas crean un océano profundo debajo de su superficie.

"Una de las principales razones para ir a Neptuno y Tritón en lugar de Urano es que obtenemos un gigante de hielo y un objeto del cinturón de Kuiper similar a Plutón de una sola vez", dice Rymer.

Neptune odyssey: la misión

El concepto de la misión Neptune Odyssey es para un orbitador de clase Flagship y una sonda atmosférica para el sistema Neptuno-Tritón.

Con un diseño y alcance similar a la misión Cassini de la NASA a Saturno, la nave espacial se lanzaría en 2031 en el Sistema de Lanzamiento Espacial de la NASA o en un SpaceX Falcon Heavy, recibiría asistencia gravitatoria de Júpiter y llegaría a Neptuno en 2043 después de un crucero de 12 años.

Si debe lanzarse después de 2031, la asistencia de Júpiter no será posible; un viaje directo a Neptuno llevaría 16 años.

“La NASA tiene el ingenio para hacer eso si así lo desea, siempre que sea consistente con la línea de tiempo que se decidió para la misión Mars Sample Return”, dijo Rymer.

Cuando finalmente llegue, entraría en la órbita de Neptuno, liberando simultáneamente una sonda de entrada atmosférica que tardaría 37 minutos en descender. La nave espacial estaría equipada con una cámara para capturar video de la sonda cayendo en la atmósfera de Neptuno. También tendría otra cámara a bordo para transmitir imágenes tal como lo hace la nave espacial Juno en Júpiter.

Durante su misión de cuatro años, Neptune Odyssey estudiaría el planeta, sus anillos, auroras, pequeñas lunas y el entorno espacial, y volaría por Tritón varias veces. Eventualmente, se sumergiría dentro de los anillos para realizar una "zambullida mortal" final en la atmósfera de Neptuno.

Neptune Odyssey no es el único intento de darle a la NASA un plan para una misión al octavo planeta desde el Sol. En 2021, la NASA jugó con Trident, una misión de clase Discovery propuesta para realizar un sobrevuelo de Neptuno y Tritón. Se habría lanzado en 2026 para llegar a Neptuno y Tritón en 2038. Se pasó por alto a favor de dos misiones a Venus, DAVINCI+ y VERITAS.

“Hubo sentimientos encontrados cuando eso no fue seleccionado”, dijo Rymer. "Recibió una calificación muy alta, y espero que la NASA nos envíe un mensaje de que quieren seleccionar algo que orbite Neptuno".

Maximizando la ciencia

Algo que podría hacer que un orbitador de Neptuno sea atractivo son los planes para convertirlo en una misión entre divisiones.

“Vamos a llevar una cámara para tomar imágenes de nuestro sistema solar, como la foto “Pale Blue Dot” de Carl Sagan”, dice Rymer. "Esa no es solo una actividad de divulgación: es crucial para nosotros comprender cómo se ve nuestro planeta desde un contexto astrofísico para comprender nuestras observaciones de exoplanetas".

La fase de crucero larga también podría usarse para tomar medidas del viento solar.

“Vamos a llevar una cámara para tomar imágenes mirando hacia atrás a nuestro sistema solar, como la foto “Pale Blue Dot” de Carl Sagan”, dice Rymer. “Esa no es solo una actividad de divulgación: es crucial para nosotros comprender cómo se ve nuestro planeta desde un contexto astrofísico para comprender nuestras observaciones de exoplanetas”.

La fase de crucero larga también podría usarse para tomar medidas del viento solar.

“Tenemos la sonda solar Parker cerca del Sol y la nave espacial Voyager en el medio interestelar, por lo que tener algo que los una con la instrumentación del siglo XXI sería muy deseable para la división de heliofísica de la NASA”, dijo Rymer.

¿Cuál es el futuro de una misión a Neptuno? Eso está por verse, pero la oportunidad de revelar un gigante de hielo haría las delicias tanto de los científicos planetarios como de los cazadores de exoplanetas. Si puede explorar simultáneamente el viento solar y revelar a Tritón como un precioso mundo oceánico, entonces un viaje al planeta más alejado del Sol podría ser un verdadero placer para los ciudadanos.



Figura 2. Neptuno y Tritón de la Voyager 2. Esta imagen de Neptuno y Tritón fue capturada por la Voyager 2 cuando partía del sistema de Neptuno el 31 de agosto de 1989. El sur está en la parte inferior; El sobrevuelo de la Voyager 2 sobre el hemisferio norte de Neptuno inclinó la trayectoria de la nave hacia abajo fuera del plano orbital de nuestro sistema solar. Imagen: NASA / JPL-Caltech / Justin Cowart.

Referencias

[1] Artículo original, en www.planetary.org, de Jamie Carter • Feb 17, 2022. *Return to Neptune? The plans to send an orbiter to the elusive planet.* URL: <https://www.planetary.org/articles/return-to-neptune-plans>

Redactor y traductor de la noticia: Juan F. González

A29. TESS encuentra un centenar de sistemas estelares cuádruples

[Editar](#)

El Satélite de Sondeo de Exoplanetas en Tránsito (Transiting Exoplanet Survey Satellite, TESS) de la NASA ha encontrado más de 5000 candidatos a exoplanetas y 197 exoplanetas confirmados desde que comenzó su misión a fines de 2018. TESS es bueno para encontrar exoplanetas, pero la nave espacial es una plataforma científica poderosa y ha realizado otros descubrimientos. también. Los científicos que trabajan con TESS anunciaron recientemente 97 candidatos a estrellas cuádruples, casi duplicando el número de sistemas cuádruples conocidos.

La misión de TESS es encontrar exoplanetas. Más específicamente, su misión es encontrar exoplanetas alrededor de estrellas brillantes cercanas. El Satélite de Sondeo de Exoplanetas en Tránsito también puede estudiar la masa, la densidad, el tamaño y la órbita de esos planetas.

Pero el campo de visión de TESS es amplio, mucho más amplio que el de su predecesor, el telescopio espacial Kepler. Su conjunto de cámaras de campo amplio ha inspeccionado el 85 % del cielo y ha recopilado una enorme cantidad de datos. Los científicos utilizan el aprendizaje automático y una cohorte de entusiastas científicos ciudadanos para analizar esos datos.

Según un nuevo artículo, los últimos resultados de los datos de TESS son un catálogo de 97 "... candidatos examinados uniformemente para sistemas estelares cuádruples", según un nuevo artículo. El documento es "97 candidatos a estrellas cuádruples eclipsantes descubiertos en imágenes de fotograma completo TESS". El artículo está disponible en

el sitio de preimpresión arxiv.org y se publicará en *The Astrophysical Journal Supplement*. El autor principal del artículo es Veselin Kostov del Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA.

“Los candidatos fueron identificados en datos de imagen de cuadro completo TESS de los sectores 1 a 42 a través de una combinación de técnicas de aprendizaje automático y examen visual, con importantes contribuciones de un grupo dedicado de científicos ciudadanos”, escriben los autores.

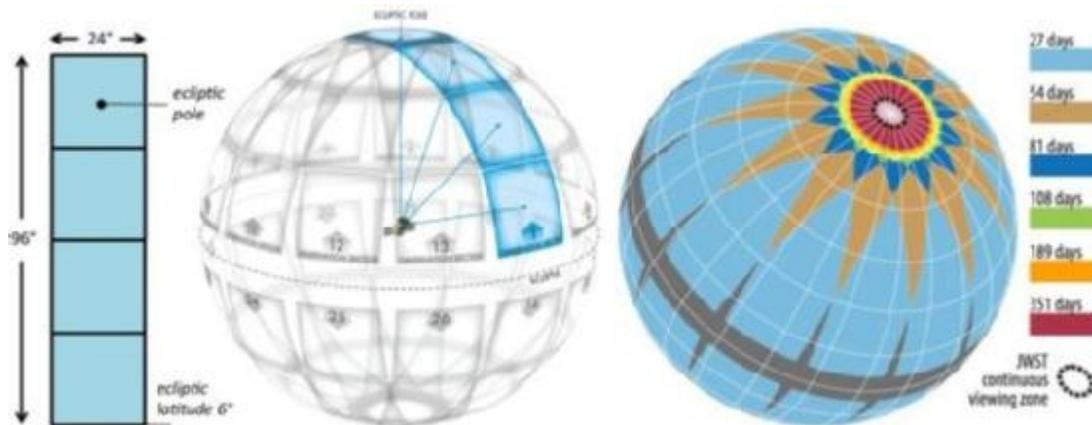


Figura 1. TESS está equipado con cuatro cámaras CCD con campos de visión adyacentes para producir una matriz de 4 x 1, o "sector de observación", que produce un campo de visión combinado de 96x 24 grados, como se ilustra arriba. Crédito de la imagen: NASA.

Para encontrar estos sistemas, se necesitó una colaboración entre algunos de los sospechosos habituales: la División de Ciencias de Astrofísica del Centro de Vuelo Espacial Goddard (GSFC) de la NASA y el Instituto Kavli del MIT. Pero los profesionales de esas instituciones de investigación necesitaban ayuda. Esa ayuda provino de siete ciudadanos científicos experimentados que ayudaron en el arduo esfuerzo del análisis píxel por píxel de las curvas de luz. "Para descartar falsos positivos debido a estrellas de campo cercanas o efectos sistemáticos, evaluamos la curva de luz píxel por píxel del objetivo...", escriben los autores en su artículo.

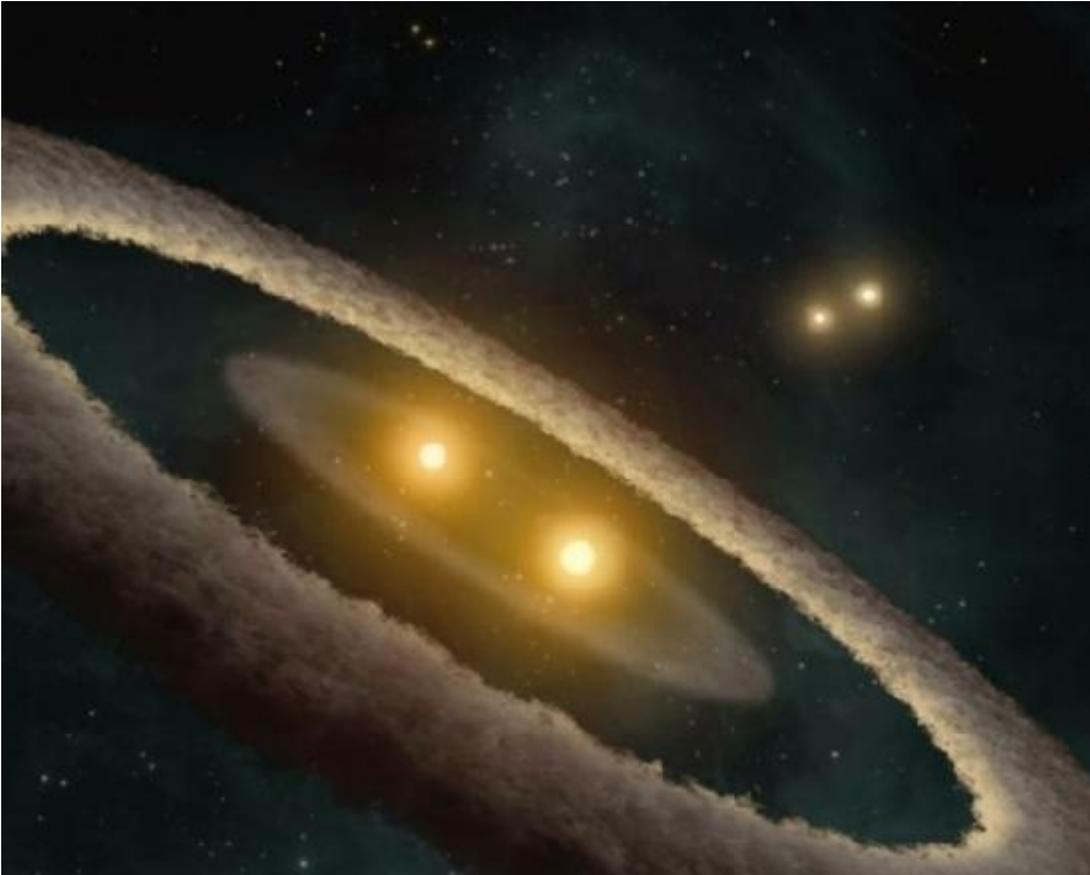


Figura 2. Esta es una ilustración artística de HD 98800, un sistema estelar cuádruple ubicado en la asociación TW Hydrae. No es parte del nuevo catálogo y fue descubierto anteriormente. Crédito de la imagen: por NASA/JPL-Caltech/T. Pyle (SSC) – http://gallery.spitzer.caltech.edu/Imagegallery/image.php?image_name=sig07-013, http://www.nasa.gov/mission_pages/spitzer/news/spitzer-20070724.html. Imagen de dominio público disponible en URL: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3689220>

Los investigadores centraron su esfuerzo en identificar sistemas estelares triples y cuádruples, pero los resultados van más allá de esos sistemas estelares múltiples. También encontraron "... el primer sistema estelar séxtuple eclipsante sextuple y el primer planeta circumbinario en tránsito detectado a partir de un sector de datos TESS", explican los autores.

Los sistemas estelares cuádruples contienen dos pares de estrellas binarias eclipsantes (EB). Sin embargo, solo son EB si se eclipsan entre sí desde nuestro punto de vista. Todos esos tránsitos y eclipses pueden ser difíciles de enredar, lo que explica la mano amiga de científicos ciudadanos dedicados.

Los investigadores estaban interesados solo en sistemas estelares cuádruples específicos, y deliberadamente excluyeron otros. "Observamos que los objetivos enumerados en este catálogo son candidatos cuádruples que se originan cada uno de una sola fuente TESS, es decir, los EB de dos componentes no están resueltos en los datos TESS", escriben. Estos sistemas cuádruples están en el catálogo porque exhiben cambios observables en escalas de tiempo humanas. "La razón es que para los propósitos de este trabajo, nuestros intereses están en sistemas cuádruples cercanos que pueden exhibir interacciones dinámicamente interesantes en una escala de tiempo humana (meses a años)", explican.

Esa explicación es un poco prolija, pero se reduce a esto: el ancho de píxel de TESS puede ser enorme. Si TESS localiza un par de EB separados por dos píxeles TESS, y si los EB están a 500 parsecs de nosotros, eso significa que los EB están separados entre sí por hasta 20 000 AU. A esa gran distancia entre sí, podría llevar generaciones de observaciones humanas notar cualquier interacción entre las estrellas. Los sistemas deben estar más cerca unos de otros para exhibir interacciones interesantes observables en meses o años, por lo que deben estar en el mismo píxel TESS. Esto es lo que requirió el minucioso análisis píxel por píxel.

Los sistemas del catálogo sobrevivieron a un riguroso proceso de investigación. El equipo también encontró muchos falsos positivos. Una estrella de campo cerca del objetivo a menudo parecía ser otro EB hasta que un análisis más profundo lo descartó. Otras veces detectaron dos pares de EB, pero no estaban interconectados y estaban demasiado distantes entre sí para constituir un sistema estelar cuádruple. También había sistemas estelares triples cuyo patrón de eclipse imitaba un sistema estelar cuádruple. En total, hubo cinco escenarios de falsos positivos.

En su resumen, los autores escriben que "las estrellas objetivo han sido identificadas mediante inspección visual y exhiben dos conjuntos de eclipses con dos períodos distintos, cada uno con eclipses primarios y, en la mayoría de los casos, secundarios. Todos los objetivos se examinaron de manera uniforme y pasaron una serie de pruebas, que incluyen análisis de píxel por píxel de movimiento del fotocentro".

¿Por qué los astrónomos están interesados en los sistemas cuádruples?

Múltiples sistemas estelares pueden revelar mucho sobre las vías de evolución estelar. Los astrónomos y astrofísicos están interesados en las etapas estelares de la evolución, como las binarias de período corto, los eventos de envoltura común, las supernovas de tipo Ia y las fusiones de agujeros negros.

La disposición de las estrellas en múltiples sistemas también es evidencia de cómo se formaron las estrellas. “Por ejemplo, las relaciones de masa entre los componentes individuales de un sistema cuádruple, las relaciones de período entre los sistemas binarios constituyentes y la inclinación mutua brindan información importante sobre si el sistema se formó a través de un escenario 'de arriba hacia abajo' a través de la fragmentación del núcleo o del disco o agregación 'ascendente' a través de la captura gravitacional”, agregan.

Otro aspecto emocionante de los sistemas estelares múltiples se refiere a los planetas. Los astrónomos han encontrado algunos planetas alrededor de múltiples sistemas estelares, pero sus orígenes y destinos no están claros.

En 2015, los astrónomos descubrieron un planeta masivo en el sistema estelar cuádruple 30 Arietis. Según ese descubrimiento, el sistema alberga un enorme gigante gaseoso diez veces más masivo que Júpiter. Fue la segunda instancia de planeta conocida en un sistema estelar cuádruple.

En 2019, los investigadores encontraron un sistema estelar cuádruple único donde las estrellas están en ángulo recto con el disco de gas y polvo que las rodea. Es probable que se formen planetas a partir de este disco protoplanetario. ¿Qué tan inusual sería la vista desde la superficie de un planeta en ese sistema?



Figura 3. HD 98800 es un sistema estelar cuádruple con un disco protoplanetario en ángulo recto con las estrellas. ¿Podrían formarse planetas en tal sistema? Créditos de imagen: UNIVERSIDAD DE WARWICK/MARK GARLICK.

El equipo de investigadores aún no ha terminado. Dicen que han detectado un orden de magnitud más de falsos positivos que detecciones examinadas y que el análisis completo está más allá del alcance de este documento. "... dada la gran cantidad de objetivos inspeccionados y suponiendo que muchos de los candidatos adicionales resulten ser reales, TESS tiene el potencial de aumentar la cantidad de sistemas cuádruples eclipsantes conocidos en más de un factor de dos".

Referencias

[1] Fuente original de este artículo (traducido del mismo): "TESS Finds Almost 100 Quadruple Star Systems", Universe Today newsletter.
<https://www.universetoday.com/154561/tess-finds-almost-100-quadruple-star-systems/>

[2] Wikipedia, *Multiple star systems*, URL:
https://en.wikipedia.org/wiki/Star_system#Higher_multiplicities

[3] *Universe Today*, Posted on September 8, 2020 by Evan Gough. *The Strange, Misshapen Orbits of Planet-Forming Disks in a Triple-Star System*. URL:
<https://www.universetoday.com/147665/the-strange-misshapen-orbits-of-planet-forming-disks-in-a-triple-star-system/>

[Redactor y traductor de la noticia: Juan F. González](#)

A30. El cristal de electrones de Wigner

[Wigner-Crystal-Electrons_2560_Lede.mp4](#)

Figura 1. El cristal de Wigner bloquea los electrones en posiciones estables solo cuando dos láminas de electrones asumen una geometría triangular particular.

El cristal de electrones de Wigner, por Karmela Padavic-Callaghan. Escritor colaborador de Quanta Magazine.

Un cristal es una unión periódica en el espacio de átomos, moléculas o iones. Tal como se explica a los estudiantes. Este concepto admite una generalización. Un cristal sólido de electrones. Incluso se especula con una fase líquida de electrones.

Figura 2. Electrones semiordenados (fase o estado líquido) y estructura electrónica ordenada y periódica (cristal de Wigner).

En 1934, Eugene Wigner, un pionero de la mecánica cuántica, teorizó sobre un extraño tipo de materia: un cristal hecho de electrones. La idea era simple; demostrando que no fue así. Los físicos probaron muchos trucos durante ocho décadas para empujar a los electrones a formar estos llamados cristales de Wigner, con un éxito limitado. En junio, sin embargo, dos grupos independientes de físicos informaron en Nature las observaciones experimentales más directas de los cristales de Wigner hasta el momento.

“La cristalización de Wigner es una idea tan antigua”, dijo Brian Skinner, físico de la Universidad Estatal de Ohio que no participó en el trabajo. “Verlo tan limpio fue realmente agradable”.

Para hacer que los electrones formen un cristal de Wigner, podría parecer que un físico simplemente tendría que enfriarlos. Los electrones se repelen entre sí, por lo que el enfriamiento disminuiría su energía y los congelaría en una red de la misma manera que el agua se convierte en hielo. Sin embargo, los electrones fríos obedecen las extrañas leyes de la mecánica cuántica: se comportan como ondas. En lugar de quedar fijos en su lugar en una cuadrícula perfectamente ordenada, los electrones en forma de onda tienden a chapotear y chocar contra sus vecinos. Lo que debería ser un cristal se convierte en algo más parecido a un charco.

Uno de los equipos responsables del nuevo trabajo encontró un cristal Wigner casi por accidente. Los investigadores de un grupo dirigido por Hongkun Park en la Universidad de Harvard estaban

experimentando con el comportamiento de los electrones en un "sándwich" de láminas excepcionalmente delgadas de un semiconductor separadas por un material que los electrones no podían atravesar. Los físicos enfriaron este sándwich de semiconductores por debajo de -230 grados centígrados y jugaron con la cantidad de electrones en cada una de las capas.

El equipo observó que cuando había un número específico de electrones en cada capa, todos permanecían misteriosamente inmóviles. “De alguna manera, los electrones dentro de los semiconductores no podían moverse. Este fue un hallazgo realmente sorprendente”, dijo You Zhou, autor principal del nuevo estudio.

Zhou compartió sus resultados con colegas teóricos, quienes eventualmente recordaron una vieja idea de Wigner. Wigner había calculado que los electrones en un material bidimensional plano adoptarían un patrón similar al de un suelo perfectamente cubierto con baldosas triangulares. Este cristal evitaría que los electrones se movieran por completo.

En el cristal de Zhou, las fuerzas repulsivas entre los electrones en cada capa y entre las capas trabajaron juntas para organizar los electrones en la cuadrícula triangular de Wigner. Estas fuerzas fueron lo suficientemente fuertes como para evitar el derrame y chapoteo de electrones predicho por la mecánica cuántica. Pero este comportamiento ocurrió solo cuando la cantidad de electrones en cada capa era tal que las rejillas de cristal superior e inferior se alineaban: los triángulos más pequeños en una capa tenían que llenar exactamente el espacio dentro de los más grandes en la otra. Park llamó a las proporciones de electrones que condujeron a estas condiciones los "signos reveladores de los cristales bicapa de Wigner".

Después de que se dieron cuenta de que tenían un cristal Wigner en sus manos, el equipo de Harvard hizo que se derritiera al obligar a los electrones a adoptar su naturaleza de onda cuántica. La fusión del cristal de Wigner es una transición de fase cuántica, similar a un cubo de hielo que se convierte en agua, pero sin ningún tipo de calentamiento. Los teóricos predijeron previamente las condiciones necesarias para que ocurriera el proceso, pero el nuevo experimento es el primero en confirmarlo a través de mediciones directas. "Fue muy, muy emocionante ver lo que realmente aprendimos de los libros de texto y artículos en datos experimentales", dijo Park.

Figura 3. La estructura periódica de un cristal de Wigner tiene una longitud característica. Es análoga a la longitud característica de los cristales espaciales (atómicos, iónicos) más conocidos y convencionales. ¿Qué aplicaciones podrán tener estos nuevos cristales de Wigner? No lo sabemos aún con certidumbre.

Los experimentos anteriores encontraron indicios de la cristalización de Wigner, pero los nuevos estudios ofrecen la evidencia más directa debido a una nueva técnica experimental. Los investigadores dispararon las capas de semiconductores con luz láser para crear una entidad similar a una partícula llamada excitón. El material entonces reflejaría o reemitiría esa luz. Al analizar la luz, los investigadores pudieron saber si los excitones habían interactuado con electrones ordinarios que fluyen libremente o con electrones congelados en un cristal de Wigner. "De hecho, tenemos evidencia directa de un cristal de Wigner", dijo Park. "De hecho, puedes ver que es un cristal que tiene esta estructura triangular".

El segundo equipo de investigación, dirigido por Ataç Imamoğlu en el Instituto Federal Suizo de Tecnología de Zúrich, también utilizó esta técnica para observar la formación de un cristal de Wigner.

El nuevo trabajo ilumina el infame problema de muchos electrones que interactúan. Cuando pones muchos electrones en un espacio pequeño, todos se empujan entre sí y se vuelve imposible hacer un seguimiento de todas las fuerzas entrelazadas entre sí.

Philip Phillips, físico de la Universidad de Illinois, Urbana-Champaign, que no participó en el experimento, describió los cristales de Wigner como un arquetipo de todos esos sistemas. Señaló que el único problema relacionado con electrones y fuerzas eléctricas que los físicos saben cómo resolver con lápiz y papel es el de un solo electrón en el átomo de hidrógeno. En átomos con incluso un electrón más, el problema de predecir lo que harán los electrones que interactúan se vuelve intratable. El problema de la interacción de muchos electrones se ha considerado durante mucho tiempo como uno de los más difíciles de la física.

En el futuro, el equipo de Harvard planea usar su sistema para responder preguntas pendientes sobre los cristales de Wigner y los electrones fuertemente correlacionados. Una pregunta abierta es qué sucede, exactamente, cuando se derrite el cristal Wigner; abundan las teorías en competencia. Además, el equipo observó cristales de Wigner en su sándwich de semiconductores a temperaturas más altas y con un mayor número de electrones de lo que predijeron los teóricos. Investigar por qué este fue el caso podría conducir a nuevos conocimientos sobre el comportamiento de los electrones fuertemente correlacionados.

Eugene Demler, un teórico de Harvard que contribuyó a ambos nuevos estudios, cree que el trabajo resolverá viejos debates teóricos e inspirará nuevas preguntas. “Siempre es mucho más fácil trabajar en un problema cuando puedes buscar las respuestas al final de un libro”, dijo. “Y tener experimentos adicionales es como buscar la respuesta”.

Referencias

[1] *Physicists Create a Bizarre ‘Wigner Crystal’ Made Purely of Electrons. Quanta Magazine. August 12, 2021.* Los físicos crean un extraño 'cristal de Wigner' hecho puramente de electrones. URL: <https://www.quantamagazine.org/physicists-create-a-bizarre-wigner-crystal-made-purely-of-electrons-20210812/>

[2] Tomasz Smoleński, Pavel E. Dolgirev, Clemens Kuhlenkamp, Alexander Popert, Yuya Shimazaki, Patrick Back, Xiaobo Lu, Martin Kroner, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Ilya Esterlis, Eugene Demler & Ataç Imamoğlu. *Nature* volume 595, pages 53–57 (2021). *Signatures of Wigner crystal of electrons in a monolayer semiconductor.*

Redactor del artículo/traductor del artículo original: Juan F. González

A31. Hallado el tercer planeta en torno a Proxima: ¡y podría tener agua!

[Editar](#)

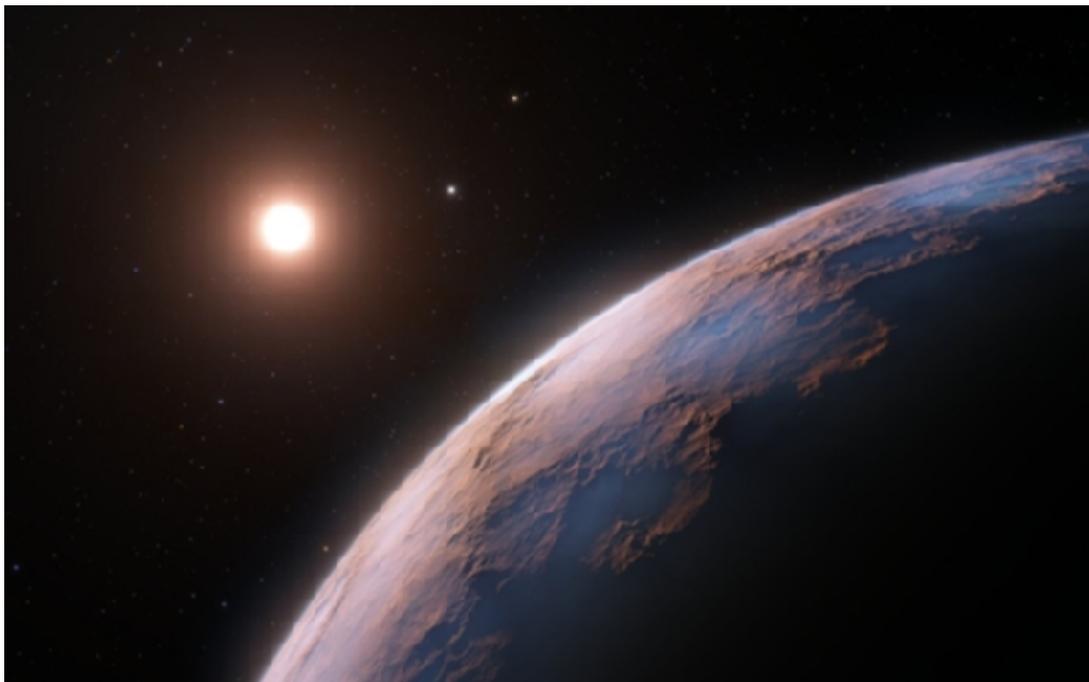


Figura 1. La impresión de un artista muestra en esta imagen el pequeño mundo *Proxima d*, un nuevo planeta descubierto recientemente alrededor del vecino más cercano del Sol. ESO/L. Calçada.

A poco más de cuatro años luz de distancia se encuentra Alpha Centauri, el sistema estelar más cercano al Sol. Y en agosto de 2016, los investigadores anunciaron que habían encontrado un planeta largamente buscado alrededor de Próxima Centauri, el componente más pequeño y más cercano de este sistema de tres estrellas. Luego, en enero de 2020, los astrónomos vieron un segundo mundo alrededor de Proxima Centauri. Y ahora, el árbol genealógico de la estrella parece estar creciendo de nuevo: se ha encontrado un tercer planeta terrestre orbitando la estrella más cercana a la Tierra.

Una nueva adición: el tercer planeta de Proxima Centauri

En un estudio publicado el 10 de febrero en [Astronomy & Astrophysics](#), los astrónomos anunciaron el descubrimiento de Proxima d. Este pequeño planeta, que pesa solo un cuarto de la masa de la Tierra, orbita Próxima Centauri cada cinco días a una distancia

de unos 4 millones de kilómetros (2,5 millones de millas), o menos de una décima parte de la distancia entre Mercurio y nuestro Sol. . Pero debido a que Próxima Centauri es una enana roja con solo alrededor del 12 por ciento de la masa del Sol y el 14 por ciento de su diámetro, esto coloca a *Proxima d* en la zona habitable de la estrella, donde las condiciones son las adecuadas para que exista potencialmente agua líquida en su superficie. Bueno, en realidad, esto es incorrecto, como indica la referencia científica seria: Proxima d está fuera de la HZ, pero como sabemos de casos en nuestro sistema solar donde hay agua fuera de la HZ, decidí poner un título tramposo y mediático como hacen otros periodistas, aunque me cubro al ponerlo en condicional, jejejeje.

Proxima d se descubrió utilizando el método de velocidad radial, durante el cual los astrónomos observan cuidadosamente una estrella para buscar cambios sutiles en la posición, que ocurren cuando la gravedad de un planeta en órbita tira de su estrella. Este es el mismo método utilizado para detectar los otros dos planetas de Próxima Centauri, Próxima b y c. Pero estos planetas son más masivos; de hecho, *Proxima d* es el exoplaneta más liviano hasta la fecha jamás descubierto con este método.

Árbol de familia

Entonces, ¿cómo se compara esta nueva incorporación a la familia con sus hermanos?

Proxima b, el primer planeta descubierto alrededor de esta estrella, tiene aproximadamente la misma masa que la Tierra y orbita cada 11,2 días a una distancia de 4,3 millones de millas (7 millones de km), o alrededor del 5 por ciento de la distancia que la Tierra orbita alrededor del Sol. Pero nuevamente, debido a que Próxima Centauri es mucho más pequeña que nuestra estrella, Próxima b también orbita en su zona habitable.

Proxima c es diferente: es una supertierra que pesa aproximadamente seis veces la masa de nuestro planeta, con un período orbital de 5,2 años. Eso sitúa su órbita, a unos 224 millones de kilómetros (130 millones de millas), más allá de la zona habitable.

Nuevos mundos

Los investigadores descubrieron Proxima d usando un nuevo instrumento llamado Echelle Spectrograph for Rocky Exoplanets and Stable Spectroscopic Observations, o ESPRESSO, en el Very Large Telescope del Observatorio Europeo Austral en Chile. Ahora que el instrumento ha demostrado su valía, los astrónomos esperan usarlo para

descubrir muchos más mundos terrestres, quizás muy parecidos al nuestro, tanto cerca como lejos de casa.

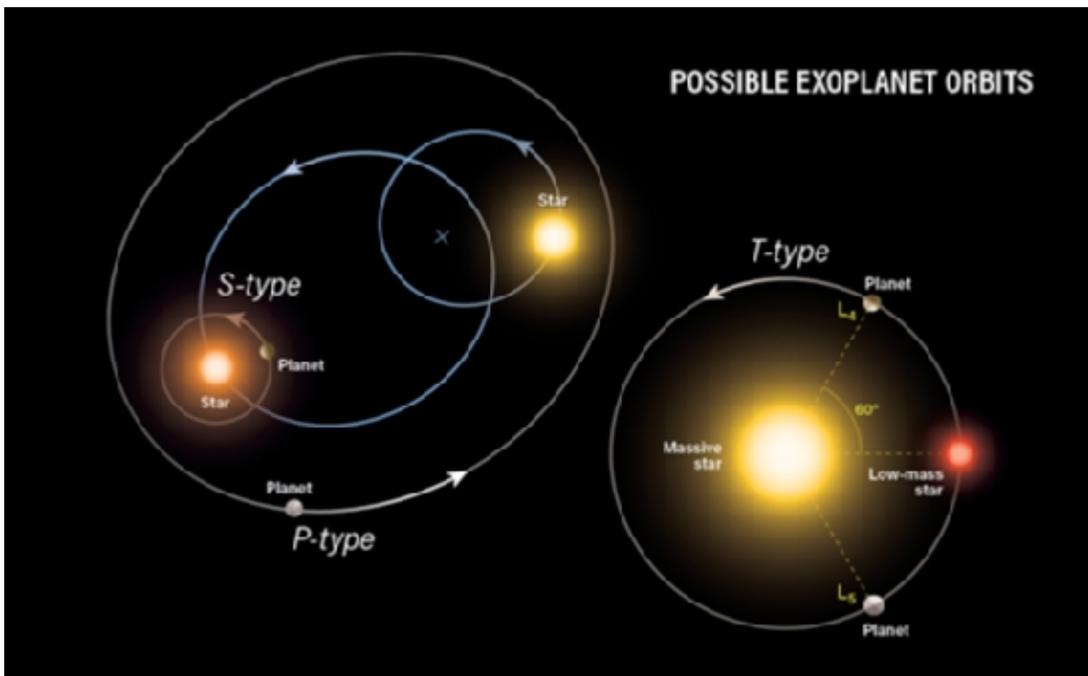


Figura 2. ¿Pueden existir sistemas solares en torno a estrellas binarias? Sí. Aunque hay varias configuraciones. Cuando las estrellas binarias son similares en masa (izquierda), las dos estrellas orbitan el centro de masa del sistema (indicado aquí con una X). Los planetas en una órbita de tipo S giran alrededor de una sola estrella en el sistema, mientras que los planetas en una órbita de tipo P giran alrededor de ambas estrellas juntas. Cuando una estrella supera con creces a la otra (derecha), la estrella más pequeña orbita alrededor de la más grande. Un planeta en una órbita tipo T compartiría la órbita del compañero más pequeño alrededor de la estrella más grande, encerrado en una de dos posiciones, los puntos de Lagrange L4 o L5, por delante o por detrás de la estrella más pequeña. ¿Qué pasaría con sistemas múltiples? La respuesta es más compleja, porque las interacciones de varios cuerpos complican el análisis.

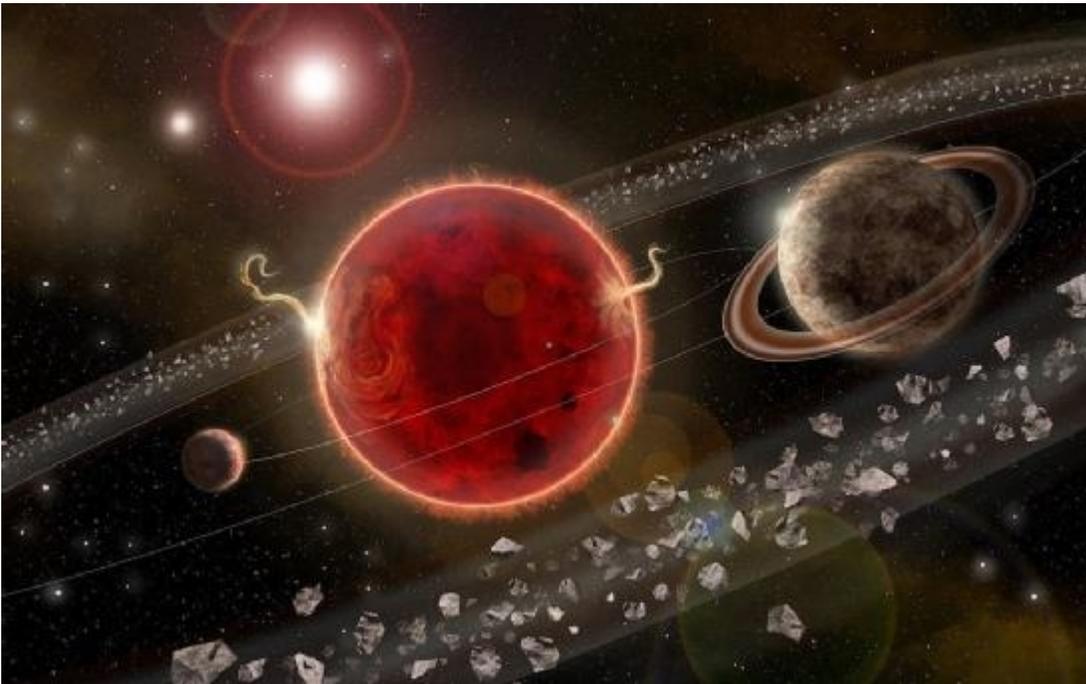


Figura 3. El concepto de este artista muestra el sistema Próxima Centauri, incluido el planeta Próxima b (izquierda) y el planeta Próxima c (derecha), del tamaño aproximado de la Tierra. Según una nueva investigación, Proxima c tiene una masa mínima de aproximadamente 6 masas terrestres y orbita alrededor de su estrella anfitriona enana roja una vez cada 5,2 años.

Referencias

- [1] **Third exoplanet found around closest star to Earth:** The planetary family around Proxima Centauri, the closest star to Earth, just keeps growing. By Alison Klesman. Astronomy.com. Published: Monday, February 21, 2022. URL: <https://astronomy.com/news/2022/02/third-planet-found-around-proxima-centauri>
- [2] Astronomy.com: **Is Proxima Centauri b the most promising exoplanet yet? Our nearest neighbor could be nearly perfect for the search for life on other planets.** By Eric Betz, Published: Wednesday, August 24, 2016. URL: <https://astronomy.com/news/2016/08/is-proxima-centauri-b-the-most-promising-exoplanet-yet>
- [3] **Second terrestrial planet found around closest star to the Sun:** Located just 4.2 light-years away, the star Proxima Centauri now has both an Earth-like world in its habitable zone and a more distant super-Earth. By Jake Parks, Published: Wednesday,

January 15, 2020. URL: <https://astronomy.com/news/2020/01/second-terrestrial-planet-found-around-closest-star-to-the-sun>

[4] *A candidate short-period sub-Earth orbiting Proxima Centauri*, *A&A* 658, A115 (2022)

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202142337>, J. P. Faria¹, A. Suárez Mascareño, P. Figueira, A. M. Silva, M. Damasso, O. Demangeon, F. Pepe, N. C. Santos, R. Rebolo, S. Cristiani, V. Adibekyan, Y. Alibert, R. Allart, S. C. C. Barros, A. Cabral, V. D’Odorico, P. Di Marcantonio, X. Dumusque, D. Ehrenreich, J. I. González Hernández, N. Hara, J. Lillo, G. Lo Curto, C. Lovis, C. J. A. P. Martins, D. Mégevand, A. Mehner, G. Micela, P. Molaro, N. J. Nunes, E. Pallé, E. Poretti, S. G. Sousa, A. Sozzetti, H. Taberner, S. Udry and M. R. Zapatero Osorio. Received: 30 September 2021 Accepted: 24 December 2021.

[5] *Can solar systems exist in a binary star system?* Astronomy.com. Published: Tuesday, January 7, 2020. URL: <https://astronomy.com/magazine/ask-astro/2020/01/can-solar-systems-exist-in-a-binary-star-system>

Traductor y editor de la noticia: Juan F. González

A32. Empaquetamiento de esferas en alta dimensión: casos 8d y 24d

[Editar](#)

El empaquetamiento de esferas: resuelto en espacios 8d y 24d

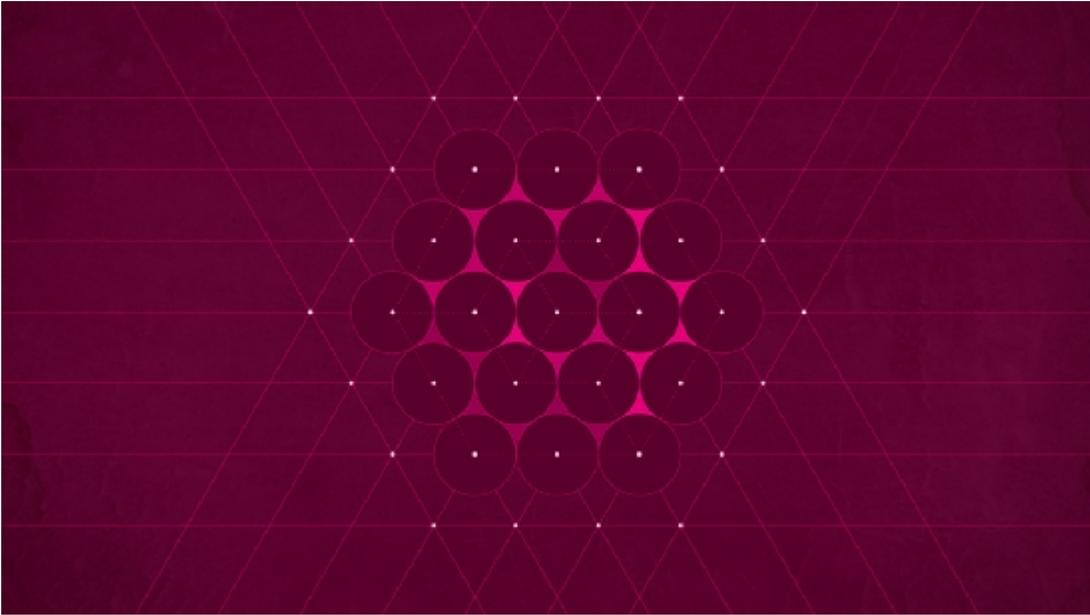


Figura 1. La red panal de abeja o "honeycomb". El caso más simple de empaquetamiento de esferas en dimensiones 1, 2 y 3 está resuelto desde hace tiempo (aunque hubo más trabajo del que se pensaba en 3d).

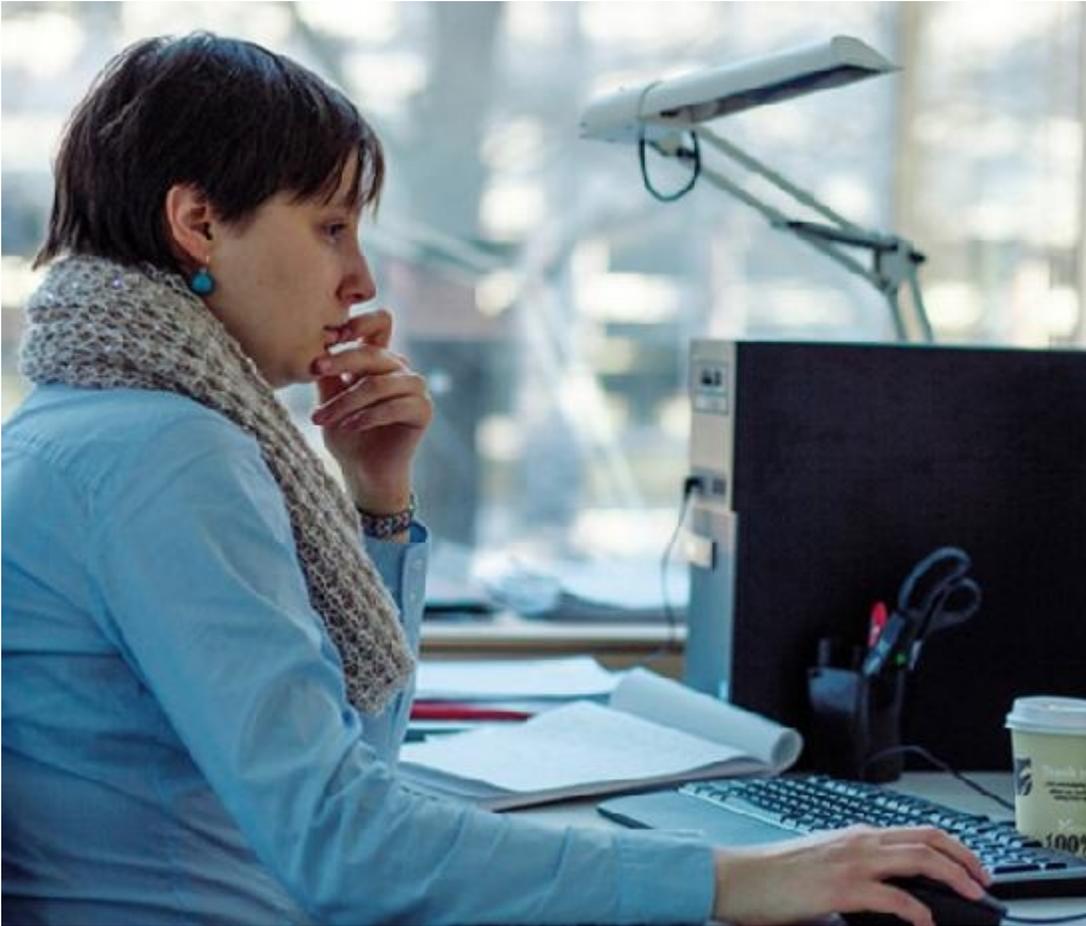


Figura 2. Maryna Viazovska, matemática ucraniana.
https://en.wikipedia.org/wiki/Maryna_Viazovska

Una matemática ucraniana resolvió en 2016 el antiguo problema del empaquetamiento de esferas en las dimensiones 8 y 24. En un par de artículos publicados en Marzo de

2016, una matemática ucraniana demostró dos versiones de alta dimensión del denominado "problema del empaquetamiento de esferas", un problema matemático con varios siglos de antigüedad. En las dimensiones 8 y 24 (la última dimensión en colaboración con otros investigadores), Maryna demostró que dos disposiciones altamente simétricas, relacionadas con áreas de las matemáticas que conectan funciones modulares, grupos excepcionales y análisis de Fourier, empaquetan esferas de la manera más densa posible en dichas dimensiones euclidianas. En dimensiones no euclidianas, espacios pseudoeuclídeos o pseudoriemannianos, el problema no es tan sencillo de resolver.

Definición 1. Producto escalar euclidiano.

Sean $u, v \in \mathbb{R}^N$ vectores de un espacio N – dimensional.

El producto escalar canónico euclidiano se define como sigue

$$u \cdot v = (u, v) = \langle u, v \rangle = \langle u | v \rangle = \sum_{i=1}^N u_i v_i = \delta_{ij} u^i v^j$$

con

$$u \cdot v = \sum_{i=1}^N u_i v_i = u_1 v_1 + u_2 v_2 + \dots + u_N v_N$$

Definición 3. Producto escalar generalizado en base no canónica.

En una base no canónica de \mathbb{R}^N , $u = \sum_{i=1}^n u_i e_i$ y $v = \sum_{i=1}^n v_i e_i$.

El producto escalar en una base no canónica $\{e_i\}_{i=1}^N$ viene dado por

$$(u, v) = \begin{pmatrix} u_1 & u_2 & \dots & u_N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_1 \cdot e_1 & e_1 \cdot e_2 & \dots & e_1 \cdot e_N \\ e_2 \cdot e_1 & e_2 \cdot e_2 & \dots & e_2 \cdot e_N \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_N \cdot e_1 & e_N \cdot e_2 & \dots & e_N \cdot e_N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_N \end{pmatrix} = G_{ij} u_i v_j = u^T G v$$

Los matemáticos han estado estudiando los empaquetamientos de esferas desde al menos 1611, cuando Johannes Kepler conjeturó que la forma más densa de empaquetar esferas de igual tamaño en el espacio es la conocida pila piramidal de naranjas que se ve en las tiendas de comestibles. A pesar de la aparente simplicidad del problema, no se resolvió hasta 1998, cuando Thomas Hales, ahora de la Universidad de Pittsburgh, finalmente demostró la conjetura de Kepler en 250 páginas de argumentos matemáticos combinados con gigantescos cálculos informáticos.

Los empaquetamientos de esferas de dimensiones superiores son difíciles de visualizar, pero son objetos eminentemente prácticos: los empaquetamientos de esferas densas están íntimamente relacionados con los códigos de corrección de errores que utilizan los teléfonos móviles, las sondas espaciales e Internet para enviar señales a través de canales ruidosos, y serán importantes en computación cuántica también. Una esfera de alta dimensión es fácil de definir: es simplemente el conjunto de puntos en el espacio de alta dimensión que están a una distancia fija de un punto central dado. Matemáticamente:

Encontrar el mejor empaquetamiento de esferas de igual tamaño en un espacio de alta dimensión debería ser incluso más complicado que el caso tridimensional que resolvió Hales, ya que cada dimensión adicional significa más empaquetamientos posibles a considerar. Sin embargo, los matemáticos saben desde hace tiempo que dos dimensiones son especiales: en las dimensiones 8 y 24, existen empaquetamientos de esferas deslumbrantemente simétricos llamados E_8 y la red o retículo de Leech, respectivamente, que empaquetan esferas mejor que los mejores candidatos conocidos por los matemáticos en otras dimensiones.

“De alguna manera, todo encaja perfectamente, y es una especie de milagro”, dijo Henry Cohn, matemático del Microsoft Research New England (Centro de Investigación Microsoft Nueva Inglaterra) en Cambridge, Massachusetts. “No tengo una explicación simple e intuitiva de qué se trata.”

Por razones que los matemáticos no entienden del todo, E_8 y la red Leech tienen conexiones con una amplia gama de temas matemáticos, incluida la teoría de números, la combinatoria, la geometría hiperbólica e incluso áreas de la física como la teoría de (super)cuerdas. Forman “un nexo donde se unen muchas áreas diferentes de las matemáticas”, dijo Cohn. “Algo maravilloso está sucediendo, y me gustaría entender qué es”.

Los matemáticos han acumulado pruebas numéricas convincentes de que E_8 y la red Leech son los mejores empaquetamientos de esferas en sus respectivas dimensiones. Pero hasta ahora, esa evidencia no llegó a ser una demostración rigurosa. Los investigadores han sabido durante más de una década cuál debería ser el ingrediente que falta en la prueba, una función "auxiliar" que puede calcular la mayor densidad de esfera permitida, pero no pudieron encontrar la función correcta.

Ahora, en un artículo publicado en línea el 14 de marzo de 2016, Maryna Viazovska, investigadora postdoctoral en la Escuela Matemática de Berlín y la Universidad Humboldt de Berlín, descubrió la función que faltaba en la dimensión 8. Su trabajo utiliza la teoría de formas modulares, poderosas funciones matemáticas que, cuando pueden aplicarse a un problema, parecen contener enormes cantidades de información. En este caso, encontrar la forma modular adecuada permitió a Viazovska demostrar, en solo 23 páginas, que E_8 es el mejor empaquetamiento de ocho dimensiones.

“Es asombrosamente simple, como lo son todas las grandes cosas”, dijo Peter Sarnak, de la Universidad de Princeton y el Instituto de Estudios Avanzados. “Simplemente comienzas a leer el artículo y sabes que esto es correcto”.

En una semana, Viazovska, junto con Cohn y otros tres matemáticos, ampliaron con éxito su método para cubrir también la red Leech, en dimensión 24 euclidiana.

“Creo que algunos de nosotros esperábamos esto desde hace mucho tiempo”, dijo Hales.

Llenando los huecos

Es posible construir un análogo del apilamiento piramidal de naranjas en todas las dimensiones, pero a medida que aumentan las dimensiones, crecen las brechas entre las naranjas de dimensiones altas. En la dimensión ocho, estos espacios son lo suficientemente grandes como para contener nuevas naranjas, y solo en esta dimensión, las naranjas añadidas encajan firmemente en su lugar. El relleno esférico de ocho dimensiones resultante, conocido como E_8 , tiene una estructura mucho más uniforme de lo que podría sugerir su construcción en dos etapas. “Parte del misterio aquí es que este objeto resulta ser mucho más hermoso y simétrico de lo que parece”, dijo Cohn. “Hay toneladas de simetrías adicionales”.

La red Leech se construye de manera similar al agregar esferas a un empaquetamiento menos denso, y se descubrió casi como una ocurrencia tardía. En la década de 1960, el matemático británico John Leech estaba estudiando un empaquetamiento de 24 dimensiones que se puede construir a partir del código "Golay", un código de corrección de errores que luego se usó para transmitir las fotos históricas de Júpiter y Saturno tomadas por las sondas Voyager. Poco después de que el artículo de Leech sobre este empaquetamiento fuera publicado, notó que había espacio para colocar esferas adicionales en los orificios del empaquetamiento y que hacerlo duplicaría la densidad del empaquetamiento.

En la red Leech resultante, cada esfera está rodeada por otras 196560 esferas, en una disposición tan única que el matemático John Conway, de la Universidad de Princeton, descubrió tres tipos de simetría completamente nuevos al probar la estructura de la red. La red Leech es “uno de los pocos objetos matemáticos más sorprendentes”, dijo Gil Kalai, matemático de la Universidad Hebrea de Jerusalén.

En 2003, Cohn y Noam Elkies de la Universidad de Harvard desarrollaron una forma de estimar qué tan bien funcionan E_8 y la red Leech en comparación con otros

empaquetamientos de esferas en sus respectivas dimensiones. En cada dimensión, demostraron Cohn y Elkies, hay una secuencia infinita de funciones "auxiliares" que se pueden usar para calcular los límites superiores de cuán densos pueden ser los empaquetamientos de esferas en esas dimensiones.

En la mayoría de las dimensiones, los mejores empaquetamientos de esferas descubiertos hasta la fecha ni siquiera se acercaron a los límites de densidad generados por este método. Pero Cohn y Elkies encontraron que en las dimensiones 8 y 24, los mejores empaquetamientos (dados por E_8 y la red Leech) parecían prácticamente tocar la cota superior y saturar el límite. Cuando Cohn y Abhinav Kumar de la Universidad de Stony Brook llevaron a cabo extensos cálculos numéricos sobre las secuencias de funciones auxiliares, descubrieron que los mejores empaques de esfera posibles en las dimensiones ocho y 24 podrían ser como máximo 0,000000000000000000000000000001 por ciento más densos que E_8 y la red Leech.

Dada esta estimación ridículamente cercana, parecía claro que E_8 y la red Leech debían ser los mejores empaquetamientos esféricos en sus respectivas dimensiones. Cohn y Elkies sospecharon que para cada una de estas dos dimensiones debería haber alguna función auxiliar que diera una respuesta exacta que coincidiera con la densidad de E_8 y la red Leech. “Dimos muchas charlas e incluso organizamos una o dos conferencias para difundir el problema con la esperanza de que tal [una función] fuera conocida o pudiera encontrarse fácilmente si supiéramos en qué campo matemático buscar, pero no encontramos nada”, escribió Elkies, en un correo electrónico.

Hales dijo que ha creído durante años que debería existir la función correcta, pero que no tenía idea de cómo precizarla. “Sentí que se necesitaría un Ramanujan para encontrarlo”, dijo, refiriéndose al matemático de principios del siglo XX Srinivasa Ramanujan, famoso por sacar ideas matemáticas profundas de la nada.

Ahora, Viazovska ha encontrado las escurridizas funciones auxiliares para E_8 y la red Leech, utilizando un tipo de objeto matemático que Ramanujan también estudió extensamente: las formas modulares. “Ella ha sido un Ramanujan”, dijo Hales.

Minería de oro: las complejas y fantásticas funciones modulares de variable compleja

Las formas modulares son funciones que poseen simetrías especiales como las de M.C. Mosaicos circulares de ángeles y demonios de Escher. Estas funciones poseen un poder sorprendente para iluminar diferentes áreas de las matemáticas; por ejemplo, fueron fundamentales en la demostración del último teorema de Fermat en 1994. Y aunque las formas modulares se han estudiado durante siglos, los matemáticos todavía están descubriendo los secretos ocultos dentro de sus coeficientes. Sarnak los llama una mina de oro. "Estoy esperando que alguien escriba un artículo algún día, *La efectividad irrazonable de las formas modulares*", dijo.

Desafortunadamente, sin embargo, solo hay un conocimiento y listado limitado de formas modulares, y son objetos cuyo entendimiento y comprensión resultan muy restringidos. "No puedes simplemente escribir un formulario modular que haga lo que quieras", dijo Cohn. "Así que es una cuestión de si realmente existe uno que haga lo que necesitas".

La disertación doctoral de 2013 de Viazovska fue sobre formas modulares, y también tiene experiencia en optimización discreta, uno de los campos que son fundamentales para el problema del empaquetamiento de esferas. Entonces, cuando, hace tres años, el amigo de Viazovska, Andrii Bondarenko, de la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología en Trondheim, sugirió que trabajaran juntos en el problema del empaquetamiento de esferas de ocho dimensiones, Viazovska estuvo de acuerdo.

Trabajaron en el problema de vez en cuando junto con Danylo Radchenko del Instituto Max Planck de Matemáticas en Alemania. Eventualmente, Bondarenko y Radchenko pasaron a otros problemas, pero Viazovska siguió adelante solo. "Sentí que era mi problema", dijo.

Después de dos años de intenso esfuerzo, logró encontrar la función auxiliar adecuada para E_8 y demostró que es correcta. Es difícil, dijo, explicar cómo supo qué forma modular usar, y actualmente está escribiendo un artículo para tratar de describir su "razón filosófica" para buscarlo donde lo hizo. Hay "una historia matemática completamente nueva detrás de esto", dijo.

Después de que Viazovska publicara su artículo el 14 de marzo de 2016, se sorprendió por la oleada de entusiasmo que generó entre los investigadores del empaquetamiento de esferas. "Pensé que la gente estaría interesada en el resultado, pero no sabía que habría tanta atención", dijo.

Esa noche, Cohn le envió un correo electrónico para felicitarla y, mientras los dos intercambiaban correos electrónicos, le preguntó si sería posible extender su método a la red Leech. "Sentía que ya estaba cansada y merecía un poco de descanso", dijo Viazovska. "Pero aún así, traté de ser útil".

Los dos colaboraron con Kumar, Radchenko y Stephen Miller de la Universidad de Rutgers, y con el beneficio del trabajo anterior de Viazovska, rápidamente encontraron una manera de construir la función auxiliar adecuada para la red Leech. El equipo publicó su artículo de 12 páginas en línea solo una semana después de que Viazovska publicara su primer artículo.

Los nuevos resultados no tienen implicaciones prácticas para los códigos de corrección de errores, ya que saber que E_8 y la red Leech eran casi perfectas ya había sido suficiente para todas las aplicaciones del mundo real. Pero las dos demostraciones ofrecen a los matemáticos una sensación de cierre y una nueva y poderosa herramienta. Una siguiente pregunta natural, dijo Cohn, es si estos métodos se pueden adaptar para mostrar que E_8 y la red de Leech tienen "optimización universal". Esto significaría que proporcionan no solo los mejores empaquetamientos de esfera, sino también los de menor energía, si, por ejemplo, los centros de las esferas se consideran como electrones que se repelen entre sí.

Y debido a que E_8 y la red de Leech están conectadas a tantas áreas de las matemáticas y la física, el nuevo enfoque de Viazovska bien podría conducir en última instancia a muchos más descubrimientos, dijo Akshay Venkatesh, de la Universidad de Stanford. "Me parece mucho más probable que esta función también sea parte de una historia más rica".



Figura 3. Thomas Hales, fotografiado en 1998, usó un ordenador para demostrar una famosa conjetura sobre la forma más densa de empaquetar esferas. Crédito: fotografía de la Universidad de Michigan.

Referencias

- [1] *Sphere Packing Solved in Higher Dimensions*, by Erica Klarreich Contributing Correspondent, March 30, 2016. Quantamagazine, URL: <https://www.quantamagazine.org/sphere-packing-solved-in-higher-dimensions-20160330>
- [2] *The sphere packing problem in dimension 8*. [Maryna Viazovska](#). 14 de Marzo de 2016. *Annals of Mathematics*. **185** (3): 991–1015. doi:10.4007/annals.2017.185.3.7. ISSN 0003-486X. S2CID 119286185. URL: <https://arxiv.org/abs/1603.04246>

[3] *The sphere packing problem in dimension 24*, [Henry Cohn](#), [Abhinav Kumar](#), [Stephen D. Miller](#), [Danylo Radchenko](#), [Maryna Viazovska](#). URL: <https://arxiv.org/abs/1603.06518>
Annals of Mathematics. **185** (3): 1017–1033. doi:10.4007/annals.2017.185.3.8. ISSN 0003-486X. S2CID 119281758.

[4] *Hypersphere Packing*, Mathworld, URL: <https://mathworld.wolfram.com/HyperspherePacking.html>

[5] *Geometricobjects*, TSOR, LOG#185. URL: <http://www.thespectrumofriemannium.com/2017/07/13/log185-geometricobjects/>

Apéndice: La densidad de empaquetamiento de esferas en dimensiones 8 y 24.

Las fórmulas que ha demostrado Maryna Viazovska, mediante funciones modulares, son las siguientes densidades de empaquetamiento óptimas para esferas en dimensiones 8 y 24:

$$D(8d) = \Delta_8 = \frac{\pi^4}{384} \approx 0.254$$

$$D(24d) = \Delta_{24} = \frac{\pi^{12}}{12!} = \frac{\pi^{12}}{479001600} \approx 0.00193$$

En 3 dimensiones euclídeas, las fórmulas de los empaquetamientos óptimos de esferas corresponden a la red HCP (hexagonal close packing, red de empaquetamiento hexagonal cerrado), cuya densidad es

$$D(3d) = \Delta_3 = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = \frac{\pi}{\sqrt{18}} \approx 0.74048$$

Para dimensión 1, 2, 4, 5, 6 y 7, las fórmulas para las densidades óptimas son también conocidas, además de los casos antes mencionados de 3d, 8d y 24d, siendo las expresiones de las densidades de empaquetamiento de esferas en estas dimensiones

$$D(1d) = \Delta_1 = 1$$

$$D(2d) = \Delta_2 = \frac{\pi\sqrt{3}}{6} \approx 0.907$$

$$D(4d) = \Delta_4 = \frac{\pi^2}{16} \approx 0.617$$

$$D(5d) = \Delta_5 = \frac{\pi^2\sqrt{2}}{30} \approx 0.465$$

$$D(6d) = \Delta_6 = \frac{\pi^3\sqrt{3}}{144} \approx 0.373$$

$$D(7d) = \Delta_7 = \frac{\pi^3}{105} \approx 0.295 \quad ;$$

¡Qué preciosas son las fórmulas matemáticas! El poder de las Matemáticas, en la palma de la mano, capaz de seducir a mentes curiosas que las vean hermosas.

Apéndice 2. Declaración de paz y dedicatoria.

¡Hagamos la Ciencia y las Matemáticas, no la guerra!

Viendo los sucesos de Ucrania, uno se siente triste. Ojalá viviéramos en un mundo donde se valoraran más a los científicos, y a la resolución razonada de problemas, en vez de provocar continuamente o, al final, entrar a conflictos bélicos en los que los únicos que perderán serán los de siempre: los ciudadanos o la Humanidad.

Dedico este artículo a los ucranianos desplazados por los combates, y a aquellos que están sufriendo las consecuencias de un conflicto (directa o indirectamente) que tiene intereses en las esferas de poder, pero que no beneficia a nadie (de a pie, no a los dirigentes) a la larga. Mi deseo es que no se compliquen más las cosas. Aunque la incertidumbre y los miedos/escaladas de tensión estarán ahora nuevamente en Europa a flor de piel. Esperemos que a nadie se le vaya demasiado la pinza.

Editor, redactor y traductor de la noticia: Juan F. González

A33. El JWST: cazando a los alienígenas por contaminación atmosférica

[Editar](#)

El telescopio James Webb podría ser capaz de detectar otras civilizaciones por su contaminación del aire

El Telescopio Espacial James Webb (JWST), lanzado en diciembre pasado, ha estado encendiendo lentamente sus instrumentos y desplegando su protector solar, y ahora está en proceso de alinear sus espejos en preparación para la operación. Dentro de unos meses, el telescopio espacial más potente jamás construido pondrá su mirada en las estrellas. Los astrónomos esperan que lo que ve JWST cambie la forma en que entendemos nuestro universo, tal como lo hizo el Telescopio Espacial Hubble décadas antes.

Una capacidad tentadora que ofrece JWST y que el Hubble no pudo es la oportunidad de obtener imágenes directas de planetas que orbitan estrellas distantes y tal vez, solo tal vez, detectar señales de vida.

La posibilidad de detectar biofirmas de forma remota ha sido un tema candente en los últimos años. En nuestro propio sistema solar, el reciente descubrimiento de fosfina en la atmósfera de Venus provocó la especulación de que el químico podría ser creado por una forma de vida microbiana. Del mismo modo, los expertos en teledetección han propuesto que la vida vegetal, que utiliza la fotosíntesis para obtener energía, podría detectarse en longitudes de onda infrarrojas, ya que la clorofila absorbe la luz visible, pero se muestra brillante en el infrarrojo y le daría a los planetas cubiertos de follaje un "borde rojo" distintivo. . Una foto de un solo píxel de un planeta distante podría contener suficiente información para decirnos si hay vida biológica allí, según la información

almacenada en las longitudes de onda de la luz que llegan a la lente del telescopio.

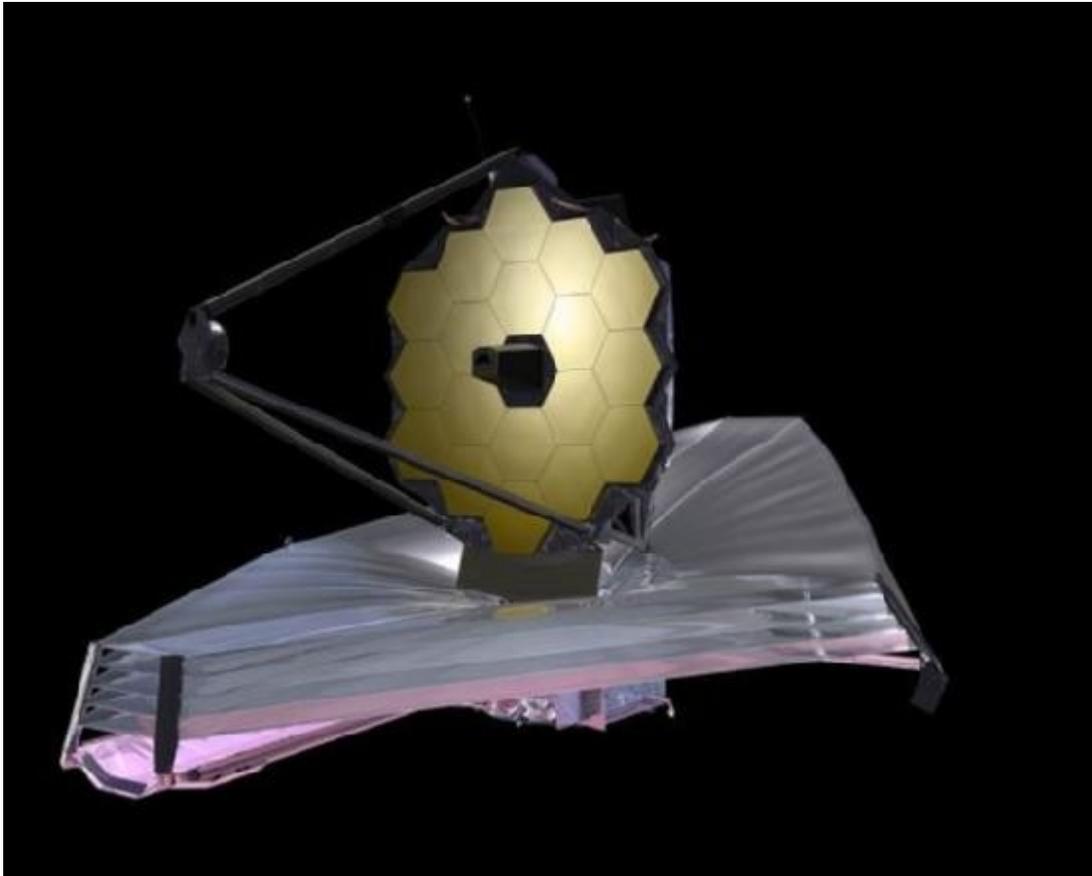


Figura 1. Se espera que el telescopio espacial James Webb esté en pleno funcionamiento este verano. Crédito: NASA

Pero ¿qué pasa con la vida inteligente? ¿Podría JWST detectar civilizaciones similares a la nuestra? ¿Cómo los buscaríamos? Las mejores respuestas provienen de comprender cómo se ve la presencia de la humanidad en la Tierra desde el espacio exterior. Emitimos calor residual (de la industria, los hogares, etc.) y luz artificial por la noche, pero quizás lo más importante es que producimos sustancias químicas que llenan nuestra atmósfera con compuestos que de otro modo no estarían presentes. Estos constituyentes atmosféricos artificiales podrían ser lo que nos delata a una especie alienígena distante que escanea la galaxia con su propio telescopio poderoso.

Un artículo reciente, disponible en preimpresión en ArXiv, examinó la posibilidad de utilizar JWST para buscar contaminantes industriales en las atmósferas de los

exoplanetas. El documento se centró específicamente en los clorofluorocarbonos (CFC), que, en la Tierra, se producen industrialmente como refrigerantes y agentes de limpieza. Los CFC crearon un agujero masivo en la capa de ozono de la Tierra en la década de 1980, antes de que una prohibición internacional de su uso en 1987 ayudara a reducir el nivel de CFC a niveles menos dañinos. Estos "potentes agentes de efecto invernadero con largos tiempos de residencia en la atmósfera", si se encuentran en otras partes de la galaxia, es casi seguro que sean el resultado de una civilización capaz de industrializarse desenfrenadamente.

En otras palabras, algunos de los peores subproductos de la humanidad, nuestra contaminación, pueden ser las mismas cosas que nos hacen detectables. Y significa que tal vez podamos encontrar otras especies capaces de tratar la atmósfera de su propio planeta con la misma indiferencia.

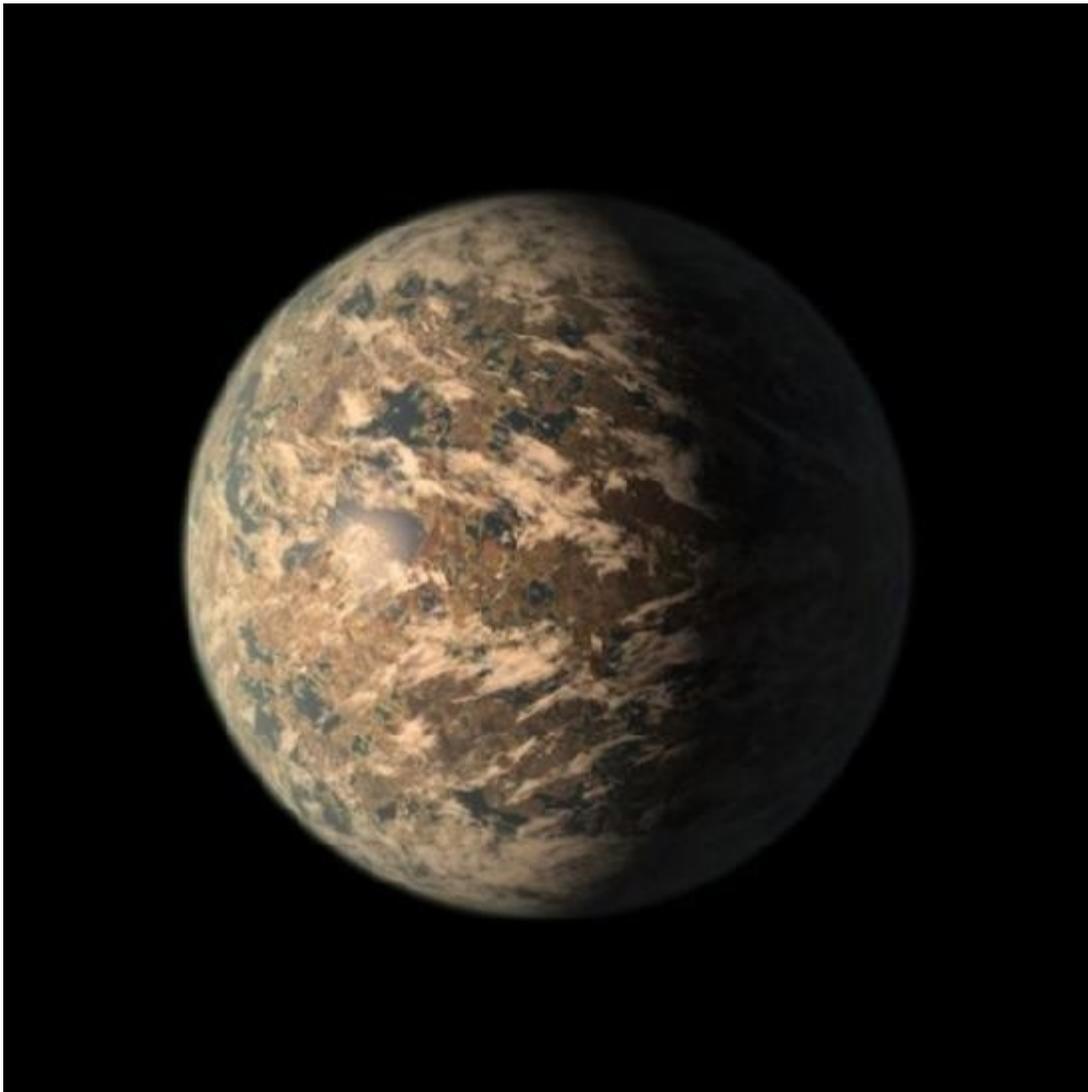


Figura 2. La interpretación de un artista de TRAPPIST-1e, un planeta del tamaño de la Tierra potencialmente habitable que gira alrededor de una enana roja a 40 años luz de distancia. Crédito: NASA/JPL-Caltech

Existen algunas limitaciones en las capacidades de búsqueda de CFC de JWST. Si la estrella de un planeta es demasiado brillante, ahogará la señal. Por lo tanto, el telescopio tendrá más éxito al observar estrellas de clase M, que son enanas rojas tenues y de larga vida. Un ejemplo cercano es TRAPPIST-1, una enana roja a 40 años luz de distancia, con varios planetas del tamaño de la Tierra orbitando dentro de su zona habitable. JWST podría ver CFC en los planetas de TRAPPIST-1, porque la estrella tenue no ahogará la firma de CFC de la misma manera que lo haría una estrella brillante, como nuestro Sol (una estrella de tipo G).

Por el contrario, un telescopio similar al JWST en TRAPPIST-1 no podría ver los CFC de la Tierra: nuestro Sol es demasiado brillante.

Desafortunadamente, las estrellas de clase M no suelen ser propicias para la vida, porque cuando son jóvenes, son inestables y emiten poderosas erupciones solares que podrían exterminar cualquier forma de vida naciente en los planetas cercanos. Sin embargo, tienden a calmarse a medida que envejecen, por lo que no es imposible. Simplemente significa que debemos moderar un poco nuestras expectativas.

Independientemente de lo que encontremos o no encontremos, el hecho de que estemos a punto de tener la capacidad de mirar todo es un cambio de juego. Como concluye el documento, “con el lanzamiento de JWST, la humanidad puede estar muy cerca de un hito importante en SETI [la búsqueda de inteligencia extraterrestre]: uno en el que seamos capaces de detectar estrellas cercanas no solo poderosas, deliberadas y transitorias. , y transmisiones altamente direccionales como la nuestra (como el Mensaje de Arecibo), pero firmas tecnológicas pasivas y consistentes de la misma fuerza que la nuestra”.

Referencias

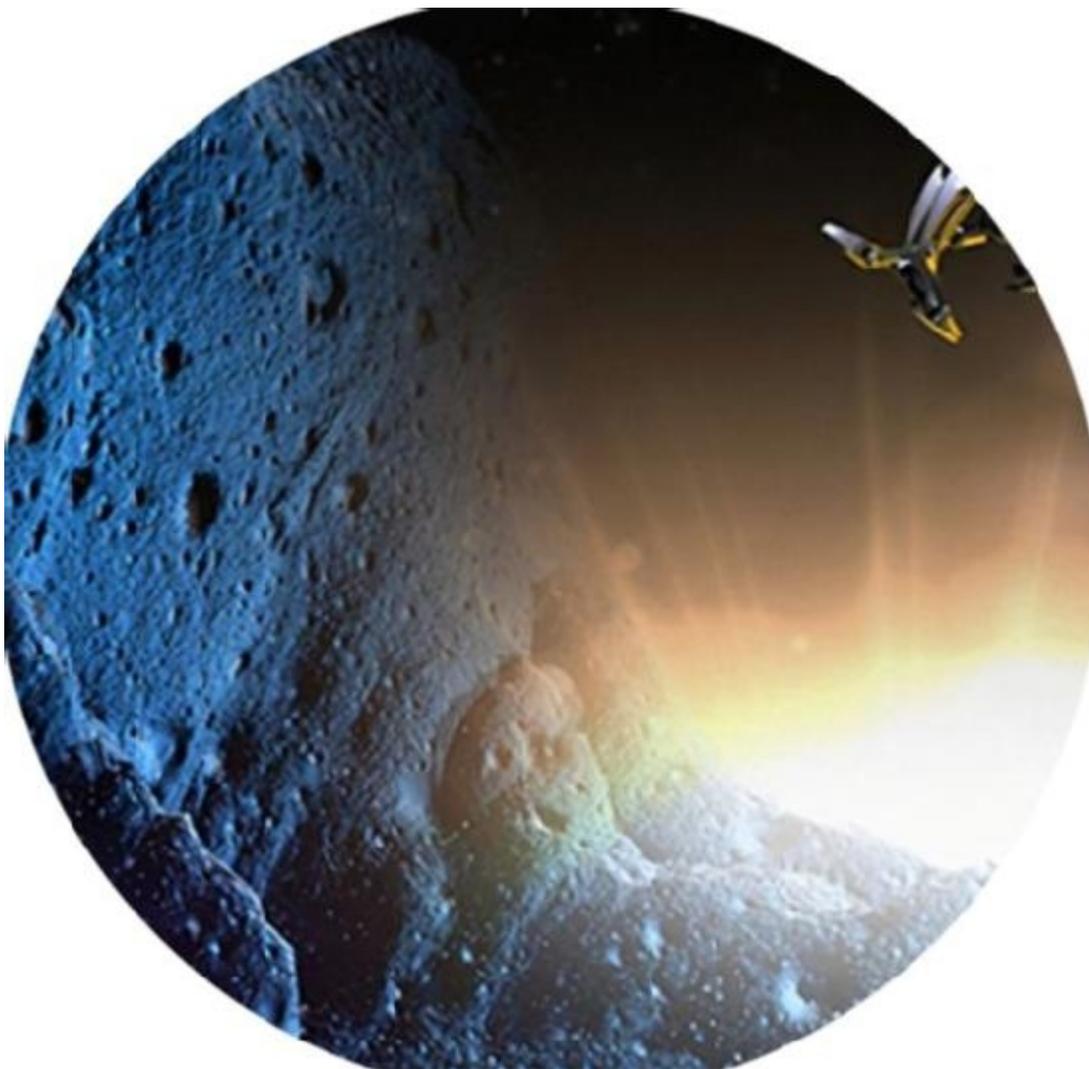
[1] Jacob Haqq-Misra, Ravi Kopparapu, Thomas J. Fauchez, Adam Frank, Jason T. Wright, Manasvi Lingam. "Detectabilidad de clorofluorocarbonos en las atmósferas de planetas enanos M habitables". Preimpresión de ArXiv. *Detectability of Chlorofluorocarbons in the Atmospheres of Habitable M-dwarf Planets*, URL: <https://arxiv.org/abs/2202.05858>

[2] Artículo original: <https://www.universetoday.com/154609/james-webb-might-be-able-to-detect-other-civilizations-by-their-air-pollution/>

Redactor de la noticia/traductor y editor: Juan F. González

A34. Minería espacial

[Editar](#)



¿Qué es la minería espacial?

Hace unos años la minería espacial nadie la conocía y la tomaban como algo de ciencia ficción, pero en estos últimos años está empezando a hablar más sobre ella y se está volviendo un tema serio y muchas empresas como *ispace* y también científicos de la

agencia del gobierno estadounidense planea lanzar en 2022 su misión “Psyche” a un gran asteroide llamado 16 Psyche cuyos metales preciosos superarían las reservas mundiales. Datos más recientes, sin embargo, ponen en duda estas cifras, aunque siguen dando grandes cantidades (véase referencia [7]).



Figura 1. Publicado en la revista Planetary Science Journal, 1986 DA (asteroide similar al) 16 Psyche.

¿Por qué genera tanto interés?

El interés en la minería espacial empezó en 1990, cuando se comenzó a hablar un poco sobre la minería espacial pero el salto final lo dio Obama en 2015 que aprobó la ley del espacio. ¿Y que quiere decir esto? Significa que si cualquier empresa o país encuentra un asteroide o algún objeto en el espacio pasa automáticamente a su posesión, según la web minería espacial: «Ley del Espacio», aprobada por el Congreso de los EEUU, cuyo último título permite a las compañías del país la explotación minera espacial y la apropiación de asteroides y otros «recursos espaciales» por parte de personas privadas y empresas si consiguen la tecnología para desplazarse y explotar esos recursos.

¿Cómo va a afectar al futuro?

Actualmente no se ha conseguido la tecnología necesaria para extraer minerales a gran escala, aunque en unos años si se pudiera realizar no serviría de nada ya que no sería nada rentable por dos motivos principales:

1. El precio de los minerales bajaría y eso hace que pierdas más dinero del que produces
2. El dinero, recursos y tiempo que se gasta en llevar a la tierra los minerales no es rentable, a excepción del platino que es muy rico en asteroides pero muy poco en la tierra, ahí solo se igualaría las ganancias y las pérdidas

Conclusión: en unos años (con permiso de guerras y otros conflictos) ya se podrá hacer minería espacial pero no será rentable hasta en un futuro. Por último, el comercio de empresas mineras se vería muy poco afectado, ya que casi ninguna empresa tiene el dinero y tecnología para realizar tales acciones.



Figura 2. Gráfica: porcentaje de minerales de la corteza terrestre.

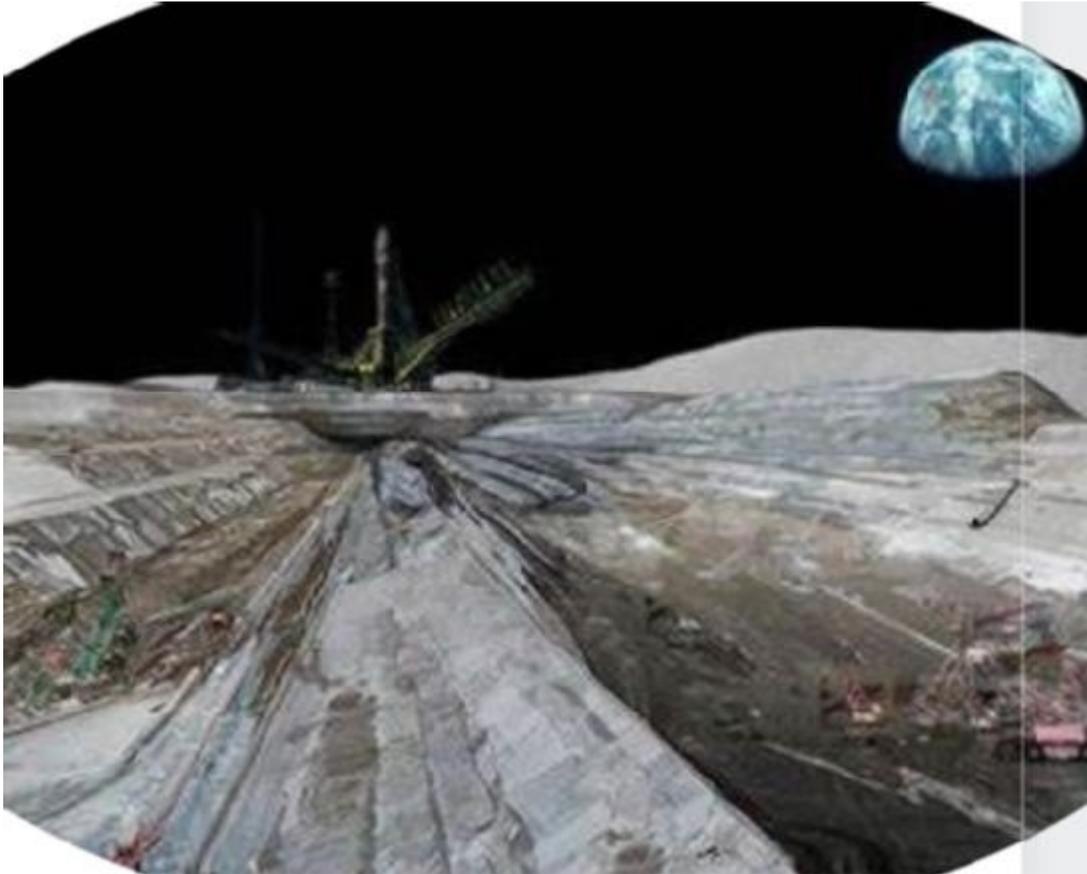
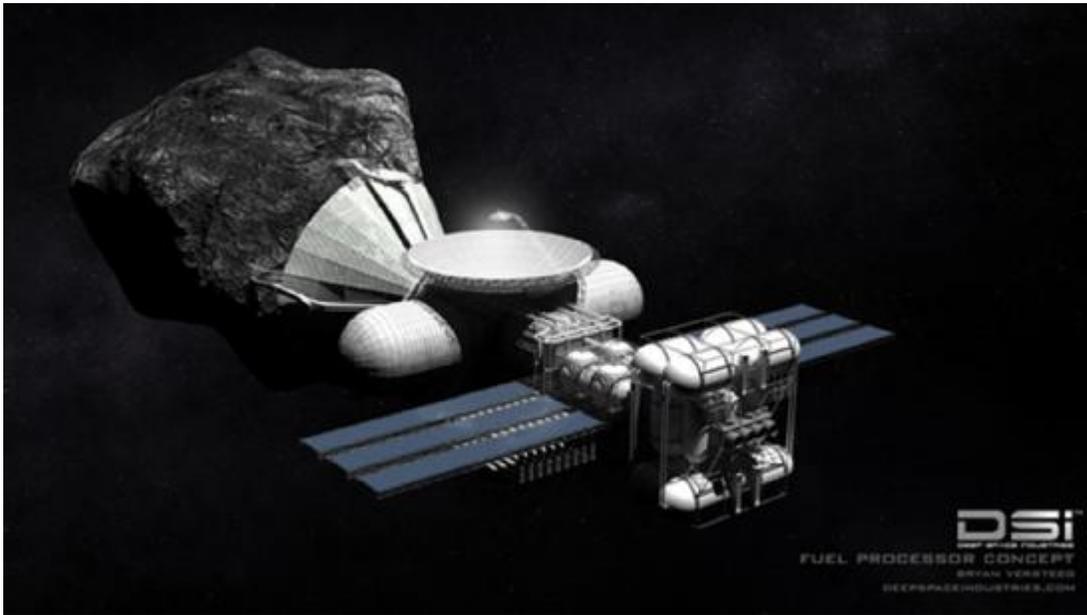


Figura 3. Impresiones artísticas de cómo podría ser una misión de minería espacial en un asteroide (a), en la parte superior, o en la Luna (b), imagen inferior.

Referencias consultadas (a falta de citas bibliográficas más precisas que debe proporcionar el autor original)

[1] <https://economics.laaro.com/>

[2] <https://www.nationalgeographic.es/>

[3] <https://www.icog.es/TyT/index.php>

[4] <https://forbes.co/>

[5] <https://www.worldenergytrade.com>

[6] <https://www.uexternado.edu.co/>

[7] *Psyche asteroid that was once thought to be full of iron, nickel and gold and worth \$10,000 QUADRILLION may actually be less heavy metal and more hard rock, new analysis suggests*, Dailymail.com, By Sam Tonkin For Mailonline Published: 12:24 GMT, 17 February 2022 | Updated: 12:27 GMT, 17 February 2022. URL: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-10523257/Psyche-asteroid-thought-worth-10-000-quadrillion-actually-heavy-metal.html>

Revisor y corrector de la noticia original: Juan F. González

Redactor original de la noticia: Daniel Puig Jiménez (3ºESO, grupo F)

Enlace al Prezi de la noticia original (autor Daniel Puig Jiménez, 3ºESO, grupo F):
<https://prezi.com/i/4d0-urgd6d04/mineria-espacial/>

A35. Diamantes flexibles.

Descubierta una forma más fácil de crear 'diamantes flexibles'

por la Institución Carnegie para la Ciencia.

Figura 1. Concepción artística que muestra cómo se produce la síntesis guiada de nanohilos de diamante cuando el material de partida se comprime entre las puntas de dos diamantes. Esta celda de yunque de diamante es una herramienta de uso frecuente para llevar la materia a presiones extremas y los científicos de Carnegie han sido líderes pioneros en el despliegue de esta técnica de investigación durante décadas. Crédito: Samuel Dunning.

Tan duros como el diamante y tan flexibles como el plástico, los muy buscados nanohilos de diamante estarían a punto de revolucionar nuestro mundo, si no fueran tan difíciles de fabricar.

Recientemente, un equipo de científicos dirigido por Samuel Dunning y Timothy Strobel de Carnegie desarrolló una técnica original que predice y guía la creación ordenada de nanohilos de diamante fuertes pero flexibles, superando varios desafíos existentes. La innovación facilitará a los científicos la síntesis de los nanohilos, un paso importante hacia la aplicación del material a problemas prácticos en el futuro. El trabajo fue publicado recientemente en el *Journal of the American Chemical Society*.

Los nanohilos de diamante son cadenas de carbono unidimensionales ultradelgadas, decenas de miles de veces más delgadas que un cabello humano. A menudo se crean comprimiendo anillos más pequeños a base de carbono para formar el mismo tipo de enlace que hace que los diamantes sean el mineral más duro de nuestro planeta.

Sin embargo, en lugar de la red de carbono 3D que se encuentra en un diamante normal, los bordes de estos hilos están "cubiertos" con enlaces de carbono e hidrógeno, lo que hace que toda la estructura sea flexible.

Dunning explica: "Debido a que los nanohilos solo tienen estos enlaces en una dirección, pueden doblarse y flexionarse de formas que los diamantes normales no pueden".

Los científicos predicen que las propiedades únicas de los nanohilos de carbono tendrán una gama de aplicaciones útiles, desde proporcionar un andamiaje similar a la ciencia ficción en los ascensores espaciales hasta crear telas ultrarresistentes. Sin embargo, los científicos han tenido dificultades para crear suficiente material de nanohilos para probar realmente sus superpoderes propuestos.

"Si queremos diseñar materiales para aplicaciones específicas", dice Dunning, "es esencial que comprendamos con precisión la estructura y la unión de los nanohilos que estamos haciendo. Este método de dirección de hilos realmente nos permite hacer eso".

Uno de los mayores desafíos es lograr que los átomos de carbono reaccionen de manera predecible. En los nanohilos hechos de benceno y otros anillos de seis átomos, cada átomo de carbono puede sufrir reacciones químicas con diferentes vecinos. Esto conduce a muchas reacciones posibles que compiten entre sí y muchas configuraciones diferentes de nanohilos. Esta incertidumbre es uno de los mayores obstáculos a los que se enfrentan los científicos para sintetizar nanohilos en los que se pueda determinar la estructura química precisa.

El equipo de Dunning determinó que agregar nitrógeno al anillo en lugar de carbono podría ayudar a guiar la reacción por un camino predecible. Eligieron comenzar su trabajo con piridazina, un anillo de seis átomos formado por cuatro carbonos y dos nitrógenos, y comenzaron a trabajar en un modelo de computadora. Dunning trabajó con Bo Chen, Donostia International Physics Center, y Li Zhu, profesor asistente en Rutgers and Carnegie Alum, para simular cómo se comportan las moléculas de piridazina a alta presión.

"En nuestro sistema, usamos dos átomos de nitrógeno para eliminar dos posibles sitios de reacción del sistema de anillos. Esto reduce drásticamente el número de posibles reacciones", dice Dunning.

Figura 2. La muestra inicial de piridazina, un anillo de seis átomos formado por cuatro carbonos y dos nitrógenos, cambia bajo presión a medida que avanza la formación de nanohilos de diamante. La primera y la última imagen muestran que ha habido un cambio de color permanente entre las muestras después de la formación del hilo. Las imágenes no muestran hilos individuales, sino muestras "a granel" de piridazina durante la compresión, cada una de alrededor de 40 micrómetros de espesor con diámetros de 180 micrómetros. Crédito: Samuel Dunning.

Después de ejecutar varias simulaciones por computadora que mostraron la formación exitosa de nanohilos a alta presión, estaban listos para llevar el experimento al laboratorio.

El equipo tomó una gota de piridazina y la cargó en una celda de yunque de diamante, un dispositivo que permite a los científicos producir presiones extremas al comprimir muestras entre las diminutas puntas de los diamantes más tradicionales. Usando espectroscopia infrarroja y difracción de rayos X, monitorearon los cambios en la estructura química de la piridazina hasta unas 300.000 veces la presión atmosférica normal en busca de la creación de nuevos enlaces.

Cuando vieron que se formaban los enlaces, se dieron cuenta de que habían predicho y creado con éxito el primer nanohilo de diamante de piridazina en el laboratorio.

"Nuestra vía de reacción produce un nanohilo increíblemente ordenado", dijo Dunning. "La capacidad de incorporar otros átomos en la columna vertebral de los nanohilos,

guiar la reacción y comprender el entorno químico de los nanohilos ahorrará a los investigadores un tiempo invaluable en el desarrollo de la tecnología de nanohilos".

Este proceso de usar estos átomos que no son de carbono para guiar la formación de nanohilos, que Dunning llama "dirección de hilos", es un paso significativo hacia un futuro en el que los científicos puedan crear estos materiales de manera predecible y usarlos para aplicaciones avanzadas. Ahora que se ha descubierto esta estrategia sintética, Dunning planea identificar y probar los muchos posibles precursores de nanohilos.

Tampoco puede esperar para comenzar a poner a prueba los nanohilos de piridazina.

Dunning concluyó: "Ahora que sabemos que podemos hacer este material, debemos comenzar a hacer lo suficiente para aprender lo suficiente para determinar las propiedades mecánicas, ópticas y electrónicas".

Referencias

[1] Fuente original, Discovered: An easier way to create 'flexible diamonds'. URL: <https://phys.org/news/2022-03-easier-flexible-diamonds.html>

[2] Samuel G. Dunning et al, *Solid-State Pathway Control via Reaction-Directing Heteroatoms: Ordered Pyridazine Nanofibers through Selective Cycloaddition*, Journal of the American Chemical Society (2022). DOI: 10.1021/jacs.1c12143

Redactor, editor y traductor de la noticia: Juan F. González

A36. Energía oscura: ¿ilusión o realidad?

Energía oscura: las estrellas de neutrones nos dirán si es ilusión o realmente existe

Se necesita una enorme cantidad de misteriosa energía oscura para explicar fenómenos cosmológicos, como la expansión acelerada del Universo, con la teoría de Einstein. Pero, ¿y si la energía oscura fuera solo una ilusión y la propia relatividad general tuviera que modificarse? Un nuevo estudio de SISSA, publicado en Physical Review Letters, ofrece un nuevo enfoque para responder a esta pregunta. Gracias a un gran esfuerzo computacional y matemático, los científicos produjeron la primera simulación de la fusión de estrellas de neutrones binarias en teorías más allá de la relatividad general que

reproducen un comportamiento similar al de la energía oscura en escalas cosmológicas. Esto permite la comparación de la teoría de Einstein y sus versiones modificadas y, con datos suficientemente precisos, puede resolver el misterio de la energía oscura.

Desde hace unos 100 años, la relatividad general ha tenido mucho éxito en la descripción de la gravedad en una variedad de regímenes, superando todas las pruebas experimentales en la Tierra y el sistema solar. Sin embargo, para explicar las observaciones cosmológicas, como la expansión acelerada observada del Universo, necesitamos introducir componentes oscuros, como la materia oscura y la energía oscura, que siguen siendo un misterio.

Enrico Barausse, astrofísico de SISSA (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati) e investigador principal de la subvención ERC GRAMS (GRAVity from Astrophysical to Microscopic Scales) cuestiona si la energía oscura es real o, en cambio, puede interpretarse como una ruptura de nuestra comprensión de gravedad "La existencia de energía oscura podría ser solo una ilusión", dice, "la expansión acelerada del Universo podría ser causada por algunas modificaciones aún desconocidas de la relatividad general, una especie de 'gravedad oscura'".

La fusión de estrellas de neutrones ofrece una situación única para probar esta hipótesis porque la gravedad a su alrededor es llevada al extremo. "Las estrellas de neutrones son las estrellas más densas que existen, típicamente de solo 10 kilómetros de radio, pero con una masa entre una o dos veces la masa de nuestro Sol", explica el científico. "Esto hace que la gravedad y el espacio-tiempo a su alrededor sean extremos, lo que permite una producción abundante de ondas gravitacionales cuando dos de ellos chocan. Podemos usar los datos adquiridos durante tales eventos para estudiar el funcionamiento de la gravedad y probar la teoría de Einstein en una nueva ventana".

En este estudio, publicado en *Physical Review Letters*, científicos de SISSA, en colaboración con físicos de la Universitat de les Illes Balears de Palma de Mallorca, produjeron la primera simulación de fusión de estrellas de neutrones binarias en teorías de gravedad modificada relevantes para la cosmología: "Este tipo de simulaciones es extremadamente desafiante", aclara Miguel Bezares, primer autor del artículo, "debido a la naturaleza altamente no lineal del problema. Requiere un gran esfuerzo computacional -meses de ejecución en supercomputadoras- que también fue posible gracias al acuerdo entre SISSA y el consorcio CINECA, así como formulaciones matemáticas novedosas

que desarrollamos, que representaron obstáculos importantes durante muchos años hasta nuestra primera simulación".

Gracias a estas simulaciones, los investigadores finalmente pueden comparar la relatividad general y la gravedad modificada. "Sorprendentemente, descubrimos que la hipótesis de la 'gravedad oscura' es tan buena como la relatividad general para explicar los datos adquiridos por los interferómetros LIGO y Virgo durante colisiones pasadas de estrellas de neutrones binarias. De hecho, las diferencias entre las dos teorías en estos sistemas son bastante sutiles. , pero pueden ser detectables por interferómetros gravitacionales de próxima generación, como el telescopio Einstein en Europa y Cosmic Explorer en EE. UU. Esto abre la emocionante posibilidad de usar ondas gravitacionales para discriminar entre energía oscura y 'gravedad oscura'", concluye Barausse.

Referencias

[1] Miguel Bezares, Ricard Aguilera-Miret, Lotte ter Haar, Marco Crisostomi, Carlos Palenzuela, Enrico Barausse. *No Evidence of Kinetic Screening in Simulations of Merging Binary Neutron Stars beyond General Relativity*. Physical Review Letters, 2022; 128 (9) DOI: 10.1103/PhysRevLett.128.091103.

Redactor, editor y traductor de la noticia: Juan F. González

A37. Mejorando los detectores de ondas gravitacionales

[Editar](#)

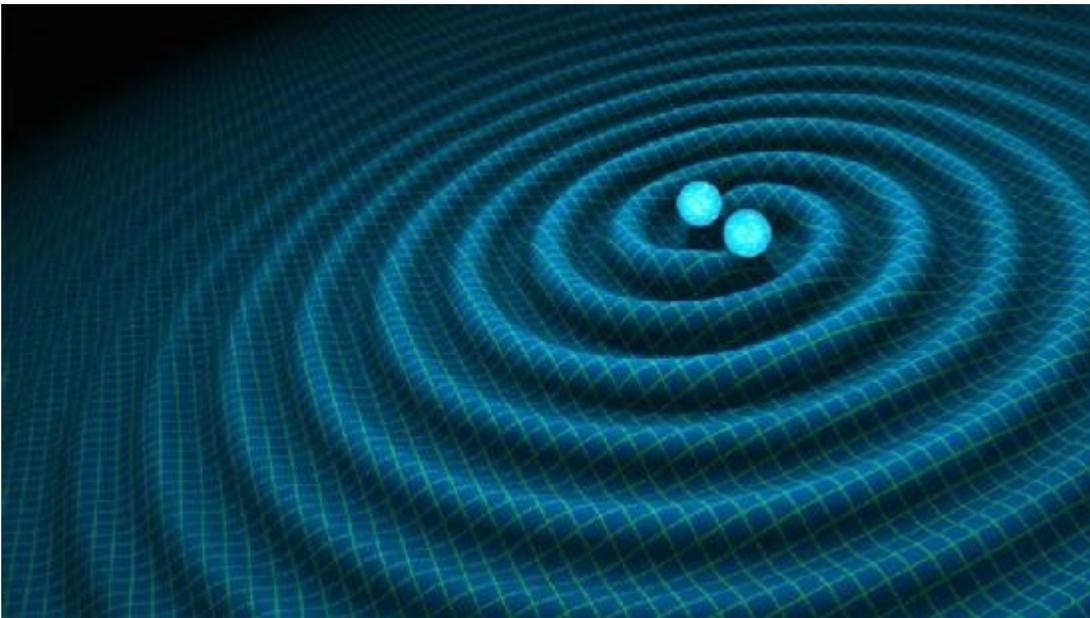
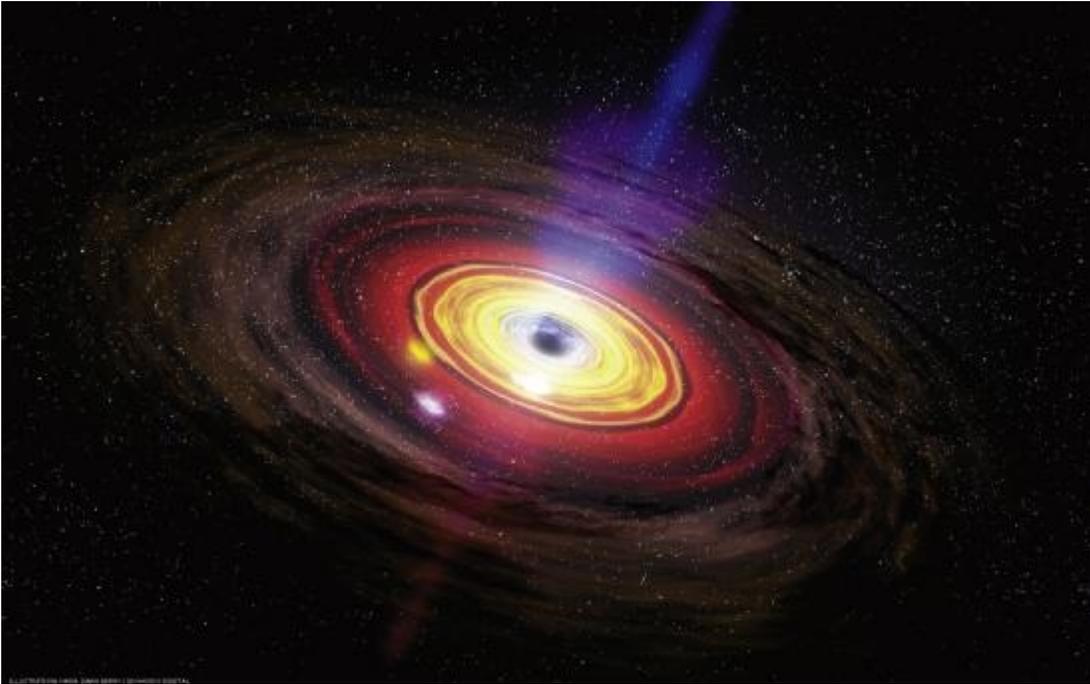


Figura 1. Impresión de un artista de ondas gravitacionales generadas por estrellas de neutrones binarias. Crédito: R. Hurt/Caltech-JPL.

Nueva tecnología para mejorar los detectores de ondas gravitacionales: los instrumentos científicos más sensibles del mundo

Una nueva tecnología que puede mejorar los detectores de ondas gravitacionales, uno de los instrumentos más sensibles utilizados por los investigadores científicos, ha sido propuesta por físicos de la Universidad de Australia Occidental en colaboración con un equipo internacional de investigadores.

La nueva tecnología permite que los detectores de ondas gravitacionales existentes en el mundo alcancen una sensibilidad que antes se pensaba que solo se podía lograr construyendo detectores mucho más grandes.

El artículo, publicado en *Communications Physics*, fue dirigido por el Centro de excelencia ARC para el descubrimiento de ondas gravitacionales (OzGrav) en la UWA, en colaboración con el Centro de excelencia ARC para sistemas cuánticos de ingeniería, el Instituto Niels Bohr en Copenhague y el Instituto de California de Tecnología en Pasadena.

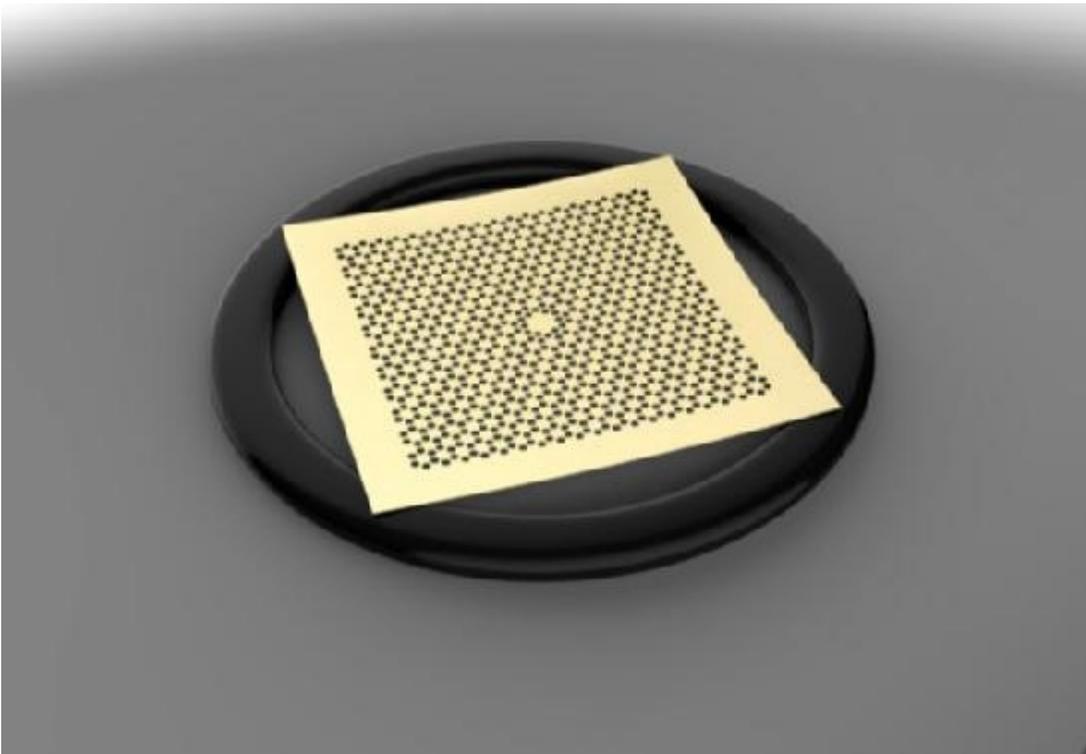


Figura 2. Usando la interacción de fotones y fonones, un pequeño resonador de menos de 1 mm de tamaño puede aumentar drásticamente la sensibilidad de un interferómetro de escala de kilómetros. Crédito: Carl Knox, Centro de excelencia ARC para el descubrimiento de ondas gravitacionales. Diminuto resonador que aumenta la sensibilidad de un interferómetro, en la imagen.

El profesor emérito David Blair, del Departamento de Física de la UWA, dijo que la tecnología fusionó partículas cuánticas de vibración de sonido llamadas fonones con fotones de luz láser, para crear un nuevo tipo de amplificación en el que las partículas fusionadas se alternaron miles de millones de veces sin perderse. .

“Hace más de cien años, Einstein demostró que la luz viene como pequeños paquetes de energía, que ahora llamamos fotones”, dijo el profesor emérito Blair.

Una de las aplicaciones más sofisticadas de los fotones son los detectores de ondas gravitacionales, que permiten a los físicos observar ondas en el espacio y el tiempo causadas por colisiones cósmicas.

"Los fonones son mucho más difíciles de aprovechar individualmente en su forma cuántica porque generalmente están inundados por una gran cantidad de fonones aleatorios llamados fondo térmico".

— Profesor emérito David Blair.

“Dos años después de la predicción de fotones de Einstein, propuso que el calor y el sonido también vienen en paquetes de energía, que ahora llamamos fonones”, dijo el profesor emérito Blair.

"Los fonones son mucho más difíciles de aprovechar individualmente en su forma cuántica porque generalmente están inundados por una gran cantidad de fonones aleatorios llamados fondo térmico".

El profesor emérito Blair recibió el prestigioso Premio de Ciencias del Primer Ministro en 2020 por su contribución a la primera detección de ondas gravitacionales.

El autor principal, el Dr. Michael Page, dijo que el truco consistía en combinar fonones y fotones de tal manera que se pudiera amplificar simultáneamente una amplia gama de frecuencias de ondas gravitacionales.

“El nuevo avance permitirá a los físicos observar la materia más extrema y concentrada del universo conocido a medida que colapsa en un agujero negro, lo que sucede cuando chocan dos estrellas de neutrones”, dijo el Dr. Page.

El profesor emérito David Blair dijo que las formas de onda sonaron como un grito breve que fue demasiado alto para que los detectores de corriente lo escucharan.

“Nuestra tecnología hará que esas formas de onda sean audibles y también revelará si los neutrones en las estrellas de neutrones se dividen en sus constituyentes llamados quarks cuando se encuentran en este estado extremo”, dijo el profesor emérito Blair.

“Lo más emocionante de ver cómo la materia nuclear se convierte en un agujero negro es que el proceso es como el reverso del Big Bang que creó el universo. Observar que esto suceda será como ver una película del Big Bang reproducida al revés”.

El profesor emérito Blair dijo que si bien la tecnología no representó una solución instantánea para mejorar los detectores de ondas gravitacionales, ofrece una ruta de mejora de bajo costo.

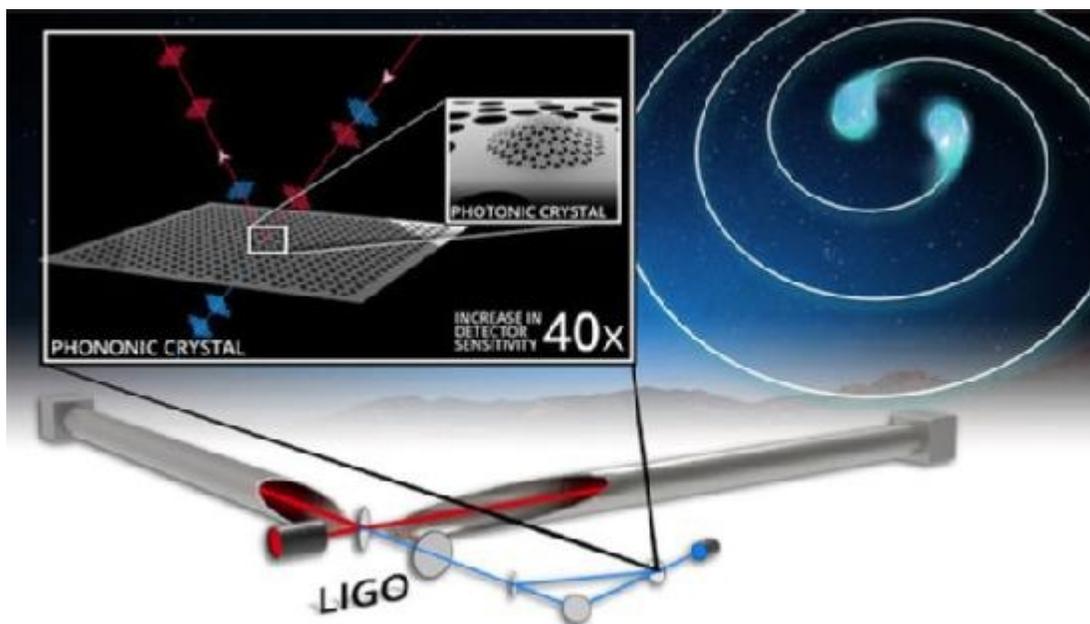


Figura 3. Cristal fonónico vs. cristal fotónico para detección de ondas gravitacionales.

Referencias

[1] “Gravitational wave detectors with broadband high frequency sensitivity” by Michael A. Page, Maxim Goryachev, Haixing Miao, Yanbei Chen, Yiqiu Ma, David Mason, Massimiliano Rossi, Carl D. Blair, Li Ju, David G. Blair, Albert Schliesser, Michael E. Tobar and Chunnong Zhao, 15 February 2021, Communications Physics. DOI: 10.1038/s42005-021-00526-2, traducción: "Detectores de ondas gravitacionales con sensibilidad de alta frecuencia de banda ancha" por Michael A. Page, Maxim Goryachev, Haixing Miao, Yanbei Chen, Yiqiu Ma, David Mason, Massimiliano Rossi, Carl D. Blair, Li Ju, David G. Blair, Albert Schliesser, Michael E. Tobar y Chunnong

Zhao, 15 de febrero de 2021, Communications Physics. DOI: 10.1038/s42005-021-00526-2

[2] Fuente original, *New Technology To Improve Gravitational-Wave Detectors – World’s Most Sensitive Scientific Instruments*. URL: <https://scitechdaily.com/new-technology-to-improve-gravitational-wave-detectors-worlds-most-sensitive-scientific-instruments/>

[3] *Supersensitive Detectors to Aid in the Discovery of Gravitational Waves*, January 17th, 2014. <https://scitechdaily.com/supersensitive-detectors-aid-discovery-gravitational-waves/>

Redactor, editor y traductor de la noticia: Juan F. González

A38. Crisis en la Física de Altas Energías

[Editar](#)

Una crisis cada vez más profunda obliga a los físicos a repensar la estructura de las leyes de la naturaleza

Durante tres décadas, los investigadores buscaron en vano nuevas partículas elementales que pudieran explicar por qué la naturaleza tiene el aspecto que tiene. A medida que los físicos confrontan esa falla, están reexaminando una suposición de larga data: que las cosas grandes consisten en cosas más pequeñas.

En La estructura de las revoluciones científicas, el filósofo de la ciencia Thomas Kuhn observó que los científicos pasan largos períodos dando pequeños pasos. Plantean y resuelven acertijos mientras interpretan colectivamente todos los datos dentro de una cosmovisión fija o marco teórico, que Kuhn llamó paradigma. Sin embargo, tarde o temprano surgen hechos que chocan con el paradigma imperante. Se produce la crisis. Los científicos se retuercen las manos, reexaminan sus suposiciones y eventualmente hacen un cambio revolucionario hacia un nuevo paradigma, una comprensión

radicalmente diferente y más verdadera de la naturaleza. Luego se reanuda el progreso incremental.

Durante varios años, los físicos de partículas que estudian los bloques de construcción fundamentales de la naturaleza han estado en una crisis kuhniana de libro de texto.

La crisis se volvió innegable en 2016, cuando, a pesar de una importante mejora, el Gran Colisionador de Hadrones en Ginebra todavía no había evocado ninguna de las nuevas partículas elementales que los teóricos habían estado esperando durante décadas. El enjambre de partículas adicionales habría resuelto un gran enigma sobre uno ya conocido, el famoso bosón de Higgs. El problema de la jerarquía, como se llama el rompecabezas, pregunta por qué el bosón de Higgs es tan liviano: cien billones de veces menos masivo que las escalas de energía más altas que existen en la naturaleza. La masa de Higgs parece reducida de forma no natural en relación con estas energías superiores, como si los números enormes en la ecuación subyacente que determina su valor se cancelaran milagrosamente.

Las partículas extra habrían explicado la diminuta masa de Higgs, restaurando lo que los físicos llaman "naturalidad" a sus ecuaciones. Pero después de que el LHC se convirtiera en el tercer y más grande colisionador en buscarlos en vano, parecía que la misma lógica sobre lo que es natural en la naturaleza podría estar equivocada. "Nos enfrentamos a la necesidad de reconsiderar los principios rectores que se han utilizado durante décadas para abordar las preguntas más fundamentales sobre el mundo físico", escribió en Gian Giudice, jefe de la división de teoría del CERN, el laboratorio que alberga el LHC. 2017.

Al principio, la comunidad se desesperó. "Se podía sentir el pesimismo", dijo Isabel García García, teórica de partículas en el Instituto Kavli de Física Teórica de la Universidad de California, Santa Bárbara, quien era estudiante de posgrado en ese momento. El destructor de protones de \$ 10 mil millones no solo no había respondido una pregunta de 40 años, sino que ya no se podía confiar en las mismas creencias y estrategias que habían guiado durante mucho tiempo la física de partículas. La gente se preguntaba más fuerte que antes si el universo es simplemente antinatural, el producto de cancelaciones matemáticas afinadas. Tal vez haya un multiverso de universos, todos con masas de Higgs marcadas al azar y otros parámetros, y nos encontramos aquí solo porque las propiedades peculiares de nuestro universo fomentan la formación de átomos,

estrellas y planetas y, por lo tanto, la vida. Este “argumento antrópico”, aunque posiblemente correcto, es frustrantemente imposible de probar.

Muchos físicos de partículas migraron a otras áreas de investigación, “donde el rompecabezas no se ha vuelto tan difícil como el problema de la jerarquía”, dijo Nathaniel Craig, físico teórico de la UCSB.



Figura 1. Nathaniel Craig e Isabel García García han investigado cómo la gravedad podría ayudar a reconciliar las escalas de energía muy diferentes de la naturaleza.

Algunos de los que permanecieron se pusieron a trabajar examinando suposiciones de hace décadas. Comenzaron a pensar de nuevo en las sorprendentes características de la naturaleza que parecen anormalmente afinadas: tanto la pequeña masa del bosón de Higgs como un caso aparentemente no relacionado, que se refiere a la energía anormalmente baja del espacio mismo. “Los problemas realmente fundamentales son los problemas de naturalidad”, dijo García García.

Su introspección está dando sus frutos. Los investigadores se concentran cada vez más en lo que ven como una debilidad en el razonamiento convencional sobre la naturalidad. Se basa en una suposición aparentemente benigna, que se ha integrado en las perspectivas científicas desde la antigua Grecia: las cosas grandes consisten en cosas más pequeñas y fundamentales, una idea conocida como reduccionismo. “El paradigma

reduccionista... está integrado en los problemas de la naturalidad”, dijo Nima Arkani-Hamed, teórica del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, Nueva Jersey.

Ahora, un número creciente de físicos de partículas piensa que los problemas de naturalidad y los resultados nulos en el Gran Colisionador de Hadrones podrían estar relacionados con el colapso del reduccionismo. “¿Será que esto cambia las reglas del juego?” dijo Arkani-Hamed. En una serie de artículos recientes, los investigadores han desechado el reduccionismo. Están explorando formas novedosas en las que las escalas de distancia grandes y pequeñas pueden conspirar, produciendo valores de parámetros que parecen anormalmente ajustados desde una perspectiva reduccionista.

“Algunas personas lo llaman una crisis. Eso tiene una vibra pesimista asociada y no me siento así”, dijo García García. “Es un momento en el que siento que estamos ante algo profundo”.

Qué es la naturalidad

El Gran Colisionador de Hadrones hizo un descubrimiento crítico: en 2012, finalmente golpeó el bosón de Higgs, la piedra angular del conjunto de ecuaciones de 50 años conocido como el Modelo Estándar de física de partículas, que describe las 17 partículas elementales conocidas.

El descubrimiento del Higgs confirmó una historia fascinante que está escrita en las ecuaciones del modelo estándar. Momentos después del Big Bang, una entidad que impregna el espacio llamada campo de Higgs de repente se infundió con energía. Este campo de Higgs crepita con bosones de Higgs, partículas que poseen masa debido a la energía del campo. A medida que los electrones, los quarks y otras partículas se mueven por el espacio, interactúan con los bosones de Higgs y, de esta manera, también adquieren masa.

Después de que se completó el modelo estándar en 1975, sus arquitectos notaron un problema casi de inmediato.

Cuando el bosón da masa a otras partículas, la devuelven; las masas de partículas se sacuden juntas. Los físicos pueden escribir una ecuación para la masa del bosón de Higgs que incluya los términos de cada partícula con la que interactúa. Todas las partículas masivas del modelo estándar aportan términos a la ecuación, pero estas no son las únicas contribuciones. El Higgs también debería mezclarse matemáticamente con

partículas más pesadas, incluyendo fenómenos en la escala de Planck, un nivel de energía asociado con la naturaleza cuántica de la gravedad, los agujeros negros y el Big Bang. Los fenómenos a escala de Planck deberían aportar términos a la masa de Higgs que son enormes, aproximadamente cien billones de veces más grandes que la masa real de Higgs. Ingenuamente, cabría esperar que el bosón de Higgs fuera tan pesado como ellos, lo que reforzaría también otras partículas elementales. Las partículas serían demasiado pesadas para formar átomos y el universo estaría vacío.

Para que el bosón de Higgs dependa de enormes energías pero termine siendo tan liviano, debe asumir que algunas de las contribuciones planckianas a su masa son negativas mientras que otras son positivas, y que todas están marcadas en las cantidades justas para cancelarse exactamente. . A menos que haya alguna razón para esta cancelación, parece ridículo, tan improbable como que las corrientes de aire y las vibraciones de la mesa se contrarresten entre sí para mantener un lápiz en equilibrio sobre su punta. Este tipo de cancelación afinada que los físicos consideran "antinatural".

En unos pocos años, los físicos encontraron una solución ordenada: la supersimetría, una hipotética duplicación de las partículas elementales de la naturaleza. La supersimetría dice que cada bosón (uno de los dos tipos de partículas) tiene un fermión asociado (el otro tipo) y viceversa. Los bosones y fermiones aportan términos positivos y negativos a la masa de Higgs, respectivamente. Entonces, si estos términos siempre vienen en pares, siempre se cancelarán.

La búsqueda de partículas asociadas supersimétricas comenzó en el Gran Colisionador de Electrones y Positrones en la década de 1990. Los investigadores asumieron que las partículas eran solo un poco más pesadas que sus socios del Modelo Estándar, lo que requería más energía bruta para materializarse, por lo que aceleraron las partículas a casi la velocidad de la luz, las aplastaron y buscaron apariciones pesadas entre los escombros.

Mientras tanto, surgió otro problema de naturalidad.

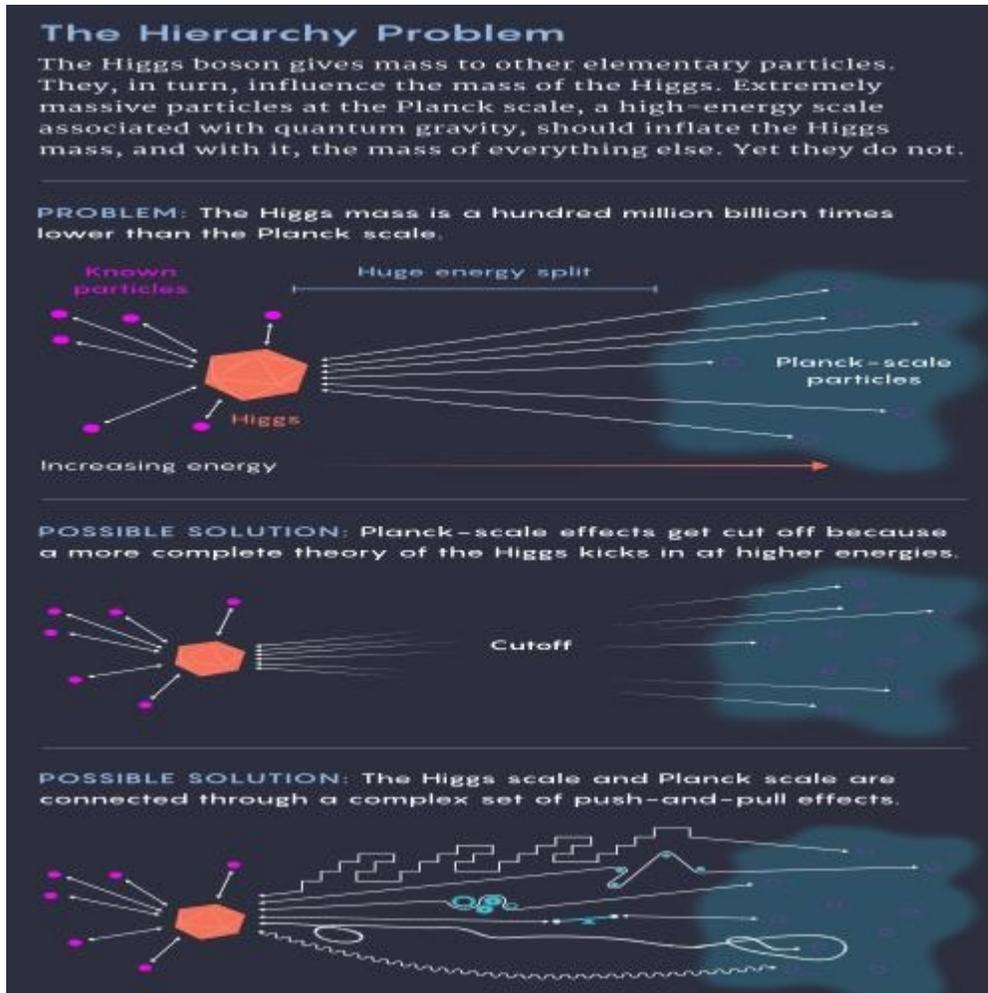


Figura 2. El problema de la jerarquía de fuerzas y la masa del bosón de Higgs. La diferencia enorme entre la masa del bosón de Higgs y la escala electrodébil, en comparación a la energía de Planck es el llamado problema de la jerarquía. Existe otro problema de la pequeña jerarquía, que es el problema de por qué la escala de masa de los neutrinos es mucho más pequeña que todos los demás fermiones.

El tejido del espacio, incluso cuando está desprovisto de materia, parece como si crepitara con energía: la actividad neta de todos los campos cuánticos que lo atraviesan. Cuando los físicos de partículas suman todas las supuestas contribuciones a la energía del espacio, descubren que, al igual que con la masa de Higgs, las inyecciones de energía provenientes de los fenómenos a escala de Planck deberían hacerla estallar.

“Es útil pensar en cómo surgen estos problemas”, dijo García García en una llamada de Zoom desde Santa Bárbara este invierno. “El problema de la jerarquía y el problema de la constante cosmológica son problemas que surgen en parte debido a las herramientas que usamos para tratar de responder preguntas, la forma en que intentamos comprender ciertas características de nuestro universo”.

Reduccionismo hecho preciso

Los físicos vienen por su forma divertida de contar honestamente las contribuciones a la masa de Higgs y la constante cosmológica. El método de cálculo refleja la extraña estructura de muñecos anidados del mundo natural.

Acérquese a algo y descubrirá que en realidad son muchas cosas más pequeñas. Lo que desde lejos parece una galaxia es en realidad una colección de estrellas; cada estrella es muchos átomos; un átomo se disuelve aún más en capas jerárquicas de partes subatómicas. Además, a medida que se acerca a escalas de distancias más cortas, se ven fenómenos y partículas elementales más pesadas y energéticas: un vínculo profundo entre las altas energías y las distancias cortas que explica por qué un colisionador de partículas de alta energía actúa como un microscopio en el universo. La conexión entre altas energías y distancias cortas tiene muchos avatares a lo largo de la física. Por ejemplo, la mecánica cuántica dice que cada partícula es también una onda; cuanto más masiva es la partícula, más corta es su longitud de onda asociada. Otra forma de verlo es que la energía tiene que acumularse más densamente para formar objetos más pequeños. Los físicos se refieren a la física de baja energía y larga distancia como "el IR" ya la física de alta energía y de corta distancia como "el UV", estableciendo una analogía con las longitudes de onda de la luz infrarroja y ultravioleta.

En las décadas de 1960 y 1970, los titanes de la física de partículas Kenneth Wilson y Steven Weinberg pusieron el dedo en lo que es tan notable acerca de la estructura jerárquica de la naturaleza: nos permite describir sucesos en una gran escala de interés IR sin saber qué es "realmente". ocurriendo a escalas ultravioleta más microscópicas. Puede, por ejemplo, modelar el agua con una ecuación hidrodinámica que la trate como un fluido suave, pasando por alto la complicada dinámica de sus moléculas de agua.

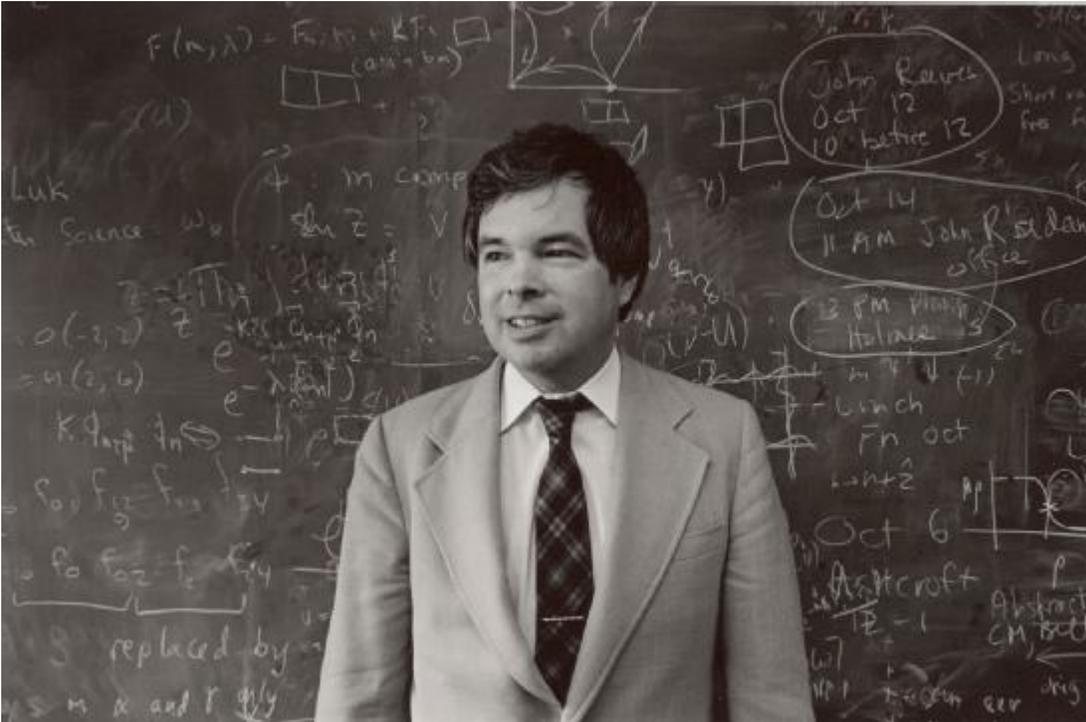


Figura 3. Kenneth Wilson, un físico estadounidense de partículas y materia condensada que estuvo activo desde la década de 1960 hasta la década de 2000, desarrolló un método matemático formal para describir cómo cambian las propiedades de un sistema según la escala en la que se miden. Archivos biográficos de la facultad de la Universidad de Cornell, #47-10-3394. División de Colecciones Raras y de Manuscritos, Biblioteca de la Universidad de Cornell.

“Podemos hacer física porque podemos permanecer ignorantes sobre lo que sucede a distancias cortas”, dijo Riccardo Rattazzi, físico teórico del Instituto Federal Suizo de Tecnología de Lausana.

Wilson y Weinberg desarrollaron por separado partes del marco que los físicos de partículas usan para modelar diferentes niveles de nuestro mundo de muñecas anidadas: la teoría del campo efectivo. Es en el contexto de EFT (Effective Field Theories, Teorías de Campos Efectivas) que surgen los problemas de naturalidad.

Una EFT modela un sistema, un conjunto de protones y neutrones, digamos, en un cierto rango de escalas. Acérquese a los protones y neutrones durante un rato y seguirán pareciéndose a protones y neutrones; puede describir su dinámica en ese rango con la "teoría del campo efectivo quiral". Pero entonces una EFT alcanzará su “corte UV”, una escala de alta energía de corta distancia en la que la EFT deja de ser una descripción

efectiva del sistema. En un punto de corte de 1 GeV, por ejemplo, la teoría del campo efectivo quiral deja de funcionar, porque los protones y los neutrones dejan de comportarse como partículas individuales y, en cambio, actúan como tríos de quarks. Entra en juego una teoría diferente.

Es importante destacar que un EFT se rompe en su corte UV por una razón. El límite es donde se deben encontrar nuevas partículas o fenómenos de mayor energía que no están incluidos en esa teoría.

En su rango de operación, un EFT explica la física UV por debajo del límite al agregar "correcciones" que representan estos efectos desconocidos. Es como la ecuación de un fluido que tiene un término de viscosidad para capturar el efecto neto de las colisiones moleculares de corta distancia. Los físicos no necesitan saber qué física real se encuentra en el límite para escribir estas correcciones; simplemente usan la escala de corte como una estimación aproximada del tamaño de los efectos.

Por lo general, cuando está calculando algo en una escala IR de interés, las correcciones UV son pequeñas, proporcionales a la escala de longitud (relativamente más pequeña) asociada con el corte. Sin embargo, la situación cambia cuando usa EFT para calcular un parámetro como la masa de Higgs o la constante cosmológica, algo que tiene unidades de masa o energía. Luego, las correcciones UV al parámetro son grandes, porque (para tener las unidades correctas) las correcciones son proporcionales a la energía, en lugar de la longitud, asociada con el corte. Y aunque la longitud es pequeña, la energía es alta. Se dice que tales parámetros son "sensibles a los rayos UV".

El concepto de naturalidad surgió en la década de 1970 junto con la propia teoría del campo efectivo, como una estrategia para identificar dónde debe cortarse una EFT y, por lo tanto, dónde debe radicar la nueva física. La lógica es la siguiente: si un parámetro de masa o energía tiene un límite alto, su valor debería ser naturalmente grande, empujado más alto por todas las correcciones UV. Por lo tanto, si el parámetro es pequeño, la energía de corte debe ser baja.

Algunos comentaristas han descartado la naturalidad como una mera preferencia estética. Pero otros señalan cuando la estrategia reveló verdades precisas y ocultas sobre la naturaleza. "La lógica funciona", dijo Craig, un líder de esfuerzos recientes para repensar esa lógica. Los problemas de naturalidad "siempre han sido una señal de dónde

cambia la imagen y deben aparecer cosas nuevas”.
Lo que la naturalidad puede hacer

En 1974, unos años antes de que se acuñara el término "naturalidad", Mary K. Gaillard y Ben Lee hicieron un uso espectacular de la estrategia para predecir la masa de una partícula entonces hipotética llamada quark encanto. “El éxito de su predicción y su relevancia para el problema de la jerarquía se subestiman enormemente en nuestro campo”, dijo Craig.

Ese verano del 74, Gaillard y Lee estaban desconcertados por la diferencia entre las masas de dos partículas de kaon: compuestos de quarks. La diferencia medida fue pequeña. Pero cuando intentaron calcular esta diferencia de masa con una ecuación de EFT, vieron que su valor corría el riesgo de explotar. Debido a que la diferencia de masa de kaon tiene unidades de masa, es sensible a los rayos UV y recibe correcciones de alta energía provenientes de la física desconocida en el corte. El límite de la teoría no se conocía, pero los físicos de la época razonaron que no podía ser muy alto, o de lo contrario la diferencia de masa de kaón resultante parecería curiosamente pequeña en relación con las correcciones, antinatural, como dicen ahora los físicos. Gaillard y Lee infirieron la escala de corte bajo de su EFT, el lugar donde debería revelarse la nueva física. Argumentaron que un quark recientemente propuesto llamado quark encanto debe encontrarse con una masa de no más de 1,5 GeV.

El quark charm apareció tres meses después, con un peso de 1,2 GeV. El descubrimiento marcó el comienzo de un renacimiento de la comprensión conocido como la revolución de noviembre que rápidamente condujo a la finalización del Modelo Estándar. En una videollamada reciente, Gaillard, que ahora tiene 82 años, recordó que estaba en Europa visitando el CERN cuando se conoció la noticia. Lee le envió un telegrama: EL ENCANTO HA SIDO ENCONTRADO.



Figura 4. En 1974, Mary K. Gaillard (en la foto en la década de 1990) y Ben Lee usaron un argumento de naturalidad para predecir la masa de una partícula elemental hipotética llamada quark encanto. El amuleto fue descubierto meses después. AIP Emilio Segrè Archivo Visual.

Tales triunfos llevaron a muchos físicos a estar seguros de que el problema de la jerarquía también debería anunciar nuevas partículas no mucho más pesadas que las del modelo estándar. Si el corte del modelo estándar estuviera cerca de la escala de Planck (donde los investigadores saben con certeza que el modelo estándar falla, ya que no tiene en cuenta la gravedad cuántica), las correcciones UV a la masa de Higgs serían enormes, lo que haría que su ligereza no fuera natural. . Un corte no muy por encima de la masa del propio bosón de Higgs haría que el bosón de Higgs fuera tan pesado como las correcciones provenientes del corte, y todo parecería natural. “Esa opción ha sido el punto de partida del trabajo que se ha hecho para tratar de abordar el problema de la jerarquía en los últimos 40 años”, dijo García García. "A la gente se le ocurrieron grandes ideas, como la supersimetría, la composición [del Higgs], que no hemos visto realizadas en la naturaleza".

García García llevaba unos años en su doctorado en física de partículas en la Universidad de Oxford en 2016 cuando le quedó claro que había que hacer cuentas.

“Fue entonces cuando me interesé más en este componente faltante que normalmente no incorporamos cuando discutimos estos problemas, que es la gravedad, esta comprensión de que hay más en la gravedad cuántica de lo que podemos decir a partir de la teoría del campo efectivo”.

La gravedad lo mezcla todo

Los teóricos aprendieron en la década de 1980 que la gravedad no se rige por las reglas reduccionistas habituales. Si golpeas dos partículas lo suficientemente fuerte, sus energías se concentran tanto en el punto de colisión que formarán un agujero negro, una región de gravedad tan extrema de la que nada puede escapar. Golpee las partículas aún más fuerte y formarán un agujero negro más grande. Más energía ya no te permite ver distancias más cortas, todo lo contrario. Cuanto más duro golpees, más grande será la región invisible resultante. Los agujeros negros y la teoría de la gravedad cuántica que describe sus interiores invierten por completo la relación habitual entre altas energías y distancias cortas. “La gravedad es antirreduccionista”, dijo Sergei Dubovsky, físico de la Universidad de Nueva York.

La gravedad cuántica parece jugar con la arquitectura de la naturaleza, burlándose del ordenado sistema de escalas anidadas al que se han acostumbrado los físicos que manejan EFT. Craig, al igual que García García, comenzó a pensar en las implicaciones de la gravedad poco después de que la búsqueda del LHC resultara vacía.

Al tratar de pensar en nuevas soluciones al problema de la jerarquía, Craig releyó un ensayo de 2008 sobre la naturalidad escrito por Giudice, el teórico del CERN. Comenzó a preguntarse qué quiso decir Giudice cuando escribió que la solución al problema de la constante cosmológica podría implicar "alguna interacción complicada entre los efectos infrarrojo y ultravioleta". Si el IR y el UV tienen una interacción complicada, eso desafiaría el desacoplamiento habitual que permite que funcione la teoría de campo efectiva. "Simplemente busqué en Google cosas como 'mezcla UV-IR'", dijo Craig, lo que lo llevó a algunos documentos intrigantes de 1999, "y me fui".

"Es un momento en el que sentí que estábamos en algo profundo." dijo Isabel García García.

La mezcla UV-IR resuelve potencialmente los problemas de naturalidad al romper el esquema reduccionista de EFT. En EFT, los problemas de naturalidad surgen cuando cantidades como la masa de Higgs y la constante cosmológica son sensibles a los rayos

UV, pero de alguna manera no explotan, como si hubiera una conspiración entre toda la física UV que anula su efecto en el IR. “En la lógica de la teoría del campo efectivo, descartamos esa posibilidad”, explicó Craig. El reduccionismo nos dice que la física IR surge de la física UV: que la viscosidad del agua proviene de su dinámica molecular, los protones obtienen sus propiedades de sus quarks internos y las explicaciones se revelan a medida que se acerca, nunca al revés. El UV no está influenciado ni explicado por el IR, “por lo que [los efectos UV] no pueden tener una conspiración para hacer que las cosas funcionen para el Higgs en una escala muy diferente”.

La pregunta que Craig ahora hace es: “¿Podría romperse esa lógica de la teoría del campo efectivo?” Tal vez las explicaciones realmente puedan fluir en ambos sentidos entre el UV y el IR. “Eso no es totalmente un pastel en el cielo, porque sabemos que la gravedad hace eso”, dijo. “La gravedad viola el razonamiento normal de EFT porque mezcla la física en todas las escalas de longitud: distancias cortas, distancias largas. Debido a que hace eso, te da esta salida”.

Cómo la mezcla UV-IR podría salvar la naturalidad

Varios estudios nuevos sobre la mezcla de UV-IR y cómo podría resolver los problemas de naturalidad se refieren a dos artículos que aparecieron en 1999. “Hay un creciente interés en estas soluciones más exóticas, no similares a EFT, para estos problemas”, dijo Patrick. Draper, profesor de la Universidad de Illinois, Urbana-Champaign, cuyo trabajo reciente continúa donde lo dejó uno de los artículos de 1999.

Draper y sus colegas estudian el límite CKN, llamado así por los autores del artículo de 1999, Andrew Cohen, David B. Kaplan y Ann Nelson. Los autores pensaron en cómo, si pones partículas en una caja y la calientas, solo puedes aumentar la energía de las partículas antes de que la caja colapse en un agujero negro. Calcularon que la cantidad de estados de partículas de alta energía que puede caber en la caja antes de que colapse es proporcional al área de la superficie de la caja elevada a tres cuartos de potencia, no al volumen de la caja como se podría pensar. Se dieron cuenta de que esto representaba una extraña relación UV-IR. El tamaño de la caja, que establece la escala IR, limita severamente la cantidad de estados de partículas de alta energía dentro de la caja: la escala UV.

Luego se dieron cuenta de que si su mismo límite se aplica a todo nuestro universo, resuelve el problema de la constante cosmológica. En este escenario, el universo

observable es como una caja muy grande. Y el número de estados de partículas de alta energía que puede contener es proporcional al área de la superficie del universo observable elevado a tres cuartos, no al volumen (mucho mayor) del universo.

Eso significa que el cálculo habitual de EFT de la constante cosmológica es demasiado ingenuo. Ese cálculo cuenta la historia de que deberían aparecer fenómenos de alta energía cuando haces zoom en la estructura del espacio, y esto debería explotar la energía del espacio. Pero el límite de CKN implica que puede haber mucha, mucha menos actividad de alta energía de lo que supone el cálculo de EFT, lo que significa que hay muy pocos estados de alta energía disponibles para que las partículas los ocupen. Cohen, Kaplan y Nelson hicieron un cálculo simple que muestra que, para una caja del tamaño de nuestro universo, su límite predice más o menos exactamente el pequeño valor de la constante cosmológica que se observa.

Su cálculo implica que las escalas grandes y pequeñas pueden correlacionarse entre sí de una manera que se hace evidente cuando observa una propiedad IR de todo el universo, como la constante cosmológica.

Draper y Nikita Blinov confirmaron en otro cálculo crudo el año pasado que el límite de CKN predice la constante cosmológica observada; también demostraron que lo hace sin arruinar los muchos éxitos de EFT en experimentos a menor escala.

El límite de CKN no le dice por qué el UV y el IR están correlacionados; es decir, por qué el tamaño de la caja (el IR) limita severamente la cantidad de estados de alta energía dentro de la caja (el UV). Para eso, probablemente necesites conocer la gravedad cuántica.

Otros investigadores han buscado respuestas en una teoría específica de la gravedad cuántica: la teoría de cuerdas. El verano pasado, los teóricos de cuerdas Steven Abel y Keith Dienes demostraron cómo la mezcla UV-IR en la teoría de cuerdas podría abordar tanto la jerarquía como los problemas de las constantes cosmológicas.

Un candidato para la teoría fundamental de la gravedad y todo lo demás, la teoría de cuerdas sostiene que todas las partículas son, de cerca, pequeñas cuerdas que vibran. Las partículas del modelo estándar, como los fotones y los electrones, son modos de vibración de baja energía de la cuerda fundamental. Pero la cuerda también puede moverse con más energía, dando lugar a un espectro infinito de estados de cuerda con energías cada vez mayores. El problema de la jerarquía, en este contexto, pregunta por

qué las correcciones de estos estados de cuerda no inflan la masa del Higgs, si no hay nada como la supersimetría para protegerlo.

Dienes y Abel calcularon que, debido a una simetría diferente de la teoría de cuerdas llamada invariancia modular, las correcciones de los estados de cuerda en todas las energías en el espectro infinito de IR a UV se correlacionarán de la manera correcta para cancelarse, manteniendo tanto la masa de Higgs y la constante cosmológica pequeña. Los investigadores notaron que esta conspiración entre estados de cuerdas de baja y alta energía no explica por qué la masa de Higgs y la energía de Planck están tan separadas para empezar, solo que tal separación es estable. Aún así, en opinión de Craig, "es una muy buena idea".

Los nuevos modelos representan una bolsa de sorpresas cada vez mayor de ideas de mezcla UV-IR. El ángulo de ataque de Craig se remonta al otro artículo de 1999, del destacado teórico Nathan Seiberg del Instituto de Estudios Avanzados y dos coautores. Estudiaron situaciones en las que hay un campo magnético de fondo que llena el espacio. Para entender la esencia de cómo surge aquí la mezcla UV-IR, imagine un par de partículas con carga opuesta unidas por un resorte y volando por el espacio, perpendiculares al campo magnético. A medida que aumenta la energía del campo, las partículas cargadas se separan acelerando, estirando el resorte. En este escenario de juguete, las energías más altas corresponden a distancias más largas.

"La gravedad es anti-reduccionista" dice Sergei Dubovsky.

Seiberg y compañía encontraron que las correcciones UV en esta situación tienen características peculiares que ilustran cómo la flecha reduccionista puede girar, de modo que el IR afecte lo que sucede en el UV. El modelo no es realista, porque el universo real no tiene un campo magnético que imponga una direccionalidad de fondo. Aún así, Craig ha estado explorando si algo así podría funcionar como una solución al problema de la jerarquía.

Craig, García García y Seth Koren también han estudiado conjuntamente cómo un argumento sobre la gravedad cuántica llamado conjetura de la gravedad débil, de ser cierto, podría imponer condiciones de consistencia que naturalmente requieren una gran separación entre la masa de Higgs y la escala de Planck.

Dubovsky, en la Universidad de Nueva York, ha reflexionado sobre estos temas desde al menos 2013, cuando ya estaba claro que las partículas de supersimetría llegaban muy tarde a la fiesta del LHC. Ese año, él y dos colaboradores descubrieron un nuevo tipo de

modelo de gravedad cuántica que resuelve el problema de la jerarquía; en el modelo, la flecha reduccionista apunta tanto al UV como al IR desde una escala intermedia. Por intrigante que fuera, el modelo solo funcionaba en un espacio bidimensional, y Dubovsky no tenía ni idea de cómo generalizarlo. Recurrió a otros problemas. Luego, el año pasado, se encontró nuevamente con la mezcla UV-IR: descubrió que un problema de naturalidad que surge en los estudios de colisión de agujeros negros se resuelve mediante una simetría "oculta" que vincula las deformaciones de baja y alta frecuencia de la forma de los agujeros negros. .

Al igual que otros investigadores, Dubovsky no parece pensar que ninguno de los modelos específicos descubiertos hasta ahora tenga las características obvias de una revolución kuhniana. Algunos piensan que todo el concepto de mezcla UV-IR carece de promesa. “Actualmente no hay señales de un colapso de EFT”, dijo David E. Kaplan, físico teórico de la Universidad Johns Hopkins (sin relación con el autor del artículo de CKN). “Creo que no hay allí allí”. Para convencer a todos, la idea necesitará evidencia experimental, pero hasta ahora, los modelos de mezcla UV-IR existentes son lamentablemente cortos en predicciones comprobables; por lo general, tienen como objetivo explicar por qué no hemos visto nuevas partículas más allá del modelo estándar, en lugar de predecir que deberíamos. Pero siempre hay esperanza de futuras predicciones y descubrimientos en cosmología, si no de colisionadores.

En conjunto, los nuevos modelos de mezcla UV-IR ilustran la miopía del viejo paradigma, basado únicamente en el reduccionismo y la teoría del campo efectivo, y eso puede ser un comienzo.

“Solo el hecho de que pierdes el reduccionismo cuando pasas a la escala de Planck, de modo que la gravedad es antirreduccionista”, dijo Dubovsky, “creo que sería, en cierto sentido, desafortunado si este hecho no tiene profundas implicaciones para cosas que observamos.”

Referencias

[1] *A Deepening Crisis Forces Physicists to Rethink Structure of Nature's Laws*, Quanta Magazine. URL: <https://www.quantamagazine.org/crisis-in-particle-physics-forces-a-rethink-of-what-is-natural-20220301/>

Redactor, editor y traductor de la noticia: Juan F. González

A39. Agujero negro que rota de lado como Urano...

[Editar](#)

Los astrónomos encuentran un agujero negro que de alguna manera fue empujado hacia un lado

Todos los planetas de nuestro Sistema Solar giran sobre ejes que coinciden aproximadamente con el eje de rotación del Sol. Este acuerdo entre los ejes de rotación es el arreglo típico en cualquier sistema en el espacio donde los objetos más pequeños orbitan alrededor de uno más grande.

Pero en un sistema binario distante, el gran objeto central tiene un eje de rotación inclinado unos 40 grados en comparación con su satélite más pequeño. Esta situación es aún más extraña porque el cuerpo principal no es una estrella sino un agujero negro.

El Sol y los planetas se formaron a partir de la misma nube de gas. Las cosas giran naturalmente en nuestro Universo, y el Sol no es una excepción. A medida que giraba, el gas y el polvo de su nebulosa solar también comenzaron a girar de forma natural. Se extendió en forma de panqueque llamado disco protoplanetario. Dentro de ese disco, se formaron planetas individuales, y su trayectoria orbital alrededor del Sol coincide con el eje de rotación del Sol con solo ligeras variaciones.

Pero en un objeto binario distante llamado MAXI J1820+070, algo anda mal. Una estrella compañera orbita un agujero negro de masa estelar, pero el eje de giro del agujero negro es diferente al plano orbital de la estrella en 40 grados. ¿Qué pudo haber causado que el agujero negro se inclinara así?

"La expectativa de alineación, en gran medida, no se cumple para los objetos extraños, como los binarios de rayos X de los agujeros negros", dijo Juri Poutanen, profesor de astronomía en la Universidad de Turku y autor principal de un nuevo artículo. El documento es "Desalineación extrema de la órbita de giro del agujero negro en el binario de rayos X MAXI J1820 + 070". Está publicado en la revista Science.

MAXI J1820+070 es un objeto bastante bien estudiado. Es una fuente binaria de rayos X a unos 10.000 años luz de distancia. La estrella donante es probablemente una subgigante con un radio no mucho mayor que nuestro Sol.

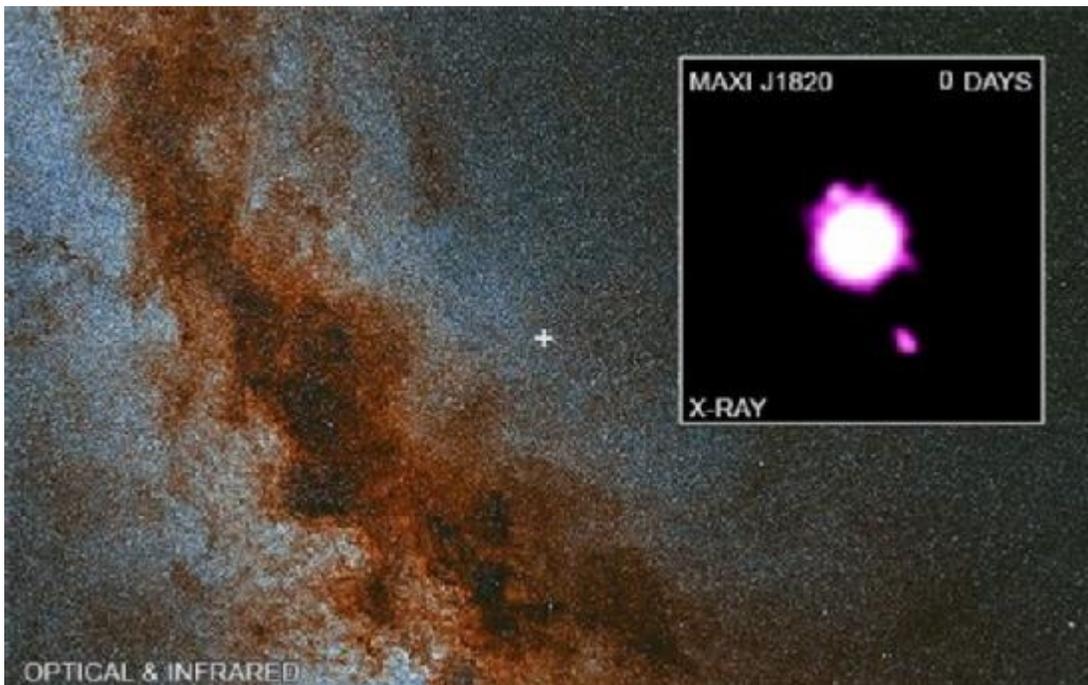


Figura 1. Esta imagen muestra la Vía Láctea con la posición de MAXI-J1820+070 marcada con una cruz blanca. La imagen insertada es una imagen del Observatorio de rayos X Chandra del objeto binario. Crédito de la imagen: Observatorio de rayos X Chandra Imagen ACIS.

MAXI J1820+070 es conocido por sus estallidos energéticos. Los estallidos ocurren cuando el agujero negro acumula material de su estrella compañera, o estrella donante, y emite chorros de rayos X desde sus polos a una velocidad cercana a la de la luz. MAXI J1820+070 fue descubierto en 2018 por el instrumento MAXI (Monitor of All-sky X-ray Image) en la ISS.

Por lo general, dos características definen a los agujeros negros astrofísicos: masa y giro. Pero en un par binario surgen otros aspectos. Son la tasa de acreción de masa o la tasa a la que el agujero negro acumula materia de su compañero y la desalineación entre el giro del agujero negro y el giro orbital.

La acumulación de masa crea los chorros, y al monitorearlos, los astrofísicos aprenden mucho sobre el agujero negro. “Ahora vemos el agujero negro arrastrando materia de la estrella compañera cercana y más ligera que orbita a su alrededor. Vemos una brillante radiación óptica y de rayos X como el último suspiro del material que cae, y también la emisión de radio de los chorros relativistas expulsados del sistema”, dijo Poutanen en un comunicado de prensa.

Los chorros relativistas de material brindan a los científicos una forma de estudiar el sistema. Los chorros no son estables a lo largo del tiempo y, al medir sus estados activos y menos activos, los investigadores determinaron el eje de rotación del agujero negro.

El instrumento MAXI en la ISS descubrió el binario cuando los chorros estaban energéticamente activos. Pero esa actividad disminuyó a medida que fluía menos material hacia el agujero negro desde la estrella donante. A medida que los chorros del agujero negro se atenuaban, más luz del sistema provenía de la estrella donante. Eso permitió a Poutanen y sus colegas medir la inclinación orbital con espectroscopia. Descubrieron que la inclinación orbital casi coincidía con la inclinación de las eyecciones.

“Para determinar la orientación 3D de la órbita, también se necesita conocer el ángulo de posición del sistema en el cielo, es decir, cómo gira el sistema con respecto a la dirección hacia el norte en el cielo. Esto se midió usando técnicas polarimétricas”, dijo Poutanen.

"Junto con una orientación obtenida previamente del chorro relativista y la inclinación de la órbita, este nos podrá determinar un límite inferior de 40 grados en el ángulo de desalineación", explicaron los autores en su artículo.

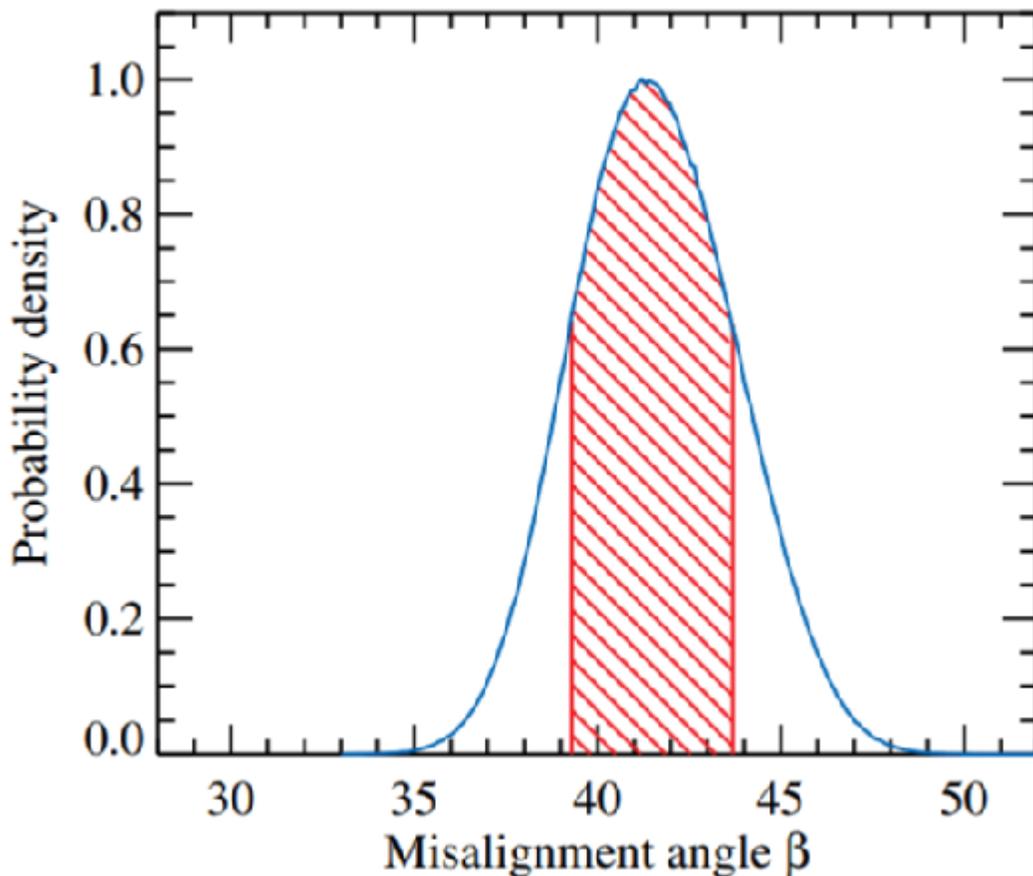


Figura 2. Esta figura del artículo muestra la función de distribución de probabilidad para el ángulo de desalineación. La región sombreada en rojo corresponde al intervalo de confianza del 68%. Crédito de la imagen: Poutanen et al. 2022.

Existen diferentes modelos para la formación de agujeros negros y la evolución de sistemas binarios como MAXI J1820+070. Pero es difícil para cualquiera de ellos dar cuenta de una desalineación tan amplia. “El alto grado de desalineación impone fuertes restricciones a la explosión de supernova y la formación de agujeros negros mecanismos, ya que solo puede disminuir durante la etapa de acreción”, escriben los autores en su artículo.

“La diferencia observada de 44° entre los ángulos de posición del jet y el PA (ángulo de polarización) proporciona la primera evidencia observacional directa de un gran, al menos 40° , desalineación entre el giro del agujero negro y el momento angular orbital”, escriben los autores.

“La diferencia de más de 40 grados entre el eje orbital y el giro del agujero negro fue completamente inesperada. Los científicos a menudo han asumido que esta diferencia es muy pequeña cuando han modelado el comportamiento de la materia en un tiempo-espacio curvo alrededor de un agujero negro. Los modelos actuales ya son realmente complejos, y ahora los nuevos hallazgos nos obligan a agregarles una nueva dimensión”, afirma Poutanen.

Referencias

[1] *Astronomers Find a Black Hole That was Somehow Pushed Over Onto its Side*. Universe Today. Posted on February 28, 2022 by Evan Gough. <https://www.universetoday.com/154745/astronomers-find-a-black-hole-that-was-somehow-pushed-over-onto-its-side/>

[2] *Black hole spin-orbit misalignment in the x-ray binary MAXI J1820+070*, Juri Poutane et al. Science, 24 Feb 2022, Vol 375, Issue 6583, pp. 874-876, DOI: 10.1126/science.abl4679 URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abl4679>

[3] *Black hole spin-orbit misalignment in the X-ray binary MAXI J1820+070*. Juri Poutanen, Alexandra Veledina, Andrei V. Berdyugin, Svetlana V. Berdyugina, Helen Jermak, Peter G. Jonker, Jari J.E. Kajava, Ilia A. Kosenkov, Vadim Kravtsov, Vilppu Piirola, Manisha Shrestha, Manuel A.P. Torres, Sergey S. Tsygankov <https://arxiv.org/pdf/2109.07511.pdf>

Redactor, editor y traductor de la noticia: Juan F. González

A40. Back to the future!

[Editar](#)

Viajes al futuro: Cómo funciona y si se podrían llevar a cabo (según la Teoría Especial de la Relatividad)





Figura 1. Giratiempo o Time-Turner. Dispositivo para viajar en el tiempo que aparece en la serie de libros de Harry Potter y sus adaptaciones cinematográficas.

Los viajes en el futuro es algo con lo que todos hemos soñado alguna vez, “Molaría viajar al año 2040 y ver como es el mundo dentro de 18 años” o “¿Qué prefieres, viajar al futuro o viajar al pasado?”. De esta pregunta no se sale, fácilmente ya que nos gustaría hacer las dos cosas. Pero, ¿es posible viajar al futuro? Realmente ya estamos viajando al futuro, pero lo que nos gustaría realmente es viajar al futuro de manera más rápida que los demás.

Según la Teoría de la Relatividad Especial, para viajar al futuro lo realmente importante es la velocidad, porque el tiempo transcurre diferente para observadores en movimiento que aquellos en reposo.

Veámoslo con un ejemplo:

Hay dos personas en la parada de un tren, a una de las personas vamos a llamarla Happy y a otra Ned. Happy decide subirse al tren, pero Ned se queda en la estación. Se sienta en uno de los asientos y espera hasta su destino que está a 5 estaciones. Happy ya ha llegado a su destino, pero Ned sigue en la estación donde se encontraba al principio, en este caso según la relatividad especial, Happy ha viajado al futuro, pero la cantidad de tiempo que ha adelantado es insignificante, una cantidad minúscula, pero ¿y si aumentamos la velocidad a la que viaja Happy muchísimo más? Si Happy viajara al 99.99999% de la velocidad de la luz durante 16 días, en el mundo de Ned habrían pasado nada más y nada menos que 100 años (realmente casi dos años menos, unos 98 años, ver Apéndice I). Por lo cual, cuando una persona está en movimiento respecto a otra el tiempo se dilata, el tiempo pasa más lento. En resumen, para poder viajar al futuro de manera significativa, tendrías que ir a la velocidad de la luz o mínimo acercarte a ella. Si queremos que 16 días sean 18 años para viajar a 2040, un cálculo semejante (ver Apéndice II) indica que deberías viajar al 99.99970% (7 c.s. por ser más preciso) de la velocidad de la luz de nuestro Universo.

Pero, en un futuro, ¿se podrían llevar a cabo estos viajes? Siento que sea yo el que te arruine este sueño, pero no, no se podrían realizar estos viajes debido a que para hacerlos se necesitarían el cuádruple de los combustibles fósiles que se encuentran en la Tierra, por lo que nunca podremos saber antes de tiempo lo que ocurrirá dentro de 18 años.

Por supuesto, alguien muy inteligente (un humano superlisto, una IA -inteligencia artificial, o un alienígena de una civilización avanzada de éste u otro Universo) podría hallar una forma nueva de energía que no fuera combustible fósil que permitiera acelerar y lograr dichas velocidades de forma aceptable (aunque, por desgracia también para los humanos, el cuerpo humano tiene una resistencia a la aceleración de unas 100 g's -o 100 veces la aceleración de la gravedad, ya unas 9 ó 10 veces la aceleración de la gravedad terrestre hacen difícil que un ser humano no sufra consecuencias severas o muerte, aunque 10g's se pueden soportar tiene un alto precio fisiológico).

Así que, de momento, toca conformarse con la imaginación de la Ciencia-Ficción o de desquiciados matemáticos y físicos que diseñan o piensan modos de cambiar o alterar estos terribles resultados para el viaje interestelar o intergaláctico en nuestro universo.



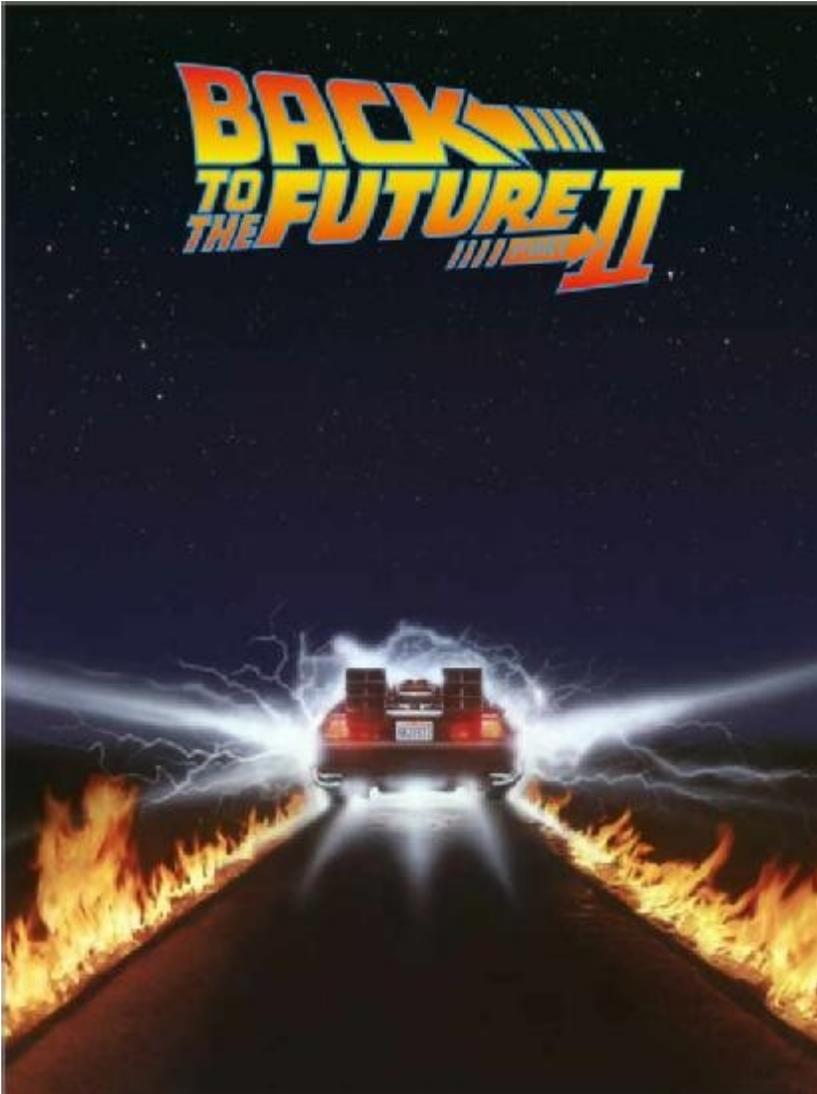


Figura 2. Regreso al futuro. Back to the Future!

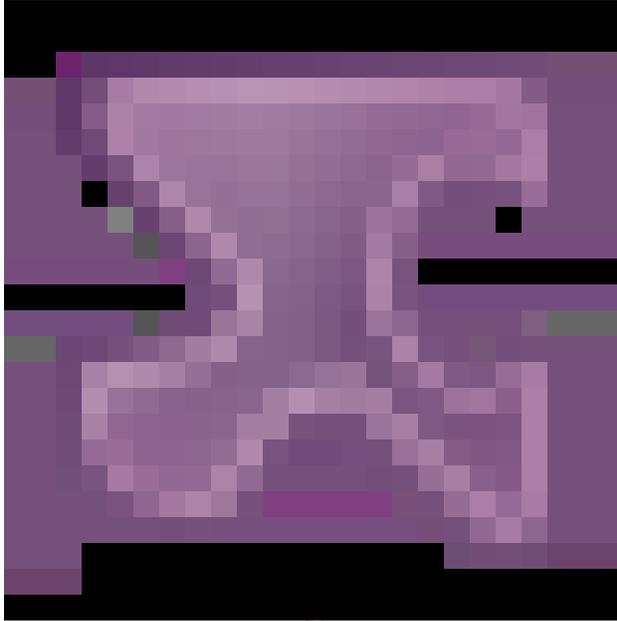
P.S.: La gravedad también agrega otra corrección adicional a la dilatación del tiempo, llamada dilatación del tiempo gravitacional. Esencialmente, cerca de un cuerpo con elevado potencial gravitacional, el tiempo pasa más lento que en órbita o alejados de la fuente de la gravitación. Además, en un viaje por el cosmos habría que tener en cuenta el efecto relativista de la aceleración de una nave (no es un movimiento uniforme o MRU) y, también, la expansión cosmológica.

Artículo original: Diego Navarro Varas (3°ESO, grupo F).

Edición revisada, corregida y ampliada con detalles matemáticos y apéndices: Juan F. González

Referencias

[1] *Los viajes en el tiempo según la Física Teórica*, Quantum Fracture. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=mo6c9F3wMS8>



[2] Fundación Wikipedia, La Enciclopedia Libre. *Viajes a través del tiempo*, https://es.wikipedia.org/wiki/Viaje_a_trav%C3%A9s_del_tiempo

[3] *Interstellar trips in Special Relativity*, The Spectrum Of Riemannium, #LOG029. URL: <http://www.thespectrumofriemannium.com/2012/09/04/log029-interstellar-trips-in-sr/>

[4] *Rockets and relativity*, The Spectrum of Riemannium, #LOG028. URL: <http://www.thespectrumofriemannium.com/2012/09/03/log028-rockets-and-relativity/>

Apéndice I. Cálculo del tiempo que pasa para un observador estacionario o en reposo al 99.99999% de la velocidad de la luz.

Para un observador estacionario, el tiempo se dilata con respecto a uno móvil. Así, si para una persona en movimiento se mide 16 días al 99.99999% de la velocidad de la luz, $0.9999999c$, la fórmula de la dilatación del tiempo:

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

produce

$$\Delta t = \frac{16 \text{ días}}{\sqrt{1 - \frac{0.9999999^2 c^2}{c^2}}} = \frac{16 \text{ días}}{\sqrt{1 - 0.9999999^2}} = 3.5777 \times 10^4 \text{ días}$$
$$3.5777 \times 10^4 \text{ días} \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} = 98.02 \text{ años} = 98 \text{ años } 7 \text{ días } 2 \text{ horas } 7 \text{ min } 29 \text{ s}$$

Como se observa, son casi dos años menos que un siglo (sin contar bisiestos o correcciones menores).

Apéndice II. Cálculo de la velocidad que hay que tener para que 16 días sean 18 años para un observador estacionario.

Usando de nuevo la fórmula de la dilatación del tiempo de la Teoría Especial de la Relatividad, obtenemos:

$$18 \text{ años} \times \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} = \frac{16 \text{ días}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{16}{18 \times 365} \rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{16^2}{18^2 \times 365^2}$$

de donde despejando algebraicamente

$$\frac{v}{c} = \sqrt{1 - \frac{16^2}{18^2 \times 365^2}} \leftrightarrow \frac{v^2}{c^2} = 0.9999941$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 0.9999941 \rightarrow \frac{v}{c} = 0.9999970$$

i.e., 99.99970% de la velocidad de la luz.

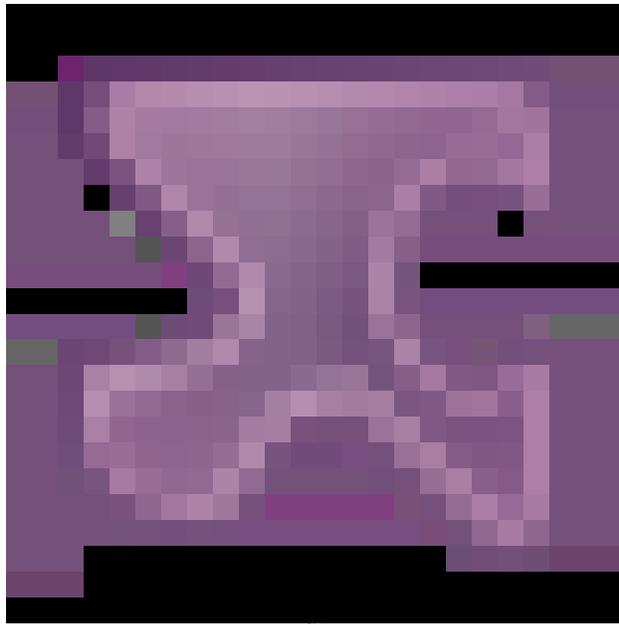
Ficheros adicionales

- [ViajesAlFuturoConSR3FDiegoNavarro.pdf](#)
- [Viajes al futuro.docx](#)

A41. Fuzzballs!

[Editar](#)

¡Feliz día del número pi, de las Matemáticas y la Ciencia para mi! 14-3-2022 (3.14.2022). Dedicado a la memoria de Albert Einstein y S. W. Hawking (D.E.P.), y también, a la memoria del actor William Hurt, fallecido hoy 13 de Marzo de 2022, antes del día pi, a quien el autor del presente artículo recuerda por su papel de John Robinson en la película Perdidos en el Espacio (Lost in Space, 1998).



Una forma de probar experimentalmente la predicción "Fuzzball" de la teoría de cuerdas

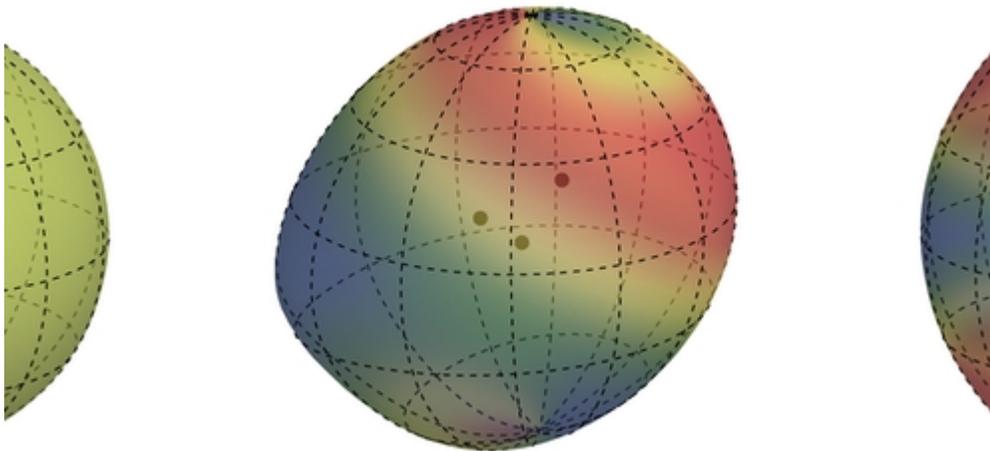


Figura 1. T. Ikeda et. al. [1]

(Artículo originalmente publicado el 16 de septiembre de 2021 • Physics 14, s110).

Las simulaciones revelan la señal de ondas gravitacionales de los agujeros negros "borrosos" de la teoría de cuerdas, una firma que los investigadores podrían medir potencialmente.

Stephen Hawking predijo que los agujeros negros pueden evaporarse mediante la emisión de radiación térmica. La temperatura de Hawking para un agujero negro estacionario sin rotación o de Schwarzschild en el espacio-tiempo de Minkowski 3+1 dimensional viene dada por la expresión siguiente (en la lápida de la tumba de S. W. Hawking):

$$T_s = \frac{\hbar c^3}{8\pi G M k}$$

mientras que su temperatura de evaporación resulta ser

$$t_{ev} = \frac{5120\pi G^2 M^3}{\hbar c^4}$$

La entropía de un agujero negro de Schwarzschild es:

$$S = \frac{k c^3}{4G\hbar} A$$

Los agujeros negros NO son eternos, y, como las estrellas, están condenados a desaparecer. ¿Y la información que devoran? ¿La devuelven al Universo? Clásicamente la información "se pierde", pero cuánticamente no se debería perder porque la Mecánica Cuántica entra en acción. Esa contradicción es la paradoja de la información de los agujeros negros.

Ése es un problema ya que la evaporación implicaría ingenuamente la desaparición de información, lo que viola las leyes de la mecánica cuántica, que por una propiedad matemática llamada unitariedad, no debería perderse información a nivel cuántico. Una propuesta de los teóricos de cuerdas que reemplaza un agujero negro clásico con una "bola de pelusa" o "fuzzball" de cuerdas vibrantes resuelve la paradoja, pero la propuesta aún no se ha confirmado experimentalmente. Ahora, usando simulaciones numéricas, Taishi Ikeda de la Universidad Sapienza de Roma y sus colegas predicen que un observable medible de dos bolas de pelusa en colisión podría usarse para confirmar la teoría [1].

Cuando dos agujeros negros se fusionan, la entidad recién formada se sacude y emite ondas gravitacionales a medida que "suenan". En la Tierra, los detectores de ondas gravitacionales LIGO y Virgo han captado dichas señales y han confirmado que coinciden con las predicciones de la teoría general de la relatividad para los agujeros negros clásicos (ver Viewpoint: [The First Sounds of Merging Black Holes](#)). Para explorar si la fusión de agujeros negros borrosos produce señales similares, Ikeda y sus colegas simularon una bola de pelusa que sometieron a perturbaciones cuadrupolares.

Al perturbar externamente el sistema con una fuerza decreciente, el equipo descubrió que la señal de onda gravitacional inicial del objeto imitaba el anillo inicial de un agujero negro clásico formado después de una colisión binaria. Sin embargo, en momentos posteriores, cuando solo persistieron unos pocos modos de larga duración, la amplitud de la señal decayó más lentamente en las simulaciones de fuzzball, algo que el equipo relacionó con la falta de un horizonte de eventos bien definido para el objeto. También encontraron que la señal posterior estaba dominada por "ecos" de la señal original, que provenía de la radiación atrapada dentro de la bola de pelusa. El equipo dice que la señal de la bola de pelusa podría ser lo suficientemente grande como para ser detectada por los detectores de ondas gravitacionales actuales.

–Rachel Berkowitz

Rachel Berkowitz es editora de Physics con sede en Vancouver, Canadá.

HERE LIES WHAT WAS MORTAL OF

$$T = \frac{\hbar c^3}{8\pi G M k}$$

STEPHEN HAWKING
1942-2018



Figura 2. La lápida de Hawking.

Referencias

- [1] T. Ikeda et al., “Black-hole microstate spectroscopy: Ringdown, quasinormal modes, and echoes,” *Phys. Rev. D* 104, 066021 (2021).
- [2] Artículo original disponible en la URL: <https://physics.aps.org/articles/v14/s110>

Artículo traducido, editado y comentado por Juan F. González.

A42. La Luna como detector de ondas gravitacionales

[Editar](#)

La Luna como detector de ondas gravitacionales

11 de marzo de 2022 • Physics 15, 34.

Gracias a una nueva técnica de análisis, las mediciones de precisión de la distancia Tierra-Luna deberían mejorar las estimaciones del tamaño del fondo de ondas gravitacionales.

Figura 1. Las mediciones precisas de la distancia Tierra-Luna pueden permitir a los investigadores estimar la amplitud máxima posible del "zumbido" de fondo constante de las ondas gravitacionales. (Esta serie de fotos de lapso de tiempo fue tomada por un satélite a un millón de millas de la Tierra).

El aluvión de todas las ondas gravitacionales que golpean continuamente la Tierra en el rango de frecuencia de microhertzios, aproximadamente una oscilación cada pocas semanas, podría detectarse midiendo sus efectos sutiles en el sistema Tierra-Luna. Al explotar esta idea de hace décadas, los investigadores ahora han demostrado que los últimos datos de rango láser podrían usarse para colocar un límite superior significativamente más pequeño en la posible fuerza de estas ondas, en comparación con estimaciones anteriores [1, 2]. La técnica promete una nueva y poderosa forma de sondear las ondas gravitacionales mediante el uso de sistemas orbitales naturales como detectores sensibles.

Las ondas gravitacionales pueden proporcionar información sobre algunos de los eventos más violentos del Universo, desde fusiones de agujeros negros hasta el Big Bang, pero los detectores de corriente tienen un punto ciego entre dos bandas de frecuencia distintas. La colaboración LIGO-Virgo-KAGRA, basada en interferómetros láser ubicados en los EE. UU., Europa y Japón, puede detectar ondas con frecuencias en el rango de 1 a 1000 Hz. Otro esquema de detección utiliza señales periódicas de púlsares para detectar ondas gravitacionales de nanohertzios (nHz), correspondientes a

una oscilación cada pocos años. Entonces, hay una gran brecha para las ondas en los microhertzios (μHz), que podría ser generado, por ejemplo, por pares binarios de agujeros negros supermasivos en las últimas etapas de orbitar entre sí antes de fusionarse.

“Nuestro objetivo es llenar este vacío”, dice Alexander Jenkins del University College London. "La idea es medir cómo [las ondas] influyen en las órbitas de los sistemas binarios, incluido el sistema Tierra-Luna". Jenkins dice que muchos investigadores han ayudado a desarrollar esta idea desde la década de 1970. En el caso más simple, una onda gravitacional continua con la misma frecuencia que el movimiento orbital podría, por ejemplo, empujar los objetos un poco más juntos en cada ciclo. A través de este fenómeno de resonancia, la órbita cambiaría con el tiempo de una manera que reflejaría las propiedades de la onda.

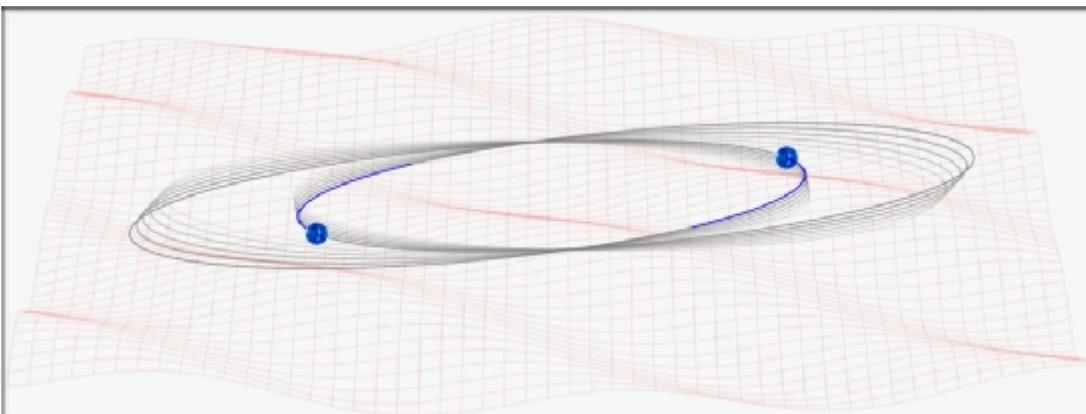


Figura 2. Nunca un momento de calma. Si dos objetos unidos gravitacionalmente son golpeados continuamente por ondas gravitacionales de todo el Universo, su órbita mutua cambiará gradualmente con el tiempo. Crédito: D. Blas y A. C. Jenkins.

En 2013, Lam Hui de la Universidad de Columbia y sus colegas demostraron que las ondas gravitacionales en el rango de frecuencia μHz podría tener un efecto potencialmente medible en los sistemas binarios [3]. Demostraron teóricamente que un fondo continuo de una gran cantidad de tales ondas provenientes de todas las direcciones debería hacer que el período y otros parámetros orbitales experimenten una caminata aleatoria y, por lo tanto, cambien gradualmente con el tiempo. La tasa de cambio reflejaría la fuerza de las olas predominantes.

Utilizando datos de un púlsar binario, un par de estrellas púlsares en órbita que emiten señales periódicas, Hui y sus colegas obtuvieron un límite superior de la posible fuerza de las ondas gravitacionales en μHz .

brecha. Ahora, Jenkins y Diego Blas, de la Universidad Autónoma de Barcelona, España, han llevado este trabajo más allá y han demostrado que la precisión de los datos actuales sobre el sistema Tierra-Luna debería permitir a los investigadores derivar un límite superior que es mucho más pequeño que el obtenido por Hui y sus colegas.

Jenkins y Blas se basan en trabajos anteriores para desarrollar un formalismo matemático, así como métodos numéricos, para seguir la evolución aleatoria del movimiento orbital de cualquier sistema binario sujeto a un fondo de ondas gravitacionales [1]. Estas técnicas matemáticas les permitieron establecer un vínculo más preciso entre los cambios orbitales y la naturaleza de las ondas gravitacionales que los impulsan. “Nuestro formalismo brinda una forma mucho más completa y rigurosa de calcular todos los efectos que tendría un fondo de ondas gravitacionales en un sistema binario dado”, dice Jenkins.

En un artículo complementario, los investigadores utilizan estos métodos para proponer un camino para reducir el límite de la fuerza del fondo de ondas gravitacionales en el "punto ciego" actual [2]. Esto se puede hacer, argumentan, utilizando mediciones de rango láser de la Luna para determinar cambios precisos en la órbita Tierra-Luna y luego comparándolos con las predicciones de la teoría. Los resultados, según sus estimaciones, deberían mejorar en más de 100 veces el conocimiento de los investigadores sobre la posible amplitud de estas ondas.

"Esta es una forma emocionante y novedosa de ver las ondas gravitacionales", dice el físico de agujeros negros Vitor Cardoso del Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal. “La idea es simple, pero requiere cálculos difíciles para implementar y demostrar que funciona”. Además, este enfoque alternativo para la detección podría revelar fuentes inesperadas de ondas gravitacionales, dice. Podemos encontrar "que el Universo está lleno de contenido misterioso de ondas gravitacionales".

Con respecto a los próximos pasos, Jenkins cree que se necesita más trabajo teórico. Por ejemplo, "no se trata solo de sistemas binarios individuales, también necesitamos ver cómo responden las galaxias enteras a las ondas gravitacionales", dice.

–Mark Buchanan

Mark Buchanan es un escritor científico independiente que divide su tiempo entre Abergavenny, Reino Unido, y Notre Dame de Courson, Francia.



Figura 3. La Luna con los colores invertidos.

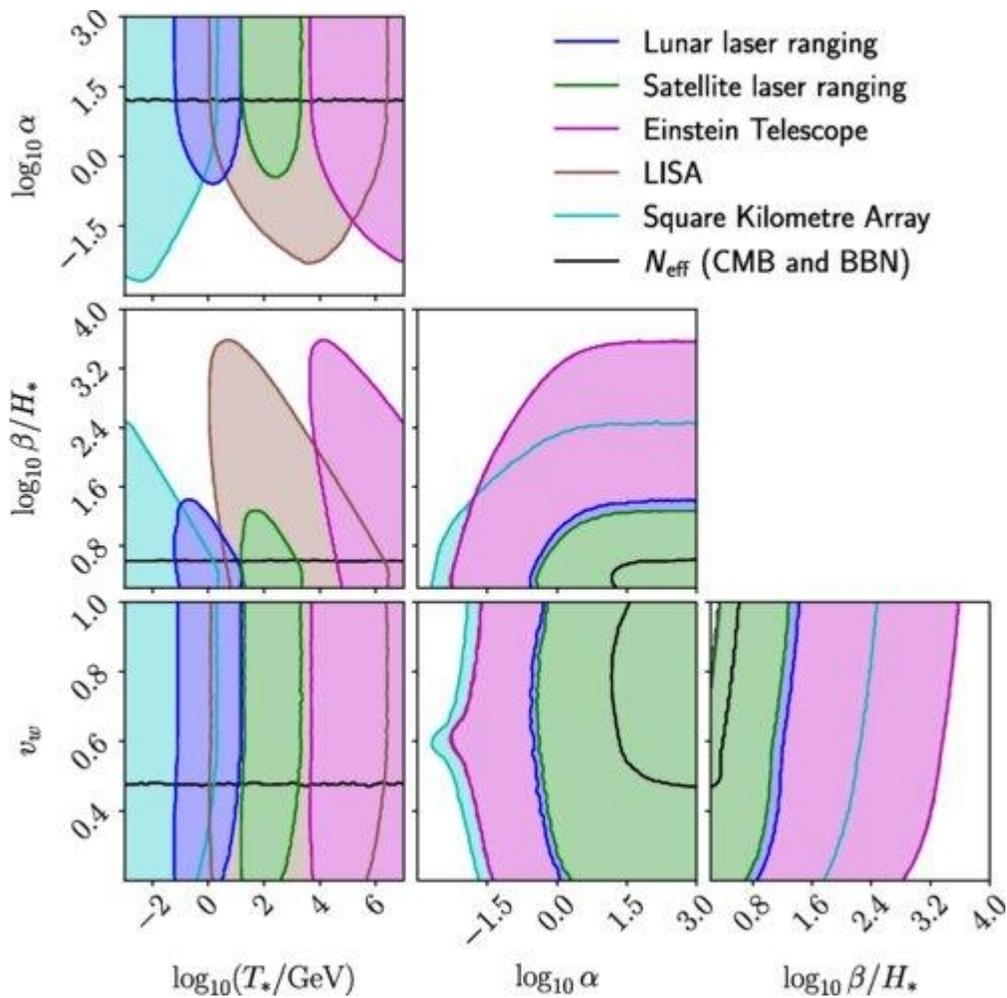


Figura 4. Comparación de diferentes detectores de ondas gravitacionales con la propuesta lunar del artículo.

Referencias

- [1] D. Blas and A. C. Jenkins, “Detecting stochastic gravitational waves with binary resonance,” *Phys. Rev. D* 105, 064021 (2022).
- [2] D. Blas and A. C. Jenkins, “Bridging the μHz gap in the gravitational-wave landscape with binary resonances,” *Phys. Rev. Lett.* 128, 101103 (2022).
- [3] L. Hui et al., “Binary systems as resonance detectors for gravitational waves,” *Phys. Rev. D* 87, 084009 (2013).

Artículo traducido y editado por Juan F. González.

A43. Dimetil éter en un disco protoplanetario

[Editar](#)

Los astrónomos descubren la molécula más grande hasta ahora en un disco de formación de planetas

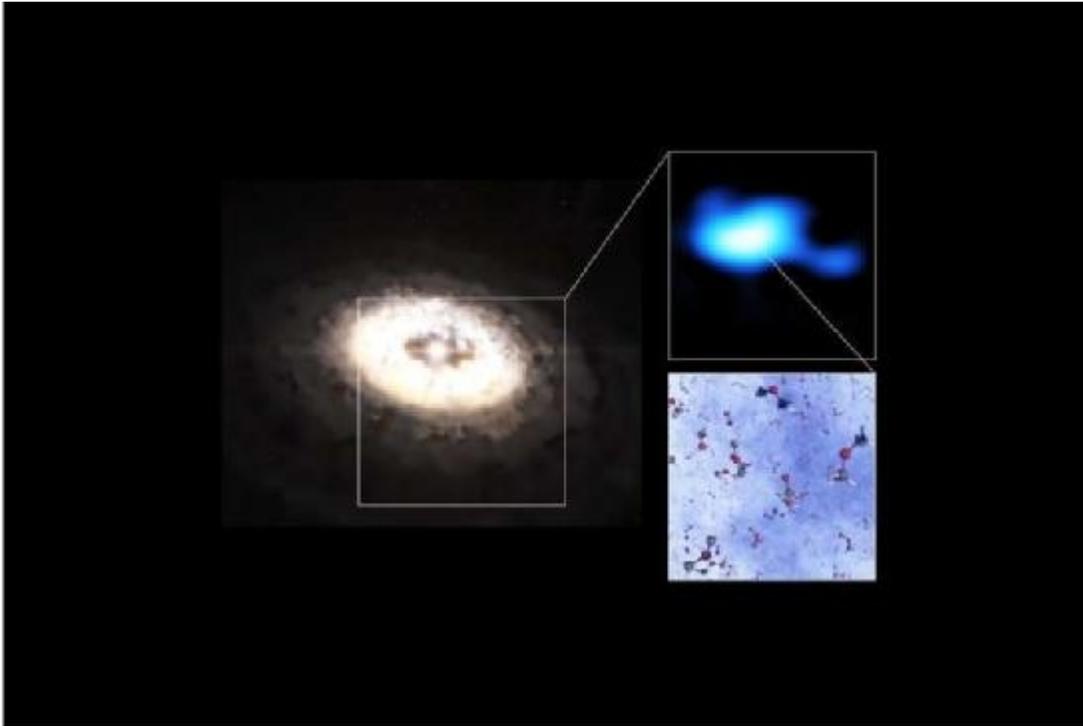


Figura 1. Esta imagen compuesta presenta una impresión artística del disco de formación de planetas alrededor de la estrella IRS 48, también conocida como Oph-IRS 48. El disco contiene una región en forma de anacardo en su parte sur, que atrapa granos de polvo de tamaño milimétrico que pueden juntarse y convertirse en objetos del tamaño de un kilómetro como cometas, asteroides y potencialmente incluso planetas. Observaciones recientes con el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) detectaron varias moléculas orgánicas complejas en esta región, incluido el dimetil éter, la molécula más grande encontrada en un disco de formación de planetas hasta la fecha. La emisión que señala la presencia de esta molécula (observaciones reales mostradas en azul) es claramente más fuerte en la trampa de polvo del disco. En este compuesto también se muestra un modelo de la molécula. Crédito: ESO/L. Calçada, ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/A. Pohl, van der Marel y col., Brunken y col.

Usando el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) en Chile, los investigadores del Observatorio de Leiden en los Países Bajos han detectado por primera

vez dimetil éter en un disco de formación de planetas. Con nueve átomos, esta es la molécula más grande identificada en un disco de este tipo hasta la fecha. También es un precursor de moléculas orgánicas más grandes que pueden dar lugar a la aparición de la vida. Compuesto por nueve átomos, el dimetil éter es la molécula más grande jamás detectada en un anillo de formación de planetas, dijo el equipo. Según los investigadores, este descubrimiento ayuda a completar la historia de cómo las moléculas orgánicas complejas se abren paso desde las regiones del espacio donde se forman estrellas a las regiones de formación de planetas y, en última instancia, a los planetas mismos. Al estudiar la luz emitida por esas moléculas, el equipo identificó la firma del dimetil éter, así como varios otros compuestos orgánicos nunca antes vistos en un disco planetario, incluido el formiato de metilo, otro compuesto orgánico que sirve como componente básico para la vida más grande, moléculas esenciales para la vida. "Lo que hace que esto sea aún más emocionante es que ahora sabemos que estas moléculas complejas más grandes están disponibles para alimentar a los planetas en formación en el disco", dijo en el comunicado la coautora del estudio Alice Booth, también investigadora del Observatorio de Leiden. "Esto no se sabía antes, ya que en la mayoría de los sistemas estas moléculas están escondidas en el hielo".

"A partir de estos resultados, podemos aprender más sobre el origen de la vida en nuestro planeta y, por lo tanto, tener una mejor idea del potencial de vida en otros sistemas planetarios. Es muy emocionante ver cómo estos hallazgos encajan en el panorama general", dice. Nashanty Brunken, estudiante de maestría en el Observatorio de Leiden, parte de la Universidad de Leiden, y autora principal del estudio publicado hoy en *Astronomy & Astrophysics*.

El dimetil éter es una molécula orgánica que se ve comúnmente en las nubes de formación de estrellas, pero nunca antes se había encontrado en un disco de formación de planetas. Los investigadores también hicieron una detección tentativa de formiato de metilo, una molécula compleja similar al éter dimetílico que también es un componente básico para moléculas orgánicas aún más grandes. "Es realmente emocionante detectar finalmente estas moléculas más grandes en discos. Durante un tiempo pensamos que tal vez no sería posible observarlas", dice la coautora Alice Booth, también investigadora del Observatorio de Leiden.

Las moléculas se encontraron en el disco de formación de planetas alrededor de la joven estrella IRS 48 (también conocida como Oph-IRS 48) con la ayuda de ALMA, un

observatorio copropiedad del Observatorio Europeo Austral (ESO). IRS 48, ubicado a 444 años luz de distancia en la constelación de Ofiuco, ha sido objeto de numerosos estudios porque su disco contiene una "trampa de polvo" asimétrica con forma de anacardo. Esta región, que probablemente se formó como resultado de un planeta recién nacido o una pequeña estrella compañera ubicada entre la estrella y la trampa de polvo, retiene una gran cantidad de granos de polvo de tamaño milimétrico que pueden juntarse y convertirse en objetos de tamaño kilométrico como cometas, asteroides y potencialmente incluso planetas.



Figura 2. La representación de este artista muestra el disco de formación de planetas alrededor de la estrella IRS 48, también conocida como Oph-IRS 48. Este disco incluye una región en su parte sur que atrapa granos de polvo de tamaño milimétrico que pueden juntarse y convertirse en objetos de tamaño kilométrico. como cometas, asteroides y potencialmente incluso planetas. Esta "trampa de polvo" es también un depósito de hielo, con capas de hielo, ricas en moléculas complejas, reunidas alrededor de los granos de polvo. El calentamiento de la estrella IRS 48 es capaz de sublimar el hielo en gas, liberando las moléculas atrapadas y haciéndolas detectables. La animación al final muestra dos de las moléculas detectadas en el sistema IRS 48: metanol y dimetil éter, siendo esta última las moléculas más grandes identificadas hasta ahora en un disco de formación de planetas. Crédito: ESO/L. Calçada.

Se cree que muchas moléculas orgánicas complejas, como el dimetiléter, surgen en las nubes de formación de estrellas, incluso antes de que nazcan las estrellas mismas. En

estos ambientes fríos, los átomos y las moléculas simples como el monóxido de carbono se adhieren a los granos de polvo, forman una capa de hielo y experimentan reacciones químicas que dan como resultado moléculas más complejas. Los investigadores descubrieron recientemente que la trampa de polvo en el disco IRS 48 también es un depósito de hielo que alberga granos de polvo cubiertos con este hielo rico en moléculas complejas. Fue en esta región del disco donde ALMA detectó signos de la molécula de dimetil éter: a medida que el calor del IRS 48 sublima el hielo en gas, las moléculas atrapadas heredadas de las nubes frías se liberan y se vuelven detectables.

"Lo que hace que esto sea aún más emocionante es que ahora sabemos que estas moléculas complejas más grandes están disponibles para alimentar a los planetas en formación en el disco", explica Booth. "Esto no se sabía antes, ya que en la mayoría de los sistemas estas moléculas están escondidas en el hielo". El descubrimiento del éter dimetílico sugiere que muchas otras moléculas complejas que se detectan comúnmente en las regiones de formación de estrellas también pueden estar al acecho en las estructuras heladas de los discos de formación de planetas. Estas moléculas son los precursores de las moléculas prebióticas, como los aminoácidos y los azúcares, que son algunos de los componentes básicos de la vida.

Al estudiar su formación y evolución, los investigadores pueden obtener una mejor comprensión de cómo las moléculas prebióticas terminan en los planetas, incluido el nuestro. "Estamos increíblemente complacidos de que ahora podamos comenzar a seguir el viaje completo de estas moléculas complejas desde las nubes que forman estrellas, hasta los discos de formación de planetas y los cometas. Con suerte, con más observaciones, podemos acercarnos un paso más a la comprensión del origen de moléculas prebióticas en nuestro propio Sistema Solar", dice Nienke van der Marel, investigadora del Observatorio de Leiden que también participó en el estudio.

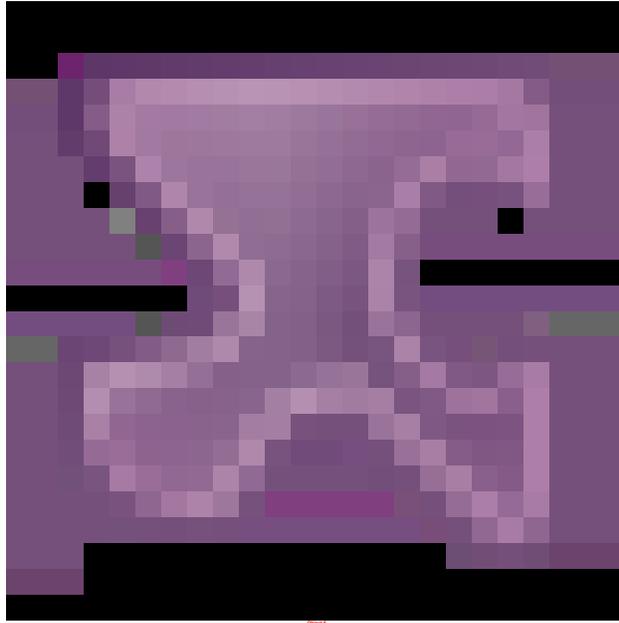


Figura 3. Este video se acerca al sistema Oph-IRS 48, una estrella rodeada por un disco de formación de planetas que contiene una trampa de polvo. Esta trampa permite que las partículas de polvo crezcan y generen cuerpos más grandes. Crédito: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/Nick Risinger (skysurvey.org)/Digitized Sky Survey 2/S. Guisard (www.eso.org/~sguisard). Música: movetwo

Los estudios futuros de IRS 48 con el Extremely Large Telescope (ELT) de ESO, actualmente en construcción en Chile y listo para comenzar a operar a finales de esta década, permitirán al equipo estudiar la química de las regiones más internas del disco, donde planetas como la Tierra pueden estar formando. Esta investigación se presentó en el artículo "Una gran trampa de hielo asimétrica en un disco de formación de planetas: III. Primera detección del dimetil éter" que aparece en *Astronomy and Astrophysics*.



Figura 4. El sistema estelar IRS 48 es conocido por su "trampa de polvo" en forma de marañón, que se ve en la representación de este artista. (Crédito de la imagen: ESO/L. Calçada)

Referencias

[1] N. G.C. Brunken et al, A major asymmetric ice trap in a planet-forming disk. III. First detection of dimethyl ether, *Astronomy & Astrophysics* (2022).
DOI: [10.1051/0004-6361/202142981](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202142981)

[2] *Astronomers discover largest molecule yet in a planet-forming disc* by ESO. Phys.org news, available online. URL: <https://phys.org/news/2022-03-astronomers-largest-molecule-planet-forming-disc.html>

[3] Los astrónomos detectan la molécula orgánica más grande jamás encontrada en una 'trampa de polvo' estelar Por Brandon Spector. Livescience.com article, *Astronomers detect largest organic molecule ever found in a stellar 'dust trap'*. By Brandon Spector. URL: <https://www.livescience.com/largest-organic-molecule-planet-forming-disk>

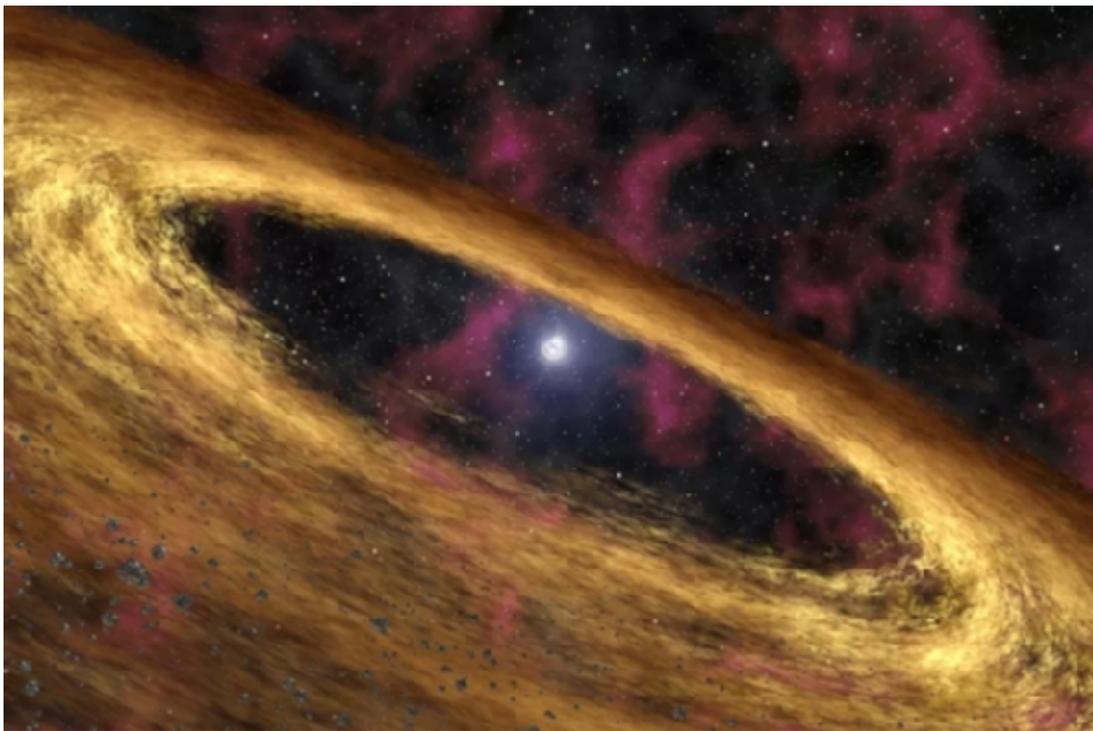
Artículo traducido y editado por: Juan F. González.

A44. Hiperestallido

[Editar](#)

Los científicos descubrieron un nuevo tipo de explosión termonuclear que quizás nunca se vuelva a ver

Los científicos podrían tardar 1000 años en ver algo



parecido.

Figura 1. Una estrella de neutrones (el núcleo colapsado de una estrella muerta) se encuentra en el centro de un anillo de gas y escombros. (Crédito de la imagen: NASA/JPL-Caltech).

Los astrónomos que estudian una estrella muerta en el borde de la Vía Láctea pueden haber encontrado evidencia de un tipo de explosión termonuclear que nunca antes se había visto, y que es posible que nunca se vuelva a ver. Apodada como "hiperexplosión", esta gigantesca explosión parece haber ocurrido en lo profundo de una estrella de

neutrones (el núcleo ultradenso y compacto de una estrella muerta) después de cientos o quizás miles de años de acumulación de calor y presión. Cuando la explosión finalmente se encendió en 2011, liberó tanta energía en aproximadamente tres minutos como el sol libera en 800 años, dijo a WordsSideKick.com el coautor del estudio Jeroen Homan, científico investigador de Eureka Scientific en Oakland, California. "Para cualquier tipo de explosión termonuclear, se necesitan temperaturas y presiones muy altas", dijo Homan. "Para un hiperestallido, los requisitos de temperatura y presión son tan altos que creemos que solo puede ocurrir en una fuente particular una vez cada 1000 años". Si se confirma, este hiper estallido sería la explosión más poderosa jamás detectada en una estrella de neutrones, y posiblemente la explosión más rara detectada en cualquier lugar.

Una brasa ardiente

En 2011, una estrella de neutrones llamada MAXI J0556–332 (ubicada a unos 140 000 años luz de la Tierra en el halo de la Vía Láctea) hizo erupción con una poderosa llamarada de energía visible solo con telescopios de rayos X. Los estallidos de rayos X como estos son relativamente comunes en las estrellas de neutrones que forman parte de un sistema estelar binario, es decir, comparten un centro de gravedad común con otra estrella cercana. Los estallidos ocurren cuando la poderosa gravedad de una estrella de neutrones atrae grandes gotas de gas de su estrella compañera, lo que hace que el gas explote al impactar con la superficie de la estrella de neutrones. El estallido calienta brevemente la estrella de neutrones, que los astrónomos pueden observar a través de la galaxia con telescopios de rayos X; cuanto más material cae sobre la estrella, más brillante aparece la estrella después.

Los investigadores acababan de comenzar a observar MAXI J0556–332 en 2011 cuando vieron que se encendía el estallido de rayos X. Sin embargo, algo en este brote fue diferente. "Durante la primera semana después de que terminó el estallido, notamos que esta estrella estaba increíblemente caliente", dijo Homan. "Aproximadamente el doble de caliente que cualquier otra estrella que hayamos observado antes". ¿Fue este calor extremo simplemente el resultado de montones y montones de materia que chocaron contra la superficie de la estrella de neutrones a la vez? Después de 10 años de observar la estrella de neutrones, el equipo concluyó que no era así. Durante esa década de observaciones, la estrella de neutrones entró en erupción con otros tres grandes estallidos de rayos X, pero ninguno de ellos dejó a la estrella tan caliente como el estallido de 2011. Algún otro mecanismo tenía que estar en juego.

Presentamos: la hiperexplosión o hiperestallido (hyperburst, en inglés)

En su nuevo estudio, que se publicó el 9 de febrero en el servidor de preimpresión arXiv y aún no ha sido revisado por pares, los investigadores calculan cómo una gigantesca explosión termonuclear dentro de la estrella de neutrones podría haber resultado en el calentamiento extremo observado en 2011. La explosión se habría acumulado durante cientos o quizás más de mil años a medida que los globos de materia de la estrella compañera caían sobre la superficie de la estrella de neutrones cada pocos años más o menos, aumentando constantemente el calor y la presión dentro de la estrella, escribieron los autores. En la mayoría de las estrellas, las altas presiones hacen que los átomos de hidrógeno se fusionen en helio, desencadenando reacciones nucleares que liberan cantidades extraordinarias de energía. Algunas estrellas grandes pueden fusionar elementos más pesados, como el carbono, para crear explosiones nucleares aún más poderosas. Pero para calentar MAXI J0556–332 al grado que se observó en 2011, la explosión tendría que haber sido de una magnitud nunca antes vista. "Creemos que hemos descubierto una explosión termonuclear que ocurrió en lo profundo de la estrella de neutrones como resultado de la fusión nuclear de probablemente oxígeno o neón", dijo Homan. "Esta sería la primera observación de un hiperestallido".

Observar una segunda puede ser casi imposible en esta vida, y no solo porque la estrella debe comenzar desde cero nuevamente, reconstruyendo el calor y la presión durante otros 1000 años o más. Dado que nunca se ha observado ninguna otra estrella de neutrones calentándose al grado que lo hizo MAXI J0556–332 en 2011, los astrónomos sospechan que los hiper estallidos pueden ser un fenómeno extremadamente raro que solo es posible en circunstancias extremadamente específicas. ¿Cuáles son esas circunstancias? Eso es lo que los investigadores esperan descubrir a continuación. La investigación futura se centrará en la misteriosa estrella compañera de MAXI J0556–332, para ver si tiene alguna propiedad especial o la forma en que alimenta materia a MAXI que hace que este sistema estelar distante sea más propenso a los hiper estallidos. Los investigadores ganaron la lotería cósmica con su observación de 2011, dijo Homan. Ahora, es hora de averiguar cómo tuvieron tanta suerte.

Referencias

[1] *Scientists discovered a new type of thermonuclear explosion that may never be seen again*, By **Brandon Specktor**. URL: <https://www.livescience.com/neutron-star-hyperburst-explosion>

[2] A “Hyperburst” in the MAXI J0556-332 Neutron Star: Evidence for a New Type of Thermonuclear Explosion. Dany Page, Jeroen Homan, Martin Nava-Callejas, Yuri Cavecchi, Mikhail V. Beznogov, Nathalie Degenaar, Rudy Wijnands, and Aastha S. Parikh. URL: <https://arxiv.org/pdf/2202.03962.pdf>

Artículo traducido y editado por: Juan F. González

A45. Agujeros de gusano y la paradoja de la información

[Editar](#)

¿Son los agujeros de gusano necesarios para resolver la paradoja de la información?

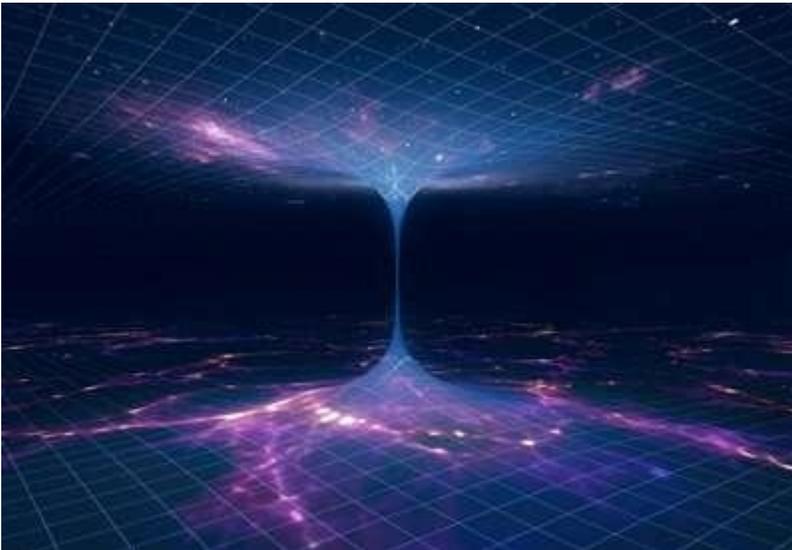


Figura 1. Como se muestra en la ciencia ficción, un agujero de gusano es un atajo que conecta dos puntos en el espacio-tiempo. Un físico de RIKEN y dos colaboradores han utilizado una nueva geometría del espacio-tiempo con una estructura similar a la de un agujero de gusano para intentar demostrar que la información no se pierde necesariamente de forma irrecuperable en los agujeros negros a medida que se evaporan. Crédito: Mark Garlick/Science Photo Library.

Un físico de RIKEN y dos colegas descubrieron que un agujero de gusano, un puente que conecta regiones distantes del Universo, ayuda a arrojar luz sobre el misterio de lo que sucede con la información sobre la materia consumida por los agujeros negros. La teoría de la relatividad general de Einstein predice que nada que caiga en un agujero negro puede escapar de sus garras. Pero en la década de 1970, Stephen Hawking calculó

que los agujeros negros deberían emitir radiación cuando se considera la mecánica cuántica, la teoría que rige el reino microscópico. "Esto se llama evaporación del agujero negro porque el agujero negro se encoge, al igual que una gota de agua que se evapora", explica Kanato Goto de RIKEN Interdisciplinar Teórico y Matemático.

Esto, sin embargo, llevó a una paradoja. Eventualmente, el agujero negro se evaporará por completo, al igual que cualquier información sobre su contenido tragado. Pero esto contradice un dicho fundamental de la física cuántica: que la información no puede desaparecer del Universo. "Esto sugiere que la relatividad general y la mecánica cuántica, tal como están actualmente, son inconsistentes entre sí", dice Goto. "Tenemos que encontrar un marco unificado para la gravedad cuántica". Muchos físicos sospechan que la información se escapa, codificada de alguna manera en la radiación. Para investigar, calculan la entropía de la radiación, que mide cuánta información se pierde desde la perspectiva de alguien fuera del agujero negro. En 1993, el físico Don Page calculó que si no se pierde información, la entropía crecerá inicialmente, pero se reducirá a cero a medida que desaparezca el agujero negro.

Cuando los físicos simplemente combinan la mecánica cuántica con la descripción estándar de un agujero negro en la relatividad general, Page parece estar equivocado: la entropía crece continuamente a medida que el agujero negro se encoge, lo que indica que se pierde información. Pero recientemente, los físicos han explorado cómo los agujeros negros imitan a los agujeros de gusano, proporcionando una ruta de escape para la información. Esto no es un agujero de gusano en el mundo real, sino una forma de calcular matemáticamente la entropía de la radiación, señala Goto. "Un agujero de gusano conecta el interior del agujero negro y la radiación exterior, como un puente". Cuando Goto y sus dos colegas realizaron un análisis detallado que combinaba la descripción estándar y la imagen de un agujero de gusano, su resultado coincidió con la predicción de Page, lo que sugiere que los físicos tienen razón al sospechar que la información se conserva incluso después de la desaparición del agujero negro.

"Descubrimos una nueva geometría del espacio-tiempo con una estructura similar a un agujero de gusano que se había pasado por alto en los cálculos convencionales", dice Goto. "La entropía calculada usando esta nueva geometría da un resultado completamente diferente". Pero esto plantea nuevas preguntas. "Todavía no conocemos el mecanismo básico de cómo la radiación se lleva la información", dice Goto. "Necesitamos una teoría de la gravedad cuántica".

Referencias

[1] *Wormholes help resolve black hole information paradox*. Phys.org news. URL: <https://phys.org/news/2022-03-wormholes-black-hole-paradox.html>

[2] Kanato Goto et al., *Replica wormholes for an evaporating 2D black hole*, Journal of High Energy Physics (2021). DOI: [10.1007/JHEP04\(2021\)289](https://doi.org/10.1007/JHEP04(2021)289)

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A46. Billares cósmicos de agujeros negros

[Editar](#)

Los billares de agujeros negros en los centros de las galaxias pueden explicar las fusiones de agujeros negros

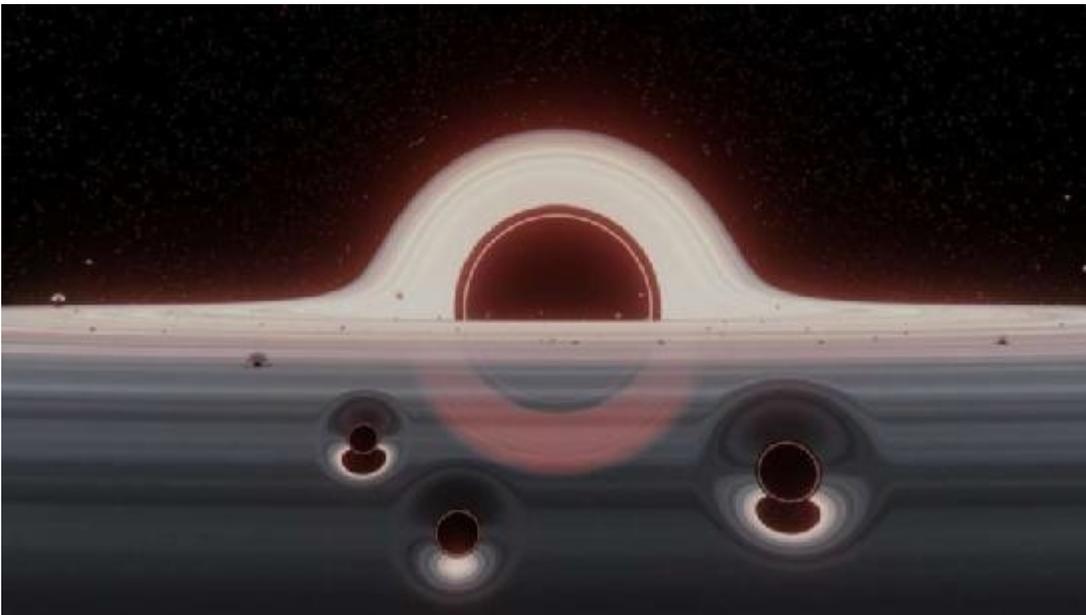


Figura 1. Ilustración de un enjambre de agujeros negros más pequeños en un disco de gas que gira alrededor de un agujero negro gigante. Crédito: J. Samsing/Instituto Niels Bohr.

Los investigadores han proporcionado la primera explicación plausible de por qué uno de los pares de agujeros negros más masivos observados hasta la fecha por ondas gravitacionales también parecía fusionarse en una órbita no circular. Su solución sugerida, ahora publicada en Nature, implica un triple drama caótico dentro de un disco gigante de gas alrededor de un agujero negro supermasivo en otra galaxia.

Los agujeros negros son uno de los objetos más fascinantes del universo, pero nuestro conocimiento de ellos aún es limitado, especialmente porque no emiten luz. Hasta hace unos años, la luz era nuestra principal fuente de conocimiento sobre nuestro universo y sus agujeros negros, hasta que el Observatorio de ondas gravitacionales con interferómetro láser (LIGO) en 2015 realizó su revolucionaria observación de ondas gravitacionales a partir de la fusión de dos agujeros negros.

"Pero, ¿cómo y dónde en nuestro universo se forman y fusionan esos agujeros negros? ¿Ocurre cuando las estrellas cercanas colapsan y ambas se convierten en agujeros negros, es a través de encuentros casuales cercanos en cúmulos de estrellas, o es algo más? Estos son algunos de las preguntas clave en la nueva era de la astrofísica de ondas gravitacionales", dice el profesor asistente Johan Samsing del Instituto Niels Bohr de la Universidad de Copenhague, autor principal del artículo. Es posible que él y sus colaboradores ahora hayan proporcionado una nueva pieza del rompecabezas, que posiblemente resuelva la última parte de un misterio con el que los astrofísicos han luchado durante los últimos años.

Descubrimiento inesperado en 2019

El misterio se remonta a 2019, cuando los observatorios LIGO y Virgo hicieron un descubrimiento inesperado de ondas gravitacionales. Se entiende que el evento, llamado GW190521, es la fusión de dos agujeros negros que no solo eran más pesados de lo que se creía físicamente posible, sino que también produjeron un destello de luz. Desde entonces, se han proporcionado posibles explicaciones para estas dos características, pero las ondas gravitacionales también revelaron una tercera característica sorprendente de este evento, a saber, que los agujeros negros no orbitaban entre sí a lo largo de un círculo en los momentos previos a la fusión.

"El evento de onda gravitacional GW190521 es el descubrimiento más sorprendente hasta la fecha. Las masas y giros de los agujeros negros ya eran sorprendentes, pero aún más sorprendente fue que parecían no tener una órbita circular antes de la fusión", dice el coautor. Imre Bartos, profesor de la Universidad de Florida. Pero, ¿por qué una órbita no circular es tan inusual e inesperada?

"Esto se debe a la naturaleza fundamental de las ondas gravitacionales emitidas, que no solo acercan el par de agujeros negros para que finalmente se fusionen, sino que también actúa para circularizar su órbita". explica el coautor Zoltan Haiman, profesor de la Universidad de Columbia. Esta observación hizo que muchas personas en todo el

mundo, incluido Johan Samsing en Copenhague, se sorprendieran. "Me hizo comenzar a pensar en cómo pueden ocurrir fusiones no circulares (conocidas como 'excéntricas') con la sorprendentemente alta probabilidad que sugiere la observación", dice Samsing.

Se necesitan tres para el tango

Una posible respuesta se encontraría en el entorno hostil en los centros de las galaxias que albergan un agujero negro gigante millones de veces la masa del sol y rodeado por un disco de gas plano y giratorio. "En estos entornos, la velocidad y la densidad típicas de los agujeros negros son tan altas que los agujeros negros más pequeños rebotan como en un juego gigante de billar y los binarios circulares anchos no pueden existir", señala el profesor coautor Bence Kocsis de la Universidad de Oxford. Pero como argumentó el grupo, un agujero negro gigante no es suficiente.

"Nuevos estudios muestran que el disco de gas juega un papel importante en la captura de agujeros negros más pequeños, que con el tiempo se mueven más cerca del centro y también más cerca entre sí. Esto no solo implica que se encuentran y forman pares, sino también que tal par podría interactuar con otro tercer agujero negro, lo que a menudo conduce a un tango caótico con tres agujeros negros volando", explica el astrofísico Hiromichi Tagawa de la Universidad de Tohoku, coautor del estudio. Sin embargo, todos los estudios previos hasta la observación de GW190521 indicaron que la formación de fusiones excéntricas de agujeros negros es relativamente rara. Esto naturalmente plantea la pregunta: ¿Por qué la ya inusual fuente de ondas gravitacionales GW190521 también se fusionó en una órbita excéntrica?

Billar de agujero negro bidimensional

Todo lo que se ha calculado hasta ahora se basó en la noción de que las interacciones de los agujeros negros se están produciendo en tres dimensiones, como era de esperar en la mayoría de los sistemas estelares considerados hasta ahora. "Pero luego comenzamos a pensar en qué sucedería si las interacciones de los agujeros negros tuvieran lugar en un disco plano, que está más cerca de un entorno bidimensional. Sorprendentemente, encontramos en este límite que la probabilidad de formar una fusión excéntrica aumenta hasta 100 veces, lo que lleva a que aproximadamente la mitad de todas las fusiones de agujeros negros en tales discos sean posiblemente excéntricas", dice Johan Samsing y continúa: "Y ese descubrimiento encaja increíblemente bien con la observación en 2019, que en general ahora apunta en la dirección de que las propiedades espectaculares de

esta fuente no volverían a ser tan extrañas, si se creara en un disco de gas plano que rodea un agujero negro supermasivo". en un núcleo galáctico". Esta posible solución también se suma a un problema de un siglo de antigüedad en la mecánica.

"La interacción entre tres objetos es uno de los problemas más antiguos de la física, que tanto Newton como yo mismo y otros hemos estudiado intensamente. Ahora parece jugar un papel crucial en cómo los agujeros negros se fusionan en algunos de los lugares más extremos de nuestro planeta". universo es increíblemente fascinante", dice el coautor Nathan W. Leigh, profesor de la Universidad de Concepción, Chile.

Agujeros negros en discos gaseosos

La teoría del disco de gas también encaja con las explicaciones de otros investigadores sobre las otras dos propiedades desconcertantes de GW190521. Las grandes masas del agujero negro han sido alcanzadas por fusiones sucesivas dentro del disco, mientras que la emisión de luz podría proceder del gas ambiente. "Ahora hemos demostrado que puede haber una gran diferencia en las señales emitidas por los agujeros negros que se fusionan en discos bidimensionales planos, en comparación con las que a menudo consideramos en los sistemas estelares tridimensionales, lo que nos dice que ahora tenemos un extra. herramienta que podemos usar para aprender cómo se crean y se fusionan los agujeros negros en nuestro universo", dice Samsing. Pero este estudio es sólo el comienzo.

"La gente ha estado trabajando para comprender la estructura de tales discos de gas durante muchos años, pero el problema es difícil. Nuestros resultados son sensibles a qué tan plano es el disco y cómo se mueven los agujeros negros en él. El tiempo dirá si lo lograremos". aprenda más sobre estos discos, una vez que tengamos una población más grande de fusiones de agujeros negros, incluidos casos más inusuales similares a GW 190521. Para permitir esto, debemos construir sobre nuestro descubrimiento ahora publicado y ver a dónde nos lleva en este nuevo y emocionante campo. ", concluye el coautor Zoltan Haiman.

Referencias

[1] *Black hole billiards in the centers of galaxies may explain black hole mergers*, Phys.org news. URL: <https://phys.org/news/2022-03-black-hole-billiards-centers-galaxies.html>

[2] Johan Samsing, *AGN as potential factories for eccentric black hole mergers*, Nature (2022). DOI: [10.1038/s41586-021-04333-1](https://doi.org/10.1038/s41586-021-04333-1). www.nature.com/articles/s41586-021-04333-1

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A47. Hacia la computación y comunicación cuánticas con el europio

[Editar](#)

Europio y luz: una plataforma innovadora para la computación y comunicación cuánticas

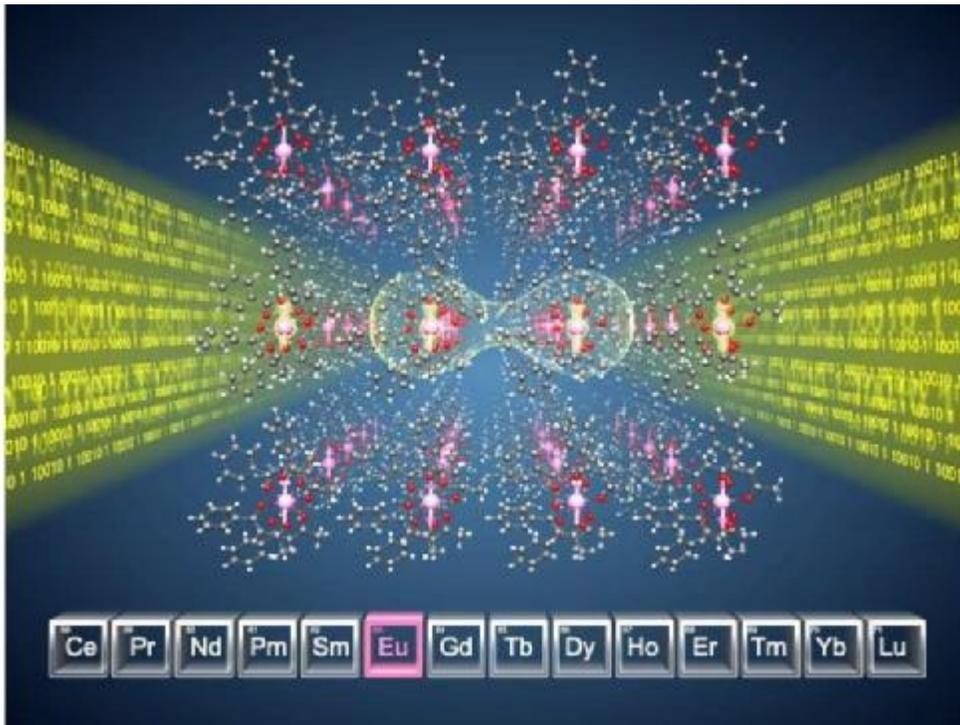


Figura 1. Ilustración que representa una computadora cuántica usando un cristal molecular de europio. Crédito: Christian Grupe.

La capacidad de interactuar con la luz proporciona funcionalidades importantes para los sistemas cuánticos, como la comunicación a grandes distancias, una capacidad clave para las futuras computadoras cuánticas. Sin embargo, es muy difícil encontrar un material que pueda explotar al máximo las propiedades cuánticas de la luz. Un equipo de investigación del CNRS y l'Université de Strasbourg, con el apoyo de Chimie ParisTech-

PSL y en colaboración con equipos alemanes de KIT, ha demostrado el potencial de un nuevo material basado en tierras raras como sistema cuántico fotónico. Los resultados, que se publicaron el 9 de marzo de 2022 en Nature, muestran el potencial de los cristales moleculares de europio para memorias cuánticas y ordenadores cuánticos.

Si bien las tecnologías cuánticas prometen una revolución en el futuro, siguen siendo complejas de implementar. Por ejemplo, los sistemas cuánticos que pueden interactuar con la luz para crear funcionalidades de procesamiento para la información y la comunicación a través de fibra óptica en particular, siguen siendo raros. Idealmente, dicha plataforma debe incluir una interfaz con luz y unidades de almacenamiento de información, es decir, una memoria. El procesamiento de información también debe ser posible dentro de estas unidades, que toman la forma de espín. El desarrollo de materiales que permitan un vínculo entre los espines y la luz a nivel cuántico ha resultado especialmente difícil.

Un equipo de científicos del CNRS y l'Université de Strasbourg, con el apoyo de Chimie ParisTech-PSL y en colaboración con equipos alemanes de KIT, ha demostrado con éxito el valor de los cristales moleculares de europio para comunicaciones y procesadores cuánticos, gracias a sus propiedades ultra- Transiciones ópticas estrechas que permiten interacciones óptimas con la luz. Estos cristales son el producto combinado de dos sistemas que ya se utilizan en la tecnología cuántica: iones de tierras raras (como el europio) y sistemas moleculares. Los cristales de tierras raras son conocidos por sus excelentes propiedades ópticas y de espín, pero su integración en dispositivos fotónicos es compleja. Los sistemas moleculares generalmente carecen de espines (una unidad de almacenamiento o computación) o, por el contrario, presentan líneas ópticas que son demasiado anchas para establecer un vínculo confiable entre los espines y la luz.

Los cristales moleculares de europio representan un gran avance, ya que tienen anchos de línea ultraestrechos. Esto se traduce en estados cuánticos de larga duración, que se utilizaron para demostrar el almacenamiento de un pulso de luz dentro de estos cristales moleculares. Además, se ha obtenido un primer bloque de construcción para un ordenador cuántico controlado por luz. Este nuevo material para tecnologías cuánticas ofrece propiedades nunca antes vistas y allana el camino para nuevas arquitecturas para computadoras y memorias cuánticas en las que la luz jugará un papel central. Los resultados también abren amplias perspectivas para la investigación gracias a la gran cantidad de compuestos moleculares que se pueden sintetizar.

Referencias

[1] *Europium and light: An innovative platform for quantum computers and communications*

by CNRS. *Phys.org news*. URL: <https://phys.org/news/2022-03-europium-platform-quantum.html>

[2] Philippe Goldner, *Ultra-narrow Optical Linewidths in Rare-Earth Molecular Crystals*, *Nature* (2022). DOI: [10.1038/s41586-021-04316-2](https://doi.org/10.1038/s41586-021-04316-2).

www.nature.com/articles/s41586-021-04316-2

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A48. El excéntrico púlsar PSR J0955–6150

[Editar](#)

El estudio arroja más luz sobre la naturaleza del púlsar de milisegundos PSR J0955–6150 por Tomasz Nowakowski, para Phys.org.

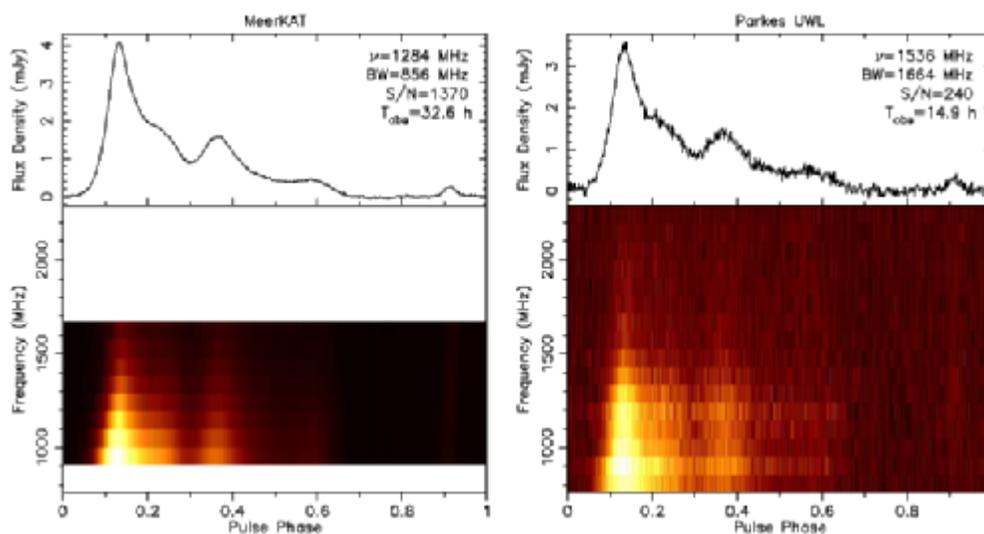


Figura 1. PSR J0955–6150: perfiles de intensidad total calibrados por flujo elaborados a partir de observaciones realizadas con los radiotelescopios MeerKAT (gráfico de la izquierda) y Parkes (gráfico de la derecha). Crédito: Serylak et al., 2022.

Un equipo internacional de astrónomos ha realizado observaciones de tiempo de un púlsar excéntrico de milisegundos conocido como PSR J0955–6150. Los resultados de la campaña de observación, publicados el 1 de marzo en el servidor de preimpresión arXiv, brindan información importante sobre la naturaleza de este objeto.

Los púlsares de rotación más rápida, aquellos con períodos de rotación inferiores a 30 milisegundos, se conocen como púlsares de milisegundos (MSP). Se supone que se forman en sistemas binarios cuando el componente inicialmente más masivo se convierte en una estrella de neutrones que luego gira debido a la acumulación de materia de la estrella secundaria.

Descubierto en 2015 por el radiotelescopio Parkes, PSR J0955–6150 es un MSP con un período de giro de 1,99 ms. Como la mayoría de los MSP, este púlsar es parte de un sistema binario con una estrella presumiblemente enana blanca de helio (He WD). El binario tiene un período orbital de aproximadamente 24,58 días y una excentricidad orbital relativamente alta, a un nivel de 0,12. Por lo tanto, PSR J0955–6150 se clasificó como un MSP excéntrico (eMSP) y resulta ser uno de los más excéntricos de los eMSP conocidos con He WD.

Un grupo de astrónomos dirigido por Maciej Serylak de la Universidad de Western Cape en Ciudad del Cabo, Sudáfrica, decidió investigar PSR J0955–6150 con radiotelescopios Parkes y MeerKAT, con la esperanza de obtener más información sobre la naturaleza de este púlsar, que también podría mejorar nuestra comprensión de la población de eMSP que albergan enanas blancas de helio. "PSR J0955-6150 es miembro de una clase enigmática de sistemas excéntricos MSP+He WD (eMSP), cuya evolución binaria no se comprende bien y se cree que es sorprendentemente diferente a la de los sistemas tradicionales MSP+He WD en órbitas circulares". explicaron los investigadores.

El estudio reveló una fuerte evolución de la frecuencia de la intensidad de este púlsar, con un índice espectral de densidad de flujo de $-3,13$. Resulta que PSR J0955–6150 se encuentra a unos 13 000 años luz de distancia de la Tierra y su movimiento propio es relativamente pequeño: solo 0,2 mas/año. Se encontró que el púlsar tiene una masa de aproximadamente 1,71 masas solares, mientras que la masa de la estrella compañera es de aproximadamente 0,25 masas solares. La inclinación orbital del sistema se midió en 83,2 grados. Los astrónomos notaron que, si bien la masa del púlsar es típica de los eMSP, la masa del compañero He WD es significativamente menor de lo esperado. Hicieron hincapié en que ninguna de las hipótesis conocidas actualmente puede explicar bien la baja masa del compañero de PSR J0955–6150 y su desalineación orbital.

"Esto significa que la formación de eMSP sigue siendo un gran rompecabezas de la evolución estelar binaria cercana", escribieron los investigadores. Ven la baja masa del

compañero de PSR J0955–6150 como una pista importante, pero difícil de interpretar, sobre la formación poco conocida de eMSP.

Referencias

[1] *Study sheds more light on the nature of millisecond pulsar PSR J0955–6150*, by Tomasz Nowakowski, Phys.org. URL: <https://phys.org/news/2022-03-nature-millisecond-pulsar-psr-j09556150.html>

[2] *The eccentric millisecond pulsar, PSR J0955–6150 I: Pulse profile analysis, mass measurements and constraints on binary evolution*, by M. Serylak, V. Venkatraman Krishnan, P. C. C. Freire, T. M. Tauris, M. Kramer, M. Geyer, A. Parthasarathy, M. Bailes, M. C. i Bernadich, S. Buchner, M. Burgay, F. Camilo, A. Karastergiou, M. E. Lower, A. Possenti, D. J. Reardon, R. M. Shannon, R. Spiewak, I. H. Stairs, W. van Straten, available at: [arXiv:2203.00607 \[astro-ph.HE\]](https://arxiv.org/abs/2203.00607)

Artículo traducido y editado por: Juan F. González

A49. ¿Cómo hablar a los extraterrestres?

¿Cómo deberíamos comunicarnos con los extraterrestres?



Figura 1. El astrofísico de Harvard Avi Loeb está trabajando en un documental con el productor de la película de ciencia ficción de 2016 "Arrival". En esta escena de

"Arrival", una lingüista (interpretada por Amy Adams) intenta comunicarse con extraterrestres que han llegado a la Tierra. Crédito: Jan Thijs 2016 Paramount Pictures.

En la película de 1977 de Steven Spielberg "Encuentros en la tercera fase", los extraterrestres se comunican con los humanos a través de una pegadiza secuencia de cinco notas. En el éxito de taquilla de Spielberg de 1982 "E.T.", un diminuto extraterrestre aprende inglés básico de un programa de televisión para niños. Más recientemente, en "Arrival" de 2016, los visitantes con forma de calamar usan pictogramas para hacerse entender por los científicos estadounidenses que manejan pizarras con palabras.

Pero, ¿qué pasaría realmente si hiciéramos contacto directo con una especie alienígena? ¿Cómo reconoceríamos o interpretaríamos su inteligencia y qué diríamos? Esas fueron solo algunas de las preguntas discutidas durante una amplia conversación el lunes por la tarde patrocinada por la Iniciativa Interfacultad de Comportamiento Mente Cerebro de Harvard y moderada por Edward J. Hall, Profesor de Filosofía Norman E. Vuilleumier.

Utilizando "Arrival" como trampolín, los panelistas Jesse Snedeker, profesor de psicología y experto en comprensión del lenguaje, y Avi Loeb, astrofísico y autor de "Extraterrestrial: The First Signs of Intelligent Life Beyond Earth" (2021), examinaron el potencial desafíos que podríamos enfrentar. Loeb, el profesor de ciencia Frank B. Baird Jr., ha argumentado durante mucho tiempo que la búsqueda de vida extraterrestre debería tomarse más en serio en los círculos científicos. Dijo que hay una variedad de factores a considerar si nos encontramos con una raza alienígena. (El libro de Loeb sugiere que una roca espacial con forma de panqueque que se mueve rápidamente y que los astrónomos llamaron Oumuamua en 2017 podría ser en realidad una pieza de tecnología interestelar).

Primero, los humanos deben tratar de conquistar su sentido de que están en "el pináculo de la creación" y, en cambio, comprender que probablemente estén "en algún lugar en el medio de la distribución de inteligencias en la galaxia de la Vía Láctea", dijo Loeb, director fundador de Iniciativa del Agujero Negro de Harvard. Los habitantes de la Tierra también deben tener en cuenta la "brecha tecnológica" que probablemente existirá entre la raza humana y un mensajero de más allá del sistema solar. (Dicho mensajero, dijo, probablemente llegaría en forma de un objeto de inteligencia artificial capaz de hacer un viaje que duraría millones o incluso miles de millones de años). Dada la posible gran brecha de conocimiento, también debemos estar preparados para la posibilidad de

que los extraterrestres no quieran comunicarse con todos nosotros, dijo Loeb, así como no tenemos ningún deseo de comunicarnos "con hormigas en la acera".

Aún así, si somos capaces de participar directamente como lo hacen los científicos de "Llegada", el desafío es cómo. Tal proceso diferiría mucho de la búsqueda de vida extraterrestre en años pasados, dijo Loeb, cuando la gente imaginaba que cualquier contacto probablemente vendría en forma de señales de radio de extraterrestres, que pueden haber tardado miles de años en llegar. "Sin embargo, si tiene un visitante en su patio trasero, es mejor que sepa lo que está haciendo", dijo, y agregó que "podríamos necesitar nuestros propios sistemas de IA para ayudarnos a interpretar sus sistemas de IA". Un desafío potencial para comunicarse con extraterrestres es la posibilidad de que tales seres no posean un sistema conceptual similar al nuestro, dijo Snedeker. Para ilustrar, usó el ejemplo de cómo los niños aprenden el lenguaje. "Cuando los niños escuchan una oración como 'El gato está en el tapete', tienen conceptos más o menos como gatos, más o menos como tapetes y más o menos como relaciones espaciales", dijo. En "Arrival", la actriz Amy Adams, que interpreta a una lingüista, trata de recrear la "situación de aprendizaje del lenguaje infantil" con los extraterrestres ofreciendo palabras básicas para describir personas y acciones, todo mientras asume que la "conceptualización" de los extraterrestres es "razonablemente similar" al nuestro, dijo Snedeker.

Pero si esos conceptos "no estuvieran disponibles para esa otra especie, no está claro a qué corresponderían esas palabras", dijo. Aún así, Snedeker dijo que es optimista de que podríamos compartir algunas construcciones de amplio nivel con extraterrestres inteligentes que también podrían ser producto de la evolución biológica. "Tengo la esperanza de que tengamos suficiente en común con sus estructuras conceptuales", dijo, y agregó que "la comprensión incompleta sigue siendo comprensión hasta cierto punto. Si tuviéramos conceptos ligeramente diferentes a los de ellos o incluso sustancialmente diferentes, [todavía] podría recorrer un largo camino hacia la comprensión". Loeb, que está trabajando en un documental con el productor de "Arrival", dice que permanecer al margen de la búsqueda de vida inteligente más allá de nuestro sistema solar es miope. "Sabemos que las estrellas se formaron antes que el sol por miles de millones de años. Sabemos que tienen planetas como la Tierra a su alrededor, por lo que el entorno que tenemos no es raro", dijo. Pero encontrar evidencia de vida extraterrestre requiere el tipo de financiamiento y apoyo otorgado a proyectos a gran escala como la búsqueda de ondas gravitacionales cósmicas o materia oscura. "Dado el interés del público en el

tema, las implicaciones que tendrá para el futuro de la humanidad, creo que en realidad no es inteligente en nombre de la comunidad científica no participar en una búsqueda".

Referencias

[1] *How to talk to extraterrestrials*, by Colleen Walsh, Harvard University. Phys.org news, URL: <https://phys.org/news/2022-03-extraterrestrials.html>

Artículo editado y traducido por: Juan F. González.

A50. Matemáticas y gravitación cuántica

[Editar](#)

Mathematical discovery could shed light on quantum gravity
by Joshua Worth, Chalmers University of Technology



Figura 1. Crédito: Chalmers University of Technology / Yen Strandqvist.

¿Cómo se puede unificar la teoría de la gravedad de Einstein con la mecánica cuántica? Es un desafío que podría darnos una visión profunda de fenómenos como los agujeros negros y el nacimiento del universo. Ahora, un nuevo artículo en *Nature Communications*, escrito por investigadores de la Universidad Tecnológica de Chalmers, Suecia, y el MIT, EE. UU., presenta resultados que arrojan nueva luz sobre importantes desafíos en la comprensión de la gravedad cuántica.

Un gran desafío en la física teórica moderna es encontrar una "teoría unificada" que

pueda describir todas las leyes de la naturaleza dentro de un solo marco, conectando la teoría general de la relatividad de Einstein, que describe el universo a gran escala, y la mecánica cuántica, que describe nuestro mundo a nivel atómico. Tal teoría de la "gravedad cuántica" incluiría una descripción tanto macroscópica como microscópica de la naturaleza.

"Nos esforzamos por comprender las leyes de la naturaleza y el lenguaje en el que están escritas son las matemáticas. Cuando buscamos respuestas a preguntas en física, a menudo también nos llevan a nuevos descubrimientos en matemáticas. Esta interacción es particularmente prominente en la búsqueda de la ciencia cuántica". gravedad, donde es extremadamente difícil realizar experimentos", explica Daniel Persson, profesor del Departamento de Ciencias Matemáticas de la Universidad Tecnológica de Chalmers. Un ejemplo de un fenómeno que requiere este tipo de descripción unificada son los agujeros negros. Un agujero negro se forma cuando una estrella lo suficientemente pesada se expande y colapsa bajo su propia fuerza gravitacional, de modo que toda su masa se concentra en un volumen extremadamente pequeño. La descripción de la mecánica cuántica de los agujeros negros aún está en pañales, pero involucra matemáticas avanzadas espectaculares.

Un modelo simplificado para la gravedad cuántica

"El desafío es describir cómo surge la gravedad como un fenómeno 'emergente'. Así como los fenómenos cotidianos, como el flujo de un líquido, surgen de los movimientos caóticos de las gotas individuales, queremos describir cómo surge la gravedad del sistema mecánico cuántico en el nivel microscópico", dice Robert Berman, profesor del Departamento de Ciencias Matemáticas de la Universidad Tecnológica de Chalmers. En un artículo publicado recientemente en la revista Nature Communications, Daniel Persson y Robert Berman, junto con Tristan Collins del MIT en los EE. UU., mostraron cómo la gravedad emerge de un sistema mecánico cuántico especial en un modelo simplificado de gravedad cuántica llamado principio holográfico. Esencialmente, el principio holográfico dice que una teoría que explicara el universo bastaría con describirse sobre la frontera o "paredes" de éste. Hay diversas formulaciones de este principio, sin embargo. En una de ellas, se describe un Universo de tipo anti-de Sitter (con una gravitación reforzada por el denominado término cosmológico) describiéndose equivalentemente como una teoría cuántica de campos conforme, sin gravedad, en las fronteras de dicho espacio-tiempo. Esta conjetura de Juan Maldacena sigue sin ser totalmente demostrada, pero ha sido generalizada en diferentes casos, y usada por varios

investigadores, incluso en teorías de campos fuertemente interactuantes. El Universo en el que vivimos no es anti-de Sitter, con constante cosmológica negativa y gravitación reforzada por dicho término, sino de Sitter (el Universo se expande aceleradamente de forma positiva debido a la energía oscura, según los datos de 1998 y posteriores confirmaciones). La dualidad o holografía en espacios de tipo de Sitter es un tema de investigación actual complejo.

"Usando técnicas de las matemáticas que he investigado antes, logramos formular una explicación de cómo emerge la gravedad por el principio holográfico, de una manera más precisa que antes", explica Robert Berman.

Ondas de energía oscura

El nuevo artículo también puede ofrecer una nueva visión de la misteriosa energía oscura. En la teoría general de la relatividad de Einstein, la gravedad se describe como un fenómeno geométrico. Así como una cama recién hecha se curva bajo el peso de una persona, los objetos pesados pueden doblar la forma geométrica del universo. Pero según la teoría de Einstein, incluso el espacio vacío, el "estado de vacío" del universo, tiene una rica estructura geométrica. Si pudiera acercarse y mirar este vacío a nivel microscópico, vería fluctuaciones u ondas mecánicas cuánticas, conocidas como energía oscura. Es esta misteriosa forma de energía la que, desde una perspectiva más amplia, es responsable de la expansión acelerada del universo.

Este nuevo trabajo puede conducir a nuevos conocimientos sobre cómo y por qué surgen estas ondas mecánicas cuánticas microscópicas, así como la relación entre la teoría de la gravedad de Einstein y la mecánica cuántica, algo que ha eludido a los científicos durante décadas. "Estos resultados abren la posibilidad de probar otros aspectos del principio holográfico, como la descripción microscópica de los agujeros negros. También esperamos poder utilizar estas nuevas conexiones en el futuro para abrir nuevos caminos en las matemáticas", dice Daniel Persson. "Geometría emergente de Sasaki-Einstein y AdS/CFT" se publica en *Nature Communications*.

Referencias

[1] *Mathematical discovery could shed light on quantum gravity*, by Joshua Worth, Chalmers University of Technology. Phys.org news. URL: <https://phys.org/news/2022-03-mathematical-discovery-quantum-gravity.html>

[2] Robert J. Berman et al., *Emergent Sasaki-Einstein geometry and AdS/CFT*, Nature Communications (2022). DOI: [10.1038/s41467-021-27951-9](https://doi.org/10.1038/s41467-021-27951-9)

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A51. Zhurong: más evidencias de agua en Marte

[Editar](#)

Zhurong encuentra más indicios de la presencia de agua en Marte



Figura 1. Vehículo explorador, o rover, Zhurong en la superficie de Marte, junio de 2021. Crédito: YunnanGuy/Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0.

Un equipo de investigadores afiliados a múltiples instituciones en China, Canadá y Alemania, ha encontrado datos del rover chino Zhurong en Marte durante sus primeros 60 soles, que muestran evidencia de erosión eólica y posiblemente también impactos de erosión hídrica. En su artículo publicado en la revista Nature Geoscience, discuten lo que han encontrado hasta ahora.

El rover de Marte Zhurong de China ha estado en la superficie de Marte desde mayo del año pasado. Durante ese tiempo, ha rodado aproximadamente 450 metros en el transcurso de 60 días marcianos (soles). Recientemente, el equipo que trabaja con Zhurong hizo públicos los datos del rover. En este nuevo esfuerzo, los investigadores han estado estudiando los datos enviados para aprender más sobre lo que han encontrado.

Zhurong se desplegó en la Utopía Planitia del planeta, una llanura volcánica situada en el hemisferio norte. Es un sitio que algunos han sugerido que probablemente alguna vez estuvo cubierto de agua. Los datos de las cámaras del rover mostraron que la parte de la llanura donde Zhurong ha estado rodando es generalmente bastante plana, con muy pocas rocas. Y los datos de las ruedas mostraron que la superficie debajo del rover está cubierta con pequeñas rocas no redondas. Zhurong también ha estado recolectando muestras de suelo mientras deambula; hasta ahora, la composición del suelo en el área es similar a la recolectada por los rovers en otras partes del planeta. Los datos de las imágenes también han mostrado que las pequeñas rocas tienen surcos grabados que parecen deberse a la erosión del viento. También encontraron alguna evidencia de descamación en algunas de las rocas, posible evidencia de erosión hídrica.

Los investigadores también encontraron evidencia de mega ondas en la superficie, características formadas por el viento, similares a las dunas de arena en la Tierra. Descubrieron que las ondas aparecían como rayas brillantes cuando se veían desde una nave en órbita. Teorizan que la razón por la que las ondas parecen tan brillantes es porque han sido cubiertas por una capa muy delgada de polvo. Si ese fuera el caso, señalan, sugeriría que el viento que había formado las ondas ya no estaba presente.

Referencias

[1] *Data from Mars rover Zhurong shows evidence of wind, and possibly water, erosion* by Bob Yirka , Phys.org. URL: <https://phys.org/news/2022-03-mars-rover-zhurong-evidence-possibly.html>

[2] L. Ding et al, *Surface characteristics of the Zhurong Mars rover traverse at Utopia Planitia*, Nature Geoscience (2022). DOI: [10.1038/s41561-022-00905-6](https://doi.org/10.1038/s41561-022-00905-6)

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A52. La materia oscura: una asignatura transdisciplinar

[Editar](#)

La materia oscura se encuentra con la física atómica, molecular y óptica

Rafael F. Lang Department of Physics and Astronomy, Purdue University, West Lafayette, IN, USA
March 9, 2022 • Physics 15, 32.

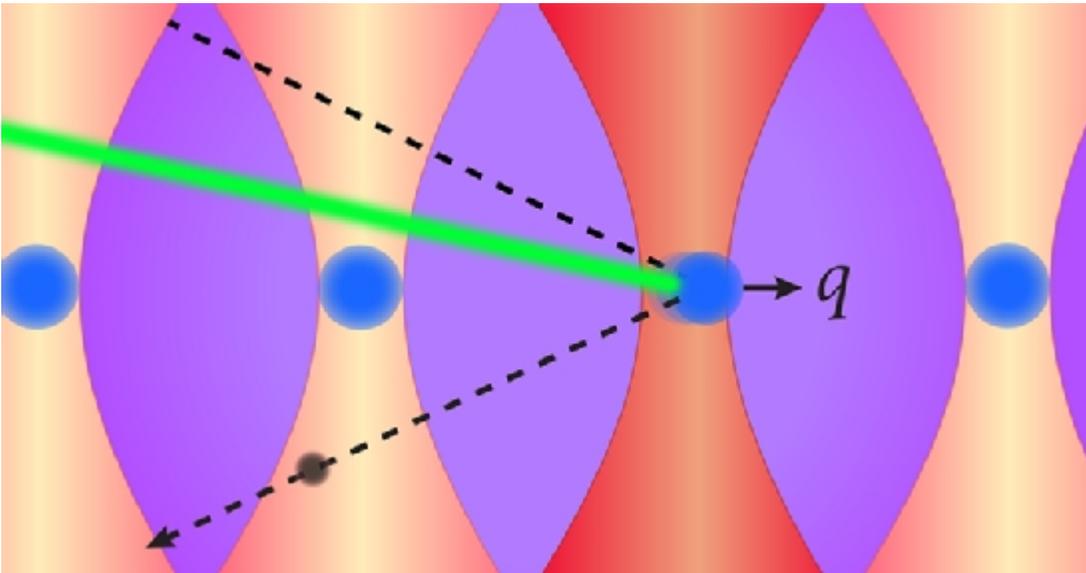


Figura 1. El esquema de detección de materia oscura propuesto por Afek y sus colaboradores consta de nanoesferas (azul) retenidas en trampas ópticas (roja). Si una partícula de materia oscura (negra) se dispersa de una nanoesfera, transfiere impulso (q) a la nanoesfera. Un rayo láser (verde) detecta el cambio en la posición de la nanoesfera causado por esta transferencia de momento.

Un método para detectar materia oscura utilizando diminutas esferas levitadas podría alcanzar una sensibilidad sin precedentes a las partículas más ligeras y livianas de materia oscura.

La materia oscura representa aproximadamente el 85% de la masa total del Universo, pero sus componentes siguen siendo desconocidos. Resolver este misterio requiere una amplia gama de experimentos que puedan detectar componentes de materia oscura con diferentes masas e interacciones. Ahora, Gadi Afek de la Universidad de Yale y sus colegas han propuesto un detector de laboratorio que es drásticamente diferente de los experimentos existentes [1]. El detector funciona midiendo el impulso impartido cuando las partículas de materia oscura se dispersan en esferas de escala nanométrica atrapadas ópticamente. Este enfoque proporciona una forma completamente nueva de buscar partículas de materia oscura clara con masas de hasta fracciones de la masa de un electrón. Durante décadas, los enfoques experimentales para detectar la materia oscura se han basado en la teoría. Las partículas hipotéticas llamadas partículas masivas de interacción débil (WIMP) fueron un subproducto de muchas teorías desarrolladas para extender el modelo estándar de la física de partículas. Los WIMP siguen siendo candidatos viables y bien motivados para la materia oscura con masas superiores a 1

GeV/c² (aproximadamente la masa de un protón). Otras partículas hipotéticas conocidas como axiones siguen siendo candidatas atractivas de materia oscura para un rango de masas por debajo de 100 meV/c².

Décadas de búsquedas de WIMP y axiones han resultado hasta ahora con las manos vacías. Sin embargo, en los próximos años veremos muchos experimentos, como ADMX [2], LZ [3] y XENONnT [4], con la sensibilidad para cubrir gran parte del espacio de parámetros esperado para estas partículas. Esta afirmación no es trivial: se necesitaron décadas de vigoroso desarrollo tecnológico para llegar a este punto. Pero, ¿y si la materia oscura no son WIMP o axiones? ¿Qué otras posibilidades existen y qué oportunidades surgen tanto para la construcción de modelos teóricos como para nuevos enfoques experimentales? Claramente, la importancia del problema de la materia oscura obliga a los científicos a evaluar otros conceptos y lanzar la red más amplia posible. Por ello, ha habido nuevas propuestas y nuevos experimentos que amplían la sensibilidad de detección a otras interacciones de materia oscura y rangos de masas. En particular, para los WIMP, los experimentos dedicados, incluidos SENSEI [5], CRESST [6] y SuperCDMS [7], buscan materia oscura en el rango de masa por debajo de unos pocos GeV/c². Estos experimentos utilizan detectores de partículas extremadamente sensibles, que van desde chips CCD hasta calorímetros criogénicos. También se han llevado a cabo trabajos preliminares, por ejemplo, en detectores que contienen helio superfluido que pueden discernir las pequeñas cantidades de vibraciones de la red cristalina generadas cuando una partícula de materia oscura golpea un núcleo atómico objetivo en el detector [8]. Todos estos métodos están optimizados para los umbrales de energía más bajos posibles, que son particularmente cruciales cuando se busca materia oscura por debajo de GeV/c².

El enfoque de Afek y colaboradores es radicalmente diferente (Fig. 1). En lugar de medir la energía impartida cuando la materia oscura se dispersa de un objetivo, los autores proponen detectar directamente el impulso transferido al objetivo. En lugar de usar detectores macroscópicos con una gran masa (típicamente, kilogramos o incluso toneladas métricas), sugieren usar esferas levitadas que tienen solo nanómetros de ancho. Y en lugar de usar detectores que se basen en métodos de física nuclear, proponen usar técnicas de física atómica, molecular y óptica. Las nanoesferas quedan atrapadas ópticamente por un láser. Luego, sus posiciones son leídas con alta precisión por un segundo láser que contiene luz comprimida, un estado de luz en el que un

componente del ruido cuántico es inferior a un límite fundamental llamado límite cuántico estándar. La propuesta particular requiere 10 dB de reducción de ruido cuántico en relación con el límite cuántico estándar, lo cual es un desafío, pero se ha demostrado en sistemas similares [9].

Los autores se dieron cuenta de que el tamaño de las nanoesferas atrapadas se puede ajustar para optimizar la sensibilidad del experimento a la materia oscura. Si una partícula de materia oscura clara se dispersa de una nanoesfera, la longitud de onda asociada con el impulso impartido puede ser mayor que la nanoesfera. En ese caso, el proceso de dispersión será coherente sobre toda la nanoesfera: la partícula de materia oscura interactuará con todos los nucleones (neutrones y protones) de la nanoesfera a la vez. La mecánica cuántica básica nos dice que la probabilidad de tal dispersión se calcula sumando las amplitudes individuales de dispersión de los nucleones de materia oscura para cada nucleón y luego elevando al cuadrado el resultado. Por lo tanto, la probabilidad de dispersión escala con el cuadrado del número de nucleones. Para una nanoesfera que contiene 10^6 nucleones, la probabilidad aumenta por un factor enorme (10^{12}). Este efecto, junto con la alta sensibilidad de lectura que ofrece la luz comprimida, explica la increíble promesa del método propuesto. Sin embargo, para que un experimento sea sensible a la materia oscura, no basta con poder detectar señales de materia oscura. Fundamentalmente, el experimento también debe ser capaz de suprimir o distinguir todos los fondos relevantes que de otro modo imitarían una señal de materia oscura. Afek y sus colegas hacen el mejor esfuerzo para estimar los antecedentes conocidos de sus nanoesferas levitadas. Encuentran que las interacciones entre las partículas de gas residual y las nanoesferas son tolerables en un vacío ultraalto que se puede lograr de forma rutinaria; que el ruido térmico es aceptable a temperaturas criogénicas moderadas; y que algunos otros fondos no deberían inundar una señal de materia oscura.

Los antecedentes limitarán la sensibilidad del experimento propuesto e impulsarán su diseño y operación. Por ejemplo, para mejorar la relación señal-ruido, el experimento deberá ampliarse a una gran variedad de nanoesferas. Sin embargo, las perspectivas son emocionantes. En caso de que se vean señales, su origen de materia oscura podría desenredarse de artefactos instrumentales u otros fondos a través de su espectro de momento y a través de su dependencia del material de la nanoesfera. Además, dado que la Tierra completa una rotación cada día, se espera que la dirección del impulso

impartido por la materia oscura muestre una modulación diaria, lo que sería una prueba irrefutable para la dispersión de la materia oscura. Queda por ver si todas estas expectativas son ciertas; el experimento propuesto no es fácil según ningún estándar, y los requisitos sobre la sensibilidad de la señal y el control de fondo son extremos. Sin embargo, los autores son parte de una comunidad pequeña pero creciente que busca métodos de detección innovadores, aprovechando el progreso de la física atómica, molecular y óptica para abordar el problema de la materia oscura [10]. Los próximos años serán muy emocionantes. Mientras que los experimentos convencionales están probando las regiones más prometedoras de los espacios de parámetros de WIMP y axiones, se están proponiendo esquemas de detección completamente nuevos, con mejoras potencialmente transformadoras para la sensibilidad de los experimentos a la materia oscura.

Referencias

- [0] Artículo original, titulado: *Dark Matter Meets Atomic, Molecular, and Optical Physics*, by Rafael F. Lang, Department of Physics and Astronomy, Purdue University, West Lafayette, IN, USA. March 9, 2022• Physics 15, 32. URL: <https://physics.aps.org/articles/v15/32>
- [1] G. Afek et al., “Coherent scattering of low mass dark matter from optically trapped sensors,” Phys. Rev. Lett. 128, 101301 (2022).
- [2] T. Braine et al. (ADMX Collaboration), “Extended search for the invisible axion with the Axion Dark Matter Experiment,” Phys. Rev. Lett. 124, 101303 (2020).
- [3] D. S. Akerib et al. (LUX-ZEPLIN Collaboration), “Projected WIMP sensitivity of the LUX-ZEPLIN dark matter experiment,” Phys. Rev. D 101, 052002 (2020).
- [4] E. Aprile et al., “Projected WIMP sensitivity of the XENONnT dark matter experiment,” J. Cosmol. Astropart. Phys. 2020, 031 (2020).
- [5] L. Barak et al. (SENSEI Collaboration), “SENSEI: Direct-detection results on sub-GeV dark matter from a new Skipper CCD,” Phys. Rev. Lett. 125, 171802 (2020).

[6] A. H. Abdelhameed et al. (CRESST Collaboration), “First results from the CRESST-III low-mass dark matter program,” Phys. Rev. D 100, 102002 (2019).

[7] R. Agnese et al., “First dark matter constraints from a SuperCDMS single-charge sensitive detector,” Phys. Rev. Lett. 121, 051301 (2018).

[8] S. A. Lyon et al., “Single phonon detection for dark matter via quantum evaporation and sensing of ^3He ,” arXiv:2201.00738.

[9] L. Magrini et al., “Squeezed light from a levitated nanoparticle at room temperature,” arXiv:2202.09322.

[10] D. Carney et al., “Mechanical quantum sensing in the search for dark matter,” Quantum Sci. Technol. 6, 024002 (2021).

Sobre el autor original del artículo: Rafael Lang is a professor of physics and astronomy at Purdue University, Indiana. He obtained his Ph.D. working on the CRESST dark matter search at the Max Planck Institute for Physics, Germany. He then joined the XENON Collaboration, first as a postdoctoral researcher at Columbia University and then at Purdue. He chairs the Supernova Early Warning System, which looks for neutrinos from a Galactic supernova. He recently founded the Windchime Collaboration, which uses a large array of mechanical accelerometers to search for dark matter particles with masses near the Planck mass (about 10^{19} GeV/ c^2) through their gravitational interactions alone. Traducción: Rafael Lang es profesor de física y astronomía en la Universidad de Purdue, Indiana. Obtuvo su Ph.D. trabajando en la búsqueda de materia oscura CRESST en el Instituto Max Planck de Física, Alemania. Luego se unió a XENON Collaboration, primero como investigador postdoctoral en la Universidad de Columbia y luego en Purdue. Preside el Sistema de alerta temprana de supernovas, que busca neutrinos de una supernova galáctica. Recientemente fundó Windchime Collaboration, que utiliza una gran variedad de acelerómetros mecánicos para buscar partículas de materia oscura con masas cercanas a la masa de Planck (alrededor de 10^{19} GeV/ c^2) solo a través de sus interacciones gravitatorias.

Artículo traducido y editado por: Juan F. González

A53. Nuevo impulso a la investigación sobre neutrinos solares

[Editar](#)

La detección de neutrinos solares recibe un impulso

3 de marzo de 2022 • Física 15, s2.



Figura 1. Imagen artística de la emisión y aspecto del sol con neutrinos emitidos desde su núcleo.

Un nuevo método de medición permite a los investigadores obtener información direccional sobre los neutrinos solares de baja energía, algo que antes era difícil de hacer.

Los científicos monitorean los neutrinos solares, producidos por la fusión nuclear en el Sol, para obtener información sobre los procesos que ocurren en el núcleo del Sol. Para detectar neutrinos solares, los físicos suelen utilizar dos tipos de detectores, uno que tiene sensibilidad direccional (puede decir de dónde provienen los neutrinos) y otro que tiene mejor sensibilidad energética (puede registrar neutrinos de menor energía).

Ahora, al combinar las fortalezas de estos dos detectores, el equipo detrás del detector Borexino ha demostrado que Borexino puede tener ambas capacidades [1, 2]. Sus mediciones indican que Borexino puede registrar tanto las energías como las trayectorias de los neutrinos por debajo de 1 MeV.

Los dos tipos más comunes de detectores de neutrinos solares son el detector Cherenkov de agua y el detector de centelleo líquido. Los detectores Cherenkov de agua captan

neutrinos a través de la radiación Cherenkov electromagnética de su interacción con los electrones en el agua. Las propiedades de esta radiación dependen de la dirección, lo que hace que la técnica sea excelente para reconstruir las trayectorias de los neutrinos. Pero los detectores Cherenkov de agua suelen tener una baja sensibilidad a los neutrinos MeV, lo que los hace inútiles para estudiar neutrinos de baja energía. Los detectores de centelleo líquido detectan emisiones de neutrinos similares, pero utilizan un aceite dopado con un centelleador. Ese dopaje da como resultado un corte de energía mucho más bajo, alrededor de 0,2 MeV. Pero este tipo de detector no es sensible a la información direccional de los neutrinos, algo que ahora ha resuelto Borexino Collaboration.

El equipo desarrolló un método para analizar datos de un centelleador líquido que les permite desentrañar la dependencia direccional de la señal de neutrino. El método consiste en comparar la distribución acumulativa de la radiación detectada de muchos neutrinos con la de una simulación. El equipo de Borexino planea usar su método para estudiar con mayor detalle los neutrinos solares de baja energía. También esperan aprender más sobre la naturaleza fundamental de los neutrinos, un misterio que aún elude a los físicos de partículas.

–Katie McCormick.

Katie McCormick es una escritora científica independiente con sede en Seattle, Washington.

Referencias

[0] Artículo fuente original: *Solar-Neutrino Detection Gets a Boost*. March 3, 2022• Physics 15, s25. Katie McCormick. URL: <https://physics.aps.org/articles/v15/s25>

[1] M. Agostini et al. (Borexino Collaboration), “First directional measurement of sub-MeV solar neutrinos with Borexino,” *Phys. Rev. Lett.* 128, 091803 (2022).

[2] M. Agostini et al. (Borexino Collaboration), “Correlated and integrated directionality for sub-MeV solar neutrinos in Borexino,” *Phys. Rev. D* 105, 052002 (2022).

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A54. Superfluido y condensado de Bose-Einstein

[Editar](#)

Cómo un superfluido se transforma en condensado de Bose-Einstein

(How a Superfluid Becomes a Bose-Einstein Condensate)

8 de Marzo, 2022 • Physics 15, s33.

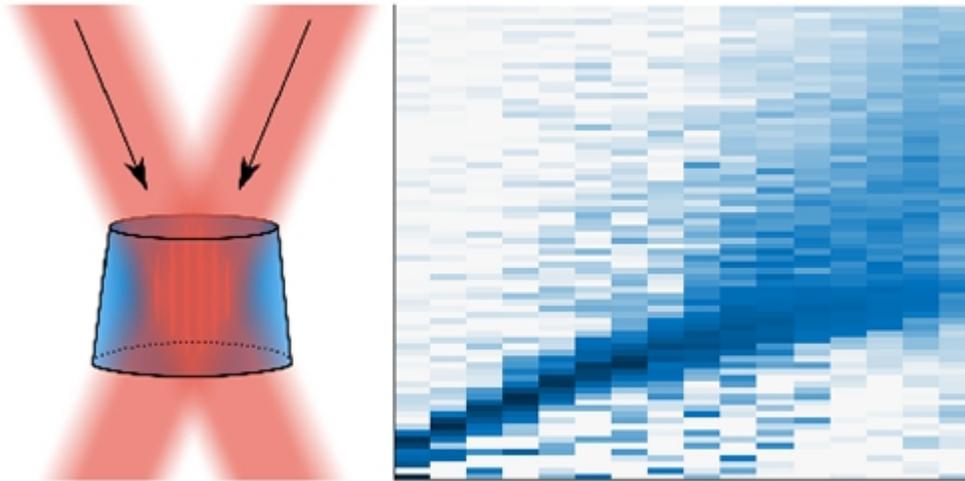


Figura 1. Crédito H. Biss et al. [1]

Los investigadores han observado el espectro de un gas atómico ultrafrío que puede existir como un superfluido o un condensado de Bose-Einstein en un estudio que podría proporcionar pistas sobre la naturaleza de la superconductividad.

Los gases ultrafríos de los átomos fermiónicos ofrecen a los investigadores una forma de estudiar los fenómenos cuánticos de muchos cuerpos utilizando técnicas de medición de la física atómica y molecular. En un nuevo experimento, Hauke Biss de la Universidad de Hamburgo, Alemania, y sus colegas han utilizado un gas de este tipo para medir el espectro de excitación de un sistema cuántico de muchos cuerpos que experimenta una transición de un condensado de Bose-Einstein (BEC) a un estado Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS) superfluido [1]. Los resultados proporcionan datos de referencia importantes para las teorías de los gases de Fermi que interactúan fuertemente en entornos como las estrellas de neutrones y los superconductores no convencionales. El equipo atrapó un gas de átomos fermiónicos de litio-6 y, al sintonizar un campo magnético, varió la fuerza con la que interactuaban los átomos. Los átomos que interactúan débilmente produjeron un superfluido al formar pares de Cooper unidos de

forma relativamente flexible, de forma análoga a los pares de electrones en un superconductor convencional. Las interacciones más fuertes hicieron que cada átomo se acoplara a muchos de sus vecinos. Al aumentar aún más la energía de enlace, los átomos se emparejaron para formar bosones similares a moléculas estrechamente unidos, que se condensaron en un BEC. Para estudiar este "cruce BEC-BCS", el equipo utilizó láseres para generar excitaciones en el gas a diferentes fuerzas de interacción atómica. Los espectros de estas excitaciones cerca del cruce pueden proporcionar pistas sobre la naturaleza de la superconductividad, pero hasta ahora no se ha explorado en gran medida. Los investigadores encontraron que el espectro medido coincidía con la teoría en los regímenes BEC y de cruce, exhibiendo una característica llamada brecha superfluida, un rango de energía en el que no pueden ocurrir excitaciones. Hacia el régimen BCS, sin embargo, las mediciones y la teoría divergieron. Biss y sus colegas dicen que la discrepancia podría ayudar a los investigadores a mejorar las teorías de los superfluidos fuertemente correlacionados, por ejemplo, al incluir una descripción consistente de las excitaciones de los agujeros de partículas que se forman como resultado de las fluctuaciones de energía de las partículas.

–Sophia Chen es una escritora científica independiente con sede en Columbus, Ohio.

Referencias

[0] *How a Superfluid Becomes a Bose-Einstein Condensate*, March 8, 2022• Physics 15, s33. Sophia Chen. Artículo fuente original en la URL: <https://physics.aps.org/articles/v15/s33>

[1] H. Biss et al., “Excitation spectrum and superfluid gap of an ultracold Fermi gas,” *Phys. Rev. Lett.* 128, 100401 (2022).

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A55. Kepler 16b: Un exoplaneta tipo ``Tatooine'' visto desde la Tierra

[Editar](#)

Kepler 16b: Un Tatooine desde la Tierra, artículo del Instituto SETI, NASA, Beth Johnson.

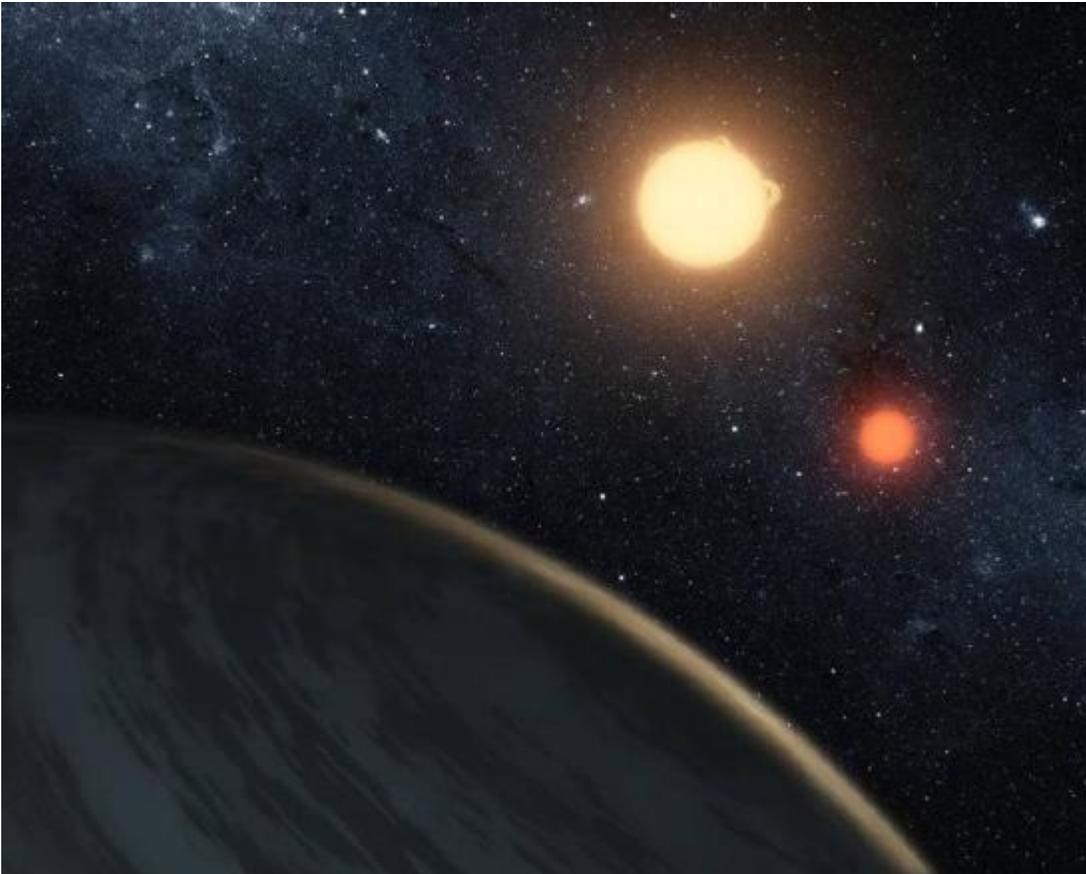


Figura 1. Impresión artística de Kepler-16b, el primer planeta conocido en orbitar definitivamente dos estrellas, lo que se llama un planeta circumbinario. El planeta, que se puede ver en primer plano, fue descubierto por la misión Kepler de la NASA. CRÉDITO: NASA/JPL-Caltech/T. PAGES.

Usando la velocidad radial, los astrónomos del telescopio de 193 centímetros en el Observatoire de Haute-Provence pudieron detectar el conocido exoplaneta Kepler-16b.

Resulta que es difícil tomar fotografías detalladas de los exoplanetas en este momento. En el mejor de los casos, obtienes una estrella bloqueada y un pequeño punto brillante al lado. Aunque nuestros telescopios están mejorando década tras década, todavía tenemos que imaginar cómo se verían estos mundos distantes. Eso no quiere decir que no podamos detectar exoplanetas desde el suelo. Si bien Kepler y TESS utilizan el método de tránsito para encontrar exoplanetas, donde buscan caídas en la luz de una estrella cuando un planeta pasa entre la estrella y el telescopio espacial, las observaciones en

tierra también pueden encontrar y confirmar mundos en otros sistemas estelares. Para hacer esto, utilizan el método de velocidad radial, donde miden los cambios en la velocidad de una estrella cuando un planeta en órbita tira gravitacionalmente de ella. Y los astrónomos que utilizan el telescopio de 193 centímetros en el Observatoire de Haute-Provence en Francia pudieron detectar el conocido exoplaneta Kepler-16b.

Este mundo en particular fascinó a todos cuando se descubrió hace diez años porque fue el primer exoplaneta circumbinario descubierto, lo que demuestra que un mundo como Tatooine en Star Wars podría existir y, de hecho, existe.

El equipo eligió este objetivo para demostrar que su telescopio podría usarse para encontrar exoplanetas, como explica la Dra. Isabelle Boisse: "Nuestro descubrimiento muestra cómo los telescopios terrestres siguen siendo completamente relevantes para la investigación moderna de exoplanetas y pueden usarse para nuevos y emocionantes proyectos. Habiendo demostrado que podemos detectar Kepler-16b, ahora analizaremos los datos tomados en muchos otros sistemas estelares binarios y buscaremos nuevos planetas circumbinarios".

Los resultados de estas observaciones se publicaron en Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.

¡Buena suerte al equipo en Francia! ¡Que encuentres muchos más sistemas planetarios circumbinarios!

Referencias

[1] *"Tatooine" Planet Seen From Earth, by Beth Johnson.* URL: <https://www.seti.org/tatooine-planet-seen-earth>

[2] [RAS press release: "BEBOP III. Observations and an independent mass measurement of Kepler-16 \(AB\) b — the first circumbinary planet detected with radial velocities."](#) Amaury H M J Triaud et al., 2022 February 25, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.

Note: This story was written for the Daily Space podcast/YouTube series. Want more news from myself, Dr. Pamela Gay, and Erik Madaus? Check out DailySpace.org.

Artículo traducido y editado por: Juan F. González

A56. Las escalas de Kardashev y de Barrow

[Editar](#)

¿Qué son las escalas de Kardashev y Barrow?

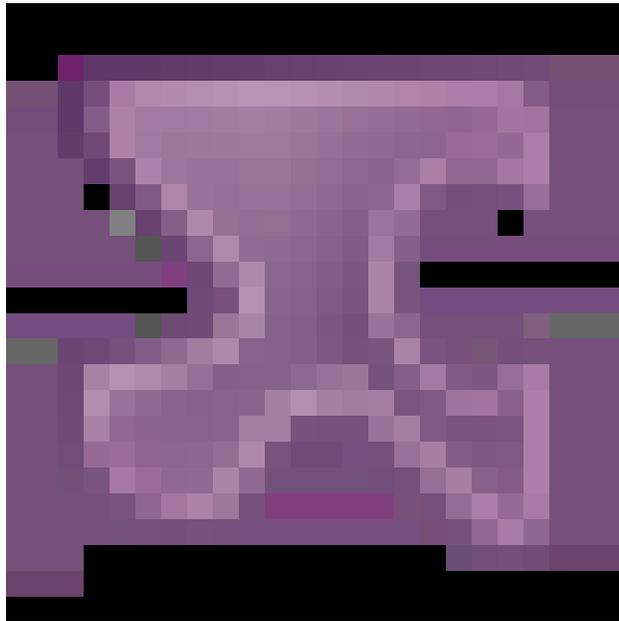
¿Estamos solos en el universo? ¿Podría haber innumerables formas de vida consciente esperando a ser encontradas? ¿Los conoceremos algún día y podremos intercambiar conocimientos? ¿Los reconoceremos incluso como formas de vida inteligentes si/cuando los encontremos, y ellos a nosotros? Cuando se trata de astrobiología, la búsqueda de vida en el Universo, no sabemos qué esperar. ¡De ahí que toda la especulación y los estudios teóricos sobre estas cuestiones sean tan ricos y variados!



Figura 0. Nikolai Kardashev.

Uno de esos estudios fue realizado por el famoso astrofísico y radioastrónomo soviético y ruso [Nikolai Kardashev](#) (1932 – 2019). Mientras consideraba una pregunta importante relacionada con la Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre (SETI) en 1964, Kardashev propuso un esquema de clasificación para clasificar el desarrollo de una civilización. Esto se conocería como la Escala Kardashev, que sigue siendo uno de los conceptos más influyentes en SETI hasta el día de hoy. En 1960, se realizó en los Estados Unidos el primer intento moderno de detectar comunicaciones extraterrestres ("Proyecto Ozma").

Dirigido por Frank Drake, creador de la Ecuación de Drake y aclamado como el "Padre de SETI", este experimento se realizó utilizando el radiotelescopio en el Observatorio Nacional de Radioastronomía en Green Bank, Virginia Occidental.



Vídeo 1. ¿Dónde están los extraterrestres?

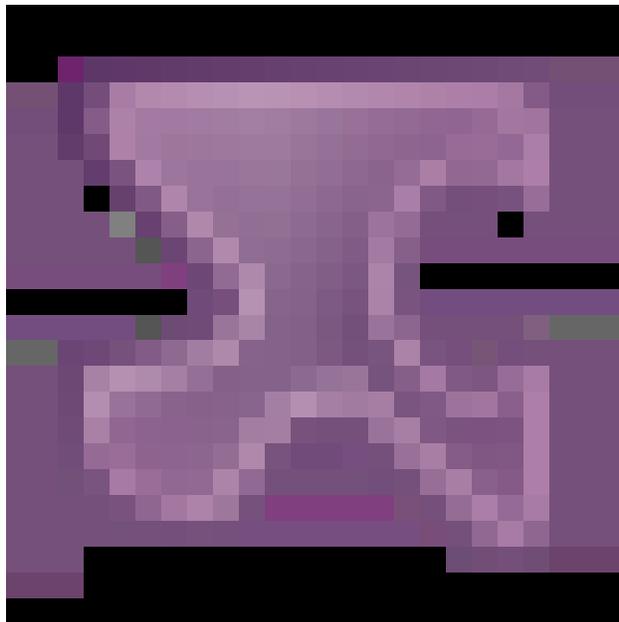
Este experimento, OZMA, monitoreó dos estrellas similares al Sol cercanas, Tau Ceti y Epsilon Eridani, en busca de señales de radio en el rango de 1420 MHz, correspondiente a la frecuencia del gas de hidrógeno frío en el espacio interestelar. Si bien el proyecto no pudo detectar nada más allá de la estática de radio, OZMA allanó el camino para esfuerzos SETI (y METI) mucho más ambiciosos. También inspiró a los astrofísicos de todo el mundo a considerar qué estudios futuros deberían estar atentos. En un momento en que la búsqueda de inteligencia extraterrestre era más un experimento mental que una disciplina real, los físicos de la Unión Soviética formularon muchas de las ideas fundamentales que perdurarían hasta el día de hoy. De estos, Nikolai Kardashev fue uno de los pensadores más tempranos y con mayor trascendencia, y sus ideas siguen siendo fundamentales para el campo de SETI.

Nikolái Kardashev y su escala

Al llegar a la mayoría de edad en la era de la posguerra, Kardashev estudió con Josef Shklovskii (1916-1985), el célebre autor de Vida inteligente en el universo. Este libro

fue el primer tratado general sobre cómo los humanos podían buscar seres tecnológicamente capaces en el cosmos. El libro de Shklovskii fue traducido (y ampliado) por Carl Sagan y se convirtió en la inspiración de muchos científicos después de su publicación en 1966 en Occidente.

Durante gran parte de sus años de formación, Kardashev estuvo solo. Su madre y su padre fueron víctimas de la Gran Purga en 1937 y 38 (respectivamente), y fue enviado a un orfanato. Finalmente, fue puesto en libertad bajo la custodia de su tía (por parte de su madre), quien murió en 1948 cuando Kardashev tenía 16 años. Su padre finalmente recibió un disparo mientras su madre trabajaba en un campo de trabajos forzados hasta que fue liberada en 1956. Un año antes, Kardashev se graduó de la Universidad Estatal de Moscú, donde sus estudios se centraron en la radioastronomía, un campo emergente en ese momento. Luego trabajó en el Instituto Astronómico Sternberg en Moscú, obteniendo su Ph.D. en 1962. La exposición temprana de Kardashev a las premisas fundamentales de SETI lo llevó a enfocar su mente inventiva en cómo la radioastronomía podría usarse para detectar transmisiones que no eran de origen terrestre.



Vídeo 2. ¿A qué se parecen las civilizaciones alienígenas? La escala de Kardashev en un vídeo "para niños" o "bebés".

Una de sus primeras contribuciones a SETI se produjo en 1963, mientras Kardashev estudiaba CTA-102, una fuente de radio ubicada a 8 mil millones de años luz de la Tierra. Basado en estudios previos, se sabía que este objeto variaba en intensidad y enviaba emisiones irregulares. Kardashev sugirió que esto podría ser un intento deliberado de extraterrestres de enviar mensajes codificados. Esta teoría eventualmente sería descartada cuando los astrónomos supieran que CTA-102 es un Núcleo Galáctico Activo (AGN), también conocido como un cuásar, que los astrónomos saben que es de naturaleza variable. Sin embargo, Kardashev compartió esta teoría y otras ideas imaginativas en un artículo que lo establecería entre la comunidad astronómica.

El nacimiento de la Escala de Kardashev

Este artículo, titulado “[*Transmisión de información por civilizaciones extraterrestres*](#)”, (“Transmission of Information by Extraterrestrial Civilizations”), se publicó en 1964. El propósito del artículo era sugerir qué tipos de frecuencias de radio (y a qué energías) deberían buscar los investigadores de SETI. De acuerdo con la idea de que puede haber algunas civilizaciones miles de millones de años más antiguas que la humanidad, era lógico que estas civilizaciones pudieran aprovechar niveles de energía que no eran humanamente posibles. Para caracterizar el nivel potencial de desarrollo de una civilización, Kardashev propuso una escala de tres niveles basada en la cantidad de energía que podrían aprovechar. Esta escala incluía (1 ergio=1 erg= 10^{-7} J= 100 nanojulios):

Tipo I - Civilizaciones Planetarias: Esto se refiere a aquellos que han desarrollado los medios para aprovechar y almacenar toda la energía de su planeta de origen. Según Kardashev, esto equivaldría a un consumo de 4×10^{19} erg/seg, que probablemente sería en forma de energía de fusión, antimateria y energía renovable a escala mundial.

Tipo II - Civilizaciones estelares: estas son civilizaciones que han evolucionado hasta el punto en que pueden recolectar toda la energía emitida por su estrella, lo que Kardashev especuló que probablemente involucraría una estructura como una Esfera de Dyson. En este caso, esto daría como resultado un consumo de 4×10^{33} erg/seg.

Tipo III - Civilizaciones galácticas: estas son civilizaciones que serían capaces de aprovechar la energía de una galaxia entera, lo que resultaría en un consumo de energía

del orden de 4×10^{44} erg/seg.

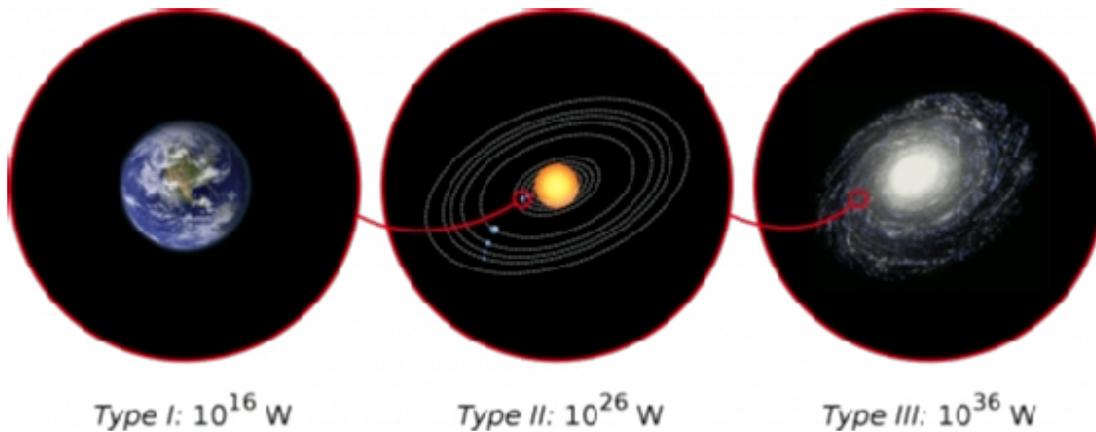


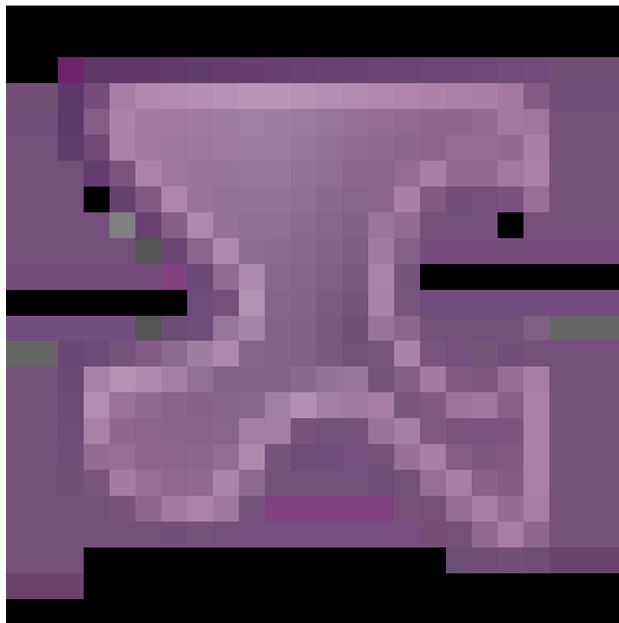
Figura 2. Las civilizaciones de tipo I, II y III, como imaginó Kardashev. Se puede notar el salto de potencia y energía necesario para pasar a cada una de ellas. Inimaginablemente alto para nuestros actuales estándares de energía son los umbrales de las civilizaciones de tipo II y III.

Kardashev también describió las probabilidades de detectar una civilización Tipo I, II o III y cuánta información podrían transmitir. Haciendo referencia a las estimaciones del Proyecto Ozma y los experimentos SETI relacionados en los EE. UU., afirmó que detectar una civilización Tipo I era extremadamente poco probable (aunque aún podrían recibir comunicaciones). Por el contrario, un Tipo II o Tipo III podría transmitir cantidades considerables de información a grandes distancias. Basado en los niveles de transmisión de energía estimados de una Civilización Tipo II, Kardashev estimó que una Civilización Estelar podría transmitir cantidades considerables de información dentro de nuestra galaxia (que mide 200,000 años luz de diámetro). Esto varió desde una tasa de 3×10^9 bits/seg dentro de un radio de 100 000 años luz de su sistema estelar, 3×10^5 bits/seg dentro de un radio de 1 millón de años luz, y sería incapaz de transmitir una gran cantidad de información más allá de eso.

Mientras tanto, una civilización Tipo III sería capaz de transmisión intergaláctica, emitiendo a una velocidad de $2,4 \times 10^{15}$ y $2,4 \times 10^{13}$ bits/s en un radio de 100.000 y 10 millones de años luz, y 3×10^{10} bits/s en un radio de 10 mil millones de años luz.

Implicaciones de la escala de Kardashev

Para los investigadores de SETI, la Escala de Kardashev estableció algunas restricciones generales sobre los tipos de firmas tecnológicas (y los niveles de poder asociados) que deberían buscar. Por ejemplo, basándose en las estimaciones de poder establecidas por la Escala, los científicos han llegado a teorizar qué tipos de tecnologías sería capaz de utilizar una Civilización Tipo I, II y III y cuáles serían las firmas tecnológicas resultantes. Para una Civilización Tipo I, la capacidad de aprovechar 4×10^{19} erg/seg de energía implicaría el acceso al poder de fusión y la aniquilación de materia y antimateria. Sin embargo, una firma tecnológica perceptible probablemente tomaría la forma de infraestructura de energía renovable. Por ejemplo, una constelación de satélites solares basados en el espacio (también conocido como "[Cinturón de Clarke](#)") sería detectable utilizando nuestros instrumentos actuales, según el [Informe Technosignature de la NASA](#) (publicado en 2018).



Vídeo 3. Planetas con satélites artificiales a su alrededor. ¿Podremos detectarlos?

Una Civilización Tipo II usaría las mismas técnicas empleadas por un Tipo I pero aplicadas a una escala mayor. En 1960, el físico Freeman Dyson sugirió que una civilización avanzada podría aprovechar la energía de su estrella construyendo un sistema masivo de satélites que la encerrara. Estas megaestructuras (comúnmente conocidas como Dyson Spheres o Dyson Structures, Esferas de Dyson o Estructuras de Dyson; incluso hay "enjambres de Dyson", Dyson Swarms), dijo Dyson, podrían buscarse buscando grandes firmas infrarrojas: el calor resultante irradiado por estas megaestructuras.

También se ha sugerido que una Civilización Tipo II también sería capaz de "[Levantar estrellas](#)", donde pueden reposicionar las estrellas. Un posible método para hacer esto es una variación de una estructura de Dyson conocida como [Shkadov Thruster](#) (o Stellar Engine) que encierra parcialmente una estrella y usa su fuerza radiativa y atracción gravitacional para lograr impulso e incluso velocidades relativistas (lo que podría ser una explicación para algunas estrellas de hipervelocidad). Las Civilizaciones Tipo III serían igualmente capaces de estas actividades pero a escala galáctica. También se ha sugerido que las civilizaciones galácticas podrían crear estructuras que permitirían el "[levantamiento de galaxias](#)", que podría hacerse para contrarrestar la expansión cósmica y mantener ciertos cúmulos muy juntos. Otra idea es monitorear los cuásares, los núcleos galácticos activos (AGN) de las grandes galaxias, en busca de indicaciones de estructuras que podrían aprovechar el poder de los agujeros negros supermasivos (SMBH). Incluso también podrían lanzar elementos artificiales a la estrella para señalar su existencia, o usarla de basurero planetario.

Esto podría incluir alimentar un SMBH con materia y aprovechar la radiación resultante que emiten o simplemente aprovechar la energía que ya emiten. Dos posibilidades para este último escenario implican aprovechar el momento angular de sus discos de acreción (el "Proceso de Penrose") o capturar el calor y la energía generados por sus chorros de hipervelocidad. El mismo Kardashev sugirió criterios sobre cómo la potencia estimada de las transmisiones podría diferenciarse de los fenómenos naturales, como la radiación de sincrotrón de las nebulosas formadas en las explosiones de supernovas, de las radiogalaxias o de las fuentes de radio discretas. Como indicó:

"“The artificial sources would evidently 1) have to have very small angular dimensions (at least in the case of Type II civilizations);... 2) they would have to possess circular polarization, so that the effect of the Faraday rotation of the plane of polarization in the interstellar medium would not distort the information received; 3) they would have to exhibit variability in time without leading to statistical fluctuations... 4) finally, it is to be anticipated that certain details would be present in the spectrum of the source suspected of artificiality which would have been designed for the express purpose of emphasizing its artificial origin.”/ Traducción "Las fuentes artificiales evidentemente 1) tendrían que tener dimensiones angulares muy pequeñas (al menos en el caso de las civilizaciones Tipo II);... 2) tendrían que poseer polarización circular, para que el efecto

de la rotación de Faraday del plano de la polarización en el medio interestelar no distorsionaría la información recibida; 3) tendrían que presentar variabilidad en el tiempo sin dar lugar a fluctuaciones estadísticas... 4) finalmente, es de prever que ciertos detalles estarían presentes en el espectro de la fuente sospechosa de artificialidad que habría sido diseñada con el propósito expreso de enfatizando su origen artificial.”



Vídeo 4. Cómo construir una Esfera de Dyson.

Sin embargo, al igual que la Ecuación de Drake similar, el valor científico de la Escala es más cualitativo que cuantitativo en el sentido de que resume los desafíos que enfrentan los investigadores de SETI. Al mismo tiempo, la Escala es alentadora ya que muestra que la existencia de una sola Civilización Tipo II en nuestra galaxia no pasaría desapercibida para siempre. Como señaló Kardashev en la sección final de su artículo, que abordó las implicaciones de su Escala: “Las estimaciones a las que se llegó muestran que si existiera incluso una civilización de tipo II dentro de los confines del sistema local de galaxias, habría una posibilidad realista de obtener una enorme cantidad de información. Lo mismo se aplica a la existencia de incluso una sola civilización de tipo III en la parte del universo accesible a la observación...”

“Finalmente, es totalmente razonable suponer que las civilizaciones de tipo II y tipo III estarían en posesión de información muchos órdenes de magnitud por encima de lo que tenemos disponible en la actualidad. Por eso, tendrían que estar emitiendo prácticamente

de forma continua, y esto también sería así para aumentar la posibilidad de recepción por parte de las civilizaciones tipo I”. En resumen, Kardashev estimó que las civilizaciones avanzadas serían capaces de emitir señales que las civilizaciones tipo I (comparables a nuestro propio nivel de desarrollo) serían capaces de recibir. Además, estas transmisiones se transmitirían continuamente para garantizar que fueran captadas, ¡y posiblemente en bucle para que los destinatarios no pierdan el ritmo!

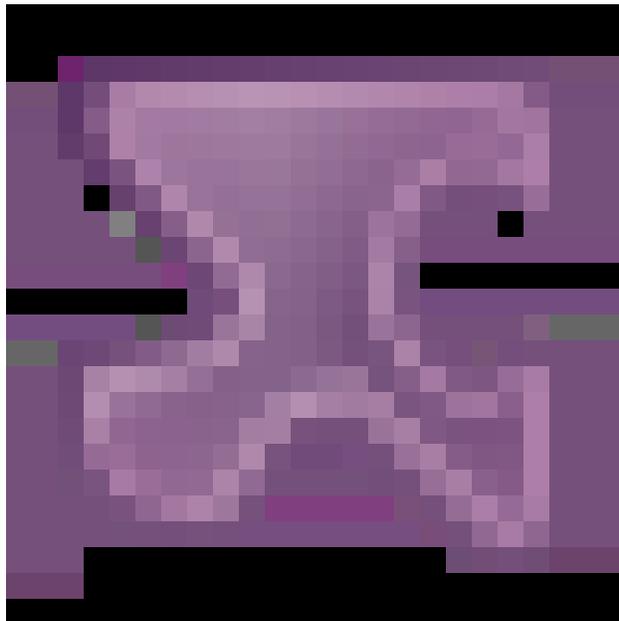
Variaciones en la escala de Kardashev: nuevas variantes

Desde la época de Kardashev, se han sugerido muchas adiciones y extensiones para la Escala. Algunos recomendaron agregar clasificaciones que caen entre los tres Tipos, mientras que otros han recomendado que se agreguen Tipos adicionales. Esto incluye;

-Una calificación de Tipo 0 (que describe civilizaciones preindustriales).

-Tipos IV y V, que se refieren a Civilizaciones que pueden aprovechar la energía de todo el Universo o incluso colecciones de Universos (el Multiverso), respectivamente.

-Tipo VI: civilización que ha trascendido el espacio-tiempo, vive en otros planos y dimensiones, y que pueden crear y destruir universos, estando pues por encima del Tipo V, que solamente puede aprovechar la energía del Multiverso y no modificarlo. La civilización de Tipo VI accede a todo tipo de formas de energía, materia, dimensión y Universo.



Vídeo 5. ¿A qué se parece una superestructura o megaestructura artificial alienígena?

Otros han sugerido que la escala debe volver a dibujarse utilizando otras métricas. En su libro *Conexiones cósmicas: una perspectiva extraterrestre*, Carl Sagan sugirió que las civilizaciones podrían clasificarse según su nivel de "dominio de la información". Es decir, cuanto más avanzada la especie, más información tendrían a su alcance. La Escala de Sagan usó el Alfabeto como un sistema de clasificación, con cada letra representando 10 millones (un millón es 10^6) bits únicos de información. Robert Zubrin, famoso comunicador científico y fundador de la Mars Society, sugirió que una civilización podría medirse por el "dominio planetario". En su libro, *Entrando en el espacio: Creando una civilización espacial*, Zubrin describió cómo el nivel de desarrollo de una civilización podría vincularse a la cantidad de planetas (o sistemas estelares) que han colonizado con éxito:

“Adoptando el esquema de Kardashev en una forma ligeramente alterada, defino un Tipo I como una civilización que ha logrado el dominio total de todos los recursos de su planeta. Una civilización Tipo II es aquella que ha dominado su sistema solar, mientras que una civilización Tipo III sería aquella que tiene acceso a todo el potencial de su galaxia”.

La escala de John D. Barrow

Pero quizás fue John D. Barrow, un cosmólogo inglés, físico teórico, matemático y miembro de la Royal Society (FRS), quien introdujo la reinterpretación más radical. En su libro de 1998 *Imposibilidad: los límites de la ciencia y la ciencia de los límites*, Barrow mostró cómo el progreso tecnológico de la humanidad nos ha permitido extender nuestro control sobre el medio ambiente a escalas cada vez más pequeñas. En lugar de caracterizar una civilización por la cantidad de espacio exterior que domina, Barrow aventuró que las especies más avanzadas crecerían para aprovechar todo el poder del espacio interior. A partir de esto, creó lo que se conoce como la Escala de Barrow, una clasificación inversa que consta de siete Tipos:

Tipo I-menos: capaz de manipular objetos de tamaño similar a ellos (construir estructuras, extraer minerales, monumentos, etc.)

Tipo II-menos: capaz de manipular y alterar el desarrollo de los seres vivos (trasplantes de órganos, estudio de ADN, ingeniería genética, etc.)

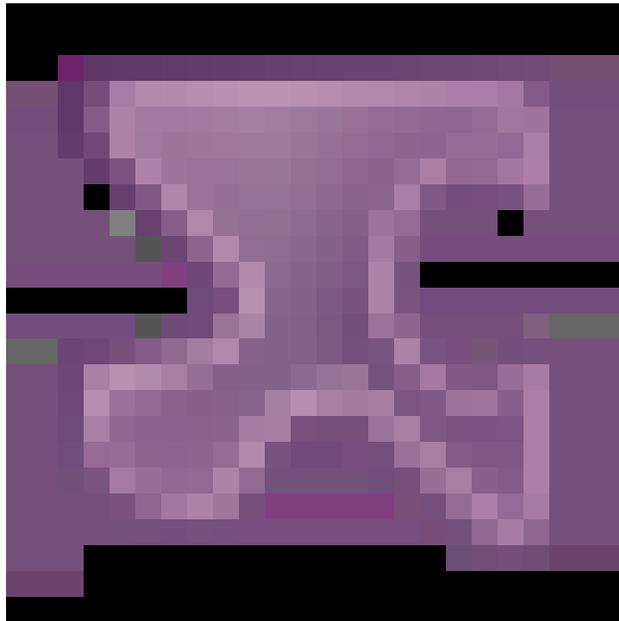
Tipo III-menos: capaz de manipular moléculas y enlaces moleculares para crear nuevos materiales

Tipo IV-menos: capaz de manipular átomos individuales, creando nanotecnologías y formas complejas de vida artificial.

Tipo V-menos: capaz de manipular núcleos atómicos y nucleones de ingeniería que los componen.

Tipo VI-menos: capaz de manipular las partículas elementales (quarks y leptones).

Tipo Omega-menos: capaz de manipular la estructura básica del espacio y el tiempo, así como modificar sus constituyentes fundamentales que aún nos son desconocidos.



Vídeo 6. ¿Cuándo llegaremos a ser una civilización de Tipo III Kardashev?

De acuerdo con la Escala de Barrow, las civilizaciones avanzadas no se centrarían en reclamar más espacio y recursos, sino que optimizarían el espacio que ya ocupan. En lugar de explorar la galaxia y más allá, elegirían permanecer dentro de su sistema solar y aprovechar el poder de su sol. Un escenario incluye la posibilidad de que conviertan toda la materia de su sistema en computronio y la coloquen en capas alrededor de la estrella, creando una megaestructura conocida como "Cerebro Matrioshka".

Críticas

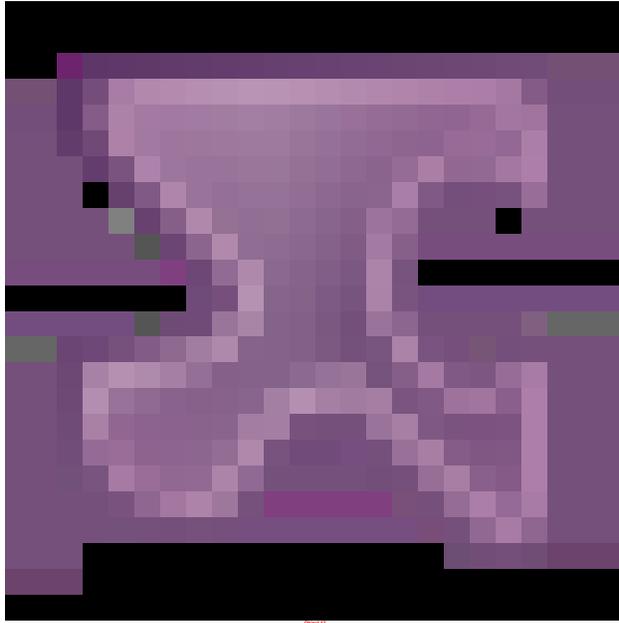
Varios estudios posteriores han cuestionado muchas de las suposiciones empleadas en la Escala Kardashev. La más importante de ellas es la creencia de que la inteligencia extraterrestre se verá obligada a colonizar mucho más allá de su mundo natal y su estrella natal. Esto ha sido cuestionado en base a las ideas planteadas por Barrow Scale y otros investigadores que han enfatizado la "optimización del espacio" sobre la expansión. Otro argumento en contra de la Escala Kardashev se basa en la falta de evidencia observable de civilizaciones avanzadas, especialmente Tipo III. Dado que el Universo ha existido durante 13800 millones de años, y nuestro Sistema Solar solo ha existido durante los últimos 4600 millones de años, parece probable que algunas civilizaciones hayan podido alcanzar un nivel de desarrollo Tipo III en este momento.

Incluso con nuestros modestos medios, sería muy difícil para los humanos no detectar los signos de tal civilización. El hecho de que no hayamos encontrado ninguno todavía indicaría que estamos:

- 1) No mirar en los lugares correctos.
- 2) No buscar las cosas correctas.
- 3) No he estado buscando lo suficiente.
- 4) Todo lo anterior.

Las únicas otras posibilidades son que todavía no haya surgido ninguna, o que no haya nadie por ahí. La primera idea fue planteada por Carl Sagan y William I. Newman en su estudio de 1981, "[Civilizaciones galácticas: dinámica de población y difusión interestelar](#)", quienes aventuraron que esto podría indicar que la vida avanzada en nuestra galaxia pudo haber surgido en el pasado más reciente.

Otra crítica tiene que ver con la idea de que las civilizaciones se expandirán a distancias galácticas. Esta posibilidad fue explorada en detalle por Geoffrey A. Landis en su artículo de 1993, titulado "[La paradoja de Fermi: un enfoque basado en la teoría de la percolación](#)", donde argumentó que las limitaciones impuestas por un Universo relativista significarían que las exocivilizaciones solo pueden expandirse hasta ahora por toda la galaxia.



Vídeo 7. Simulación de la colonización de una galaxia por una civilización o civilizaciones interestelar/es.

Como dijo Landis, las civilizaciones se "percolarían" hacia el exterior en lugar de colonizar de manera constante y rápida hacia el exterior. También aventuró que no todas las especies optarían por este camino:

“Dado que es posible, dado un número lo suficientemente grande de civilizaciones extraterrestres, una o más ciertamente se habrían comprometido a hacerlo, posiblemente por motivos desconocidos para nosotros. La colonización tomará mucho tiempo y será muy costosa. “Es bastante razonable suponer que no todas las civilizaciones estarán interesadas en hacer un gasto tan grande para obtener beneficios en un futuro lejano. La sociedad humana consiste en una mezcla de culturas que exploran y colonizan, a veces a grandes distancias, y culturas que no tienen interés en hacerlo”.

Teniendo en cuenta el tiempo y la energía necesarios para llegar incluso a las estrellas más cercanas y los retrasos en el envío de mensajes, tiene sentido suponer que algunas especies optarían por renunciar a la expansión interestelar. En 2019, el profesor Adam Frank y un equipo de investigadores de exoplanetas del Nexus for Exoplanetary Systems Science (NExSS) de la NASA presentaron un argumento similar, que analiza los peligros de los viajes espaciales y la instalación en mundos alienígenas. En un estudio titulado [“The Fermi Paradox and the Aurora Effect: Exo-civilization Settlement,](#)

[Expansion, and Steady States](#)”, inspirado en el libro Aurora de Kim Stanley Robinson (publicado en 2015), Frank y sus colegas argumentaron que el asentamiento de la galaxia ocurriría en grupos porque no todos los planetas potencialmente habitables serían hospitalarios para los humanos u otras formas de vida extraterrestre.



Vídeo 8. ¿Alcanzaremos otras estrellas? El reto del viaje interestelar.

Otra crítica es la otra suposición principal presentada en el estudio original de Kardashev. Esta es la creencia de que las civilizaciones avanzadas estarían motivadas para difundir su existencia en beneficio de otras especies. “En primer lugar”, escribió Kardashev, “suponemos aquí que una de las tareas principales de tales esfuerzos de comunicación sería la transmisión de información de una civilización más desarrollada a una menos desarrollada”. La posibilidad de que la inteligencia avanzada se vea impulsada por motivaciones exactamente opuestas (eliminar la competencia potencial, el miedo, la xenofobia, etc.) ha sido explorada extensamente por investigadores y científicos de SETI. Los ejemplos incluyen la Hipótesis Berserker, la Hipótesis del Bosque Oscuro y varias interpretaciones del "Gran Filtro", donde un deseo de autopreservación o dominio impulsa las comunicaciones interestelares o la expansión.

Estas preocupaciones se han planteado en el contexto de Mensajería a las Inteligencias Extraterrestres (METI), que ha surgido como un campo distinto y separado de SETI. Dada la posibilidad de que exista incluso una civilización avanzada hostil, ¿es prudente que la humanidad transmita su existencia al cosmos? Es más, ¿podría otra vida inteligente haber concluido lo mismo hace mucho tiempo, razón por la cual persiste el “Gran Silencio”? Los investigadores han planteado preocupaciones similares que sugieren que la transmisión extraterrestre podría ser una amenaza. Aquí en la Tierra, los gobiernos cometen regularmente ataques cibernéticos contra otros gobiernos para obtener información o sabotear infraestructura vital. Del mismo modo, los piratas informáticos emplean estafas de phishing de virus informáticos y alientan a los usuarios a compartir información personal.

Otras variantes de la escala suponen mezclar o combinar las escalas de Kardashev extendida y la de Barrow, o incluir la capacidad de mover objetos astronómicos (véanse las referencias de este artículo).

¿Es posible que civilizaciones alienígenas (o incluso grupos y seres individuales) estén enviando mensajes cargados de virus diseñados para paralizar nuestra infraestructura o estafarnos de alguna manera? Décadas después de que Kardashev publicara por primera vez su artículo seminal, académicos, científicos y personas comunes por igual hacen referencia, citan o intentan ampliar su famosa escala. Si bien algunas de las suposiciones y estimaciones que ofreció han sido criticadas a lo largo de los años, esto es de esperarse de algo tan fundamental como la Escala Kardashev. Como dijo Zubrin, la teoría se propuso en la "Era Sputnik", cuando la exploración espacial humana acababa de salir de su cuna y apenas caminaba.

Como tantas otras cosas que son fundamentales para el campo de SETI, como la Paradoja de Fermi y la Ecuación de Drake, la Escala de Kardashev permanece con nosotros debido a la nueva perspectiva que ofrece. En pocas palabras, Kardashev fue una de las primeras personas en ofrecer pensamientos serios sobre cómo la humanidad podría encontrar evidencia de ETI en el cosmos. Su influencia también se puede ver en cómo ha ayudado a enmarcar todas las discusiones que han tenido lugar desde entonces sobre ETI y cómo podríamos lograr algún día el “Primer Contacto”. En cuanto a los legados, Nikolai Kardashev y la Escala que lleva su nombre prácticamente no tienen rival en los anales de SETI y la Astrofísica.

Sobre N. Kardashev Por Seth Shostak, astrónomo sénior



Figura 3. En memoria de Nikolai Kardashev.

Nikolai Kardashev, quien fue uno de los primeros y más importantes practicantes de SETI, falleció el 3 de agosto de 2019. En un momento en que la búsqueda de inteligencia extraterrestre era más un experimento mental que uno que requería hardware real, físicos inteligentes en la Unión Soviética Union formuló muchas de las ideas seminales de esta naciente disciplina. De estos, Kardashev fue uno de los más conocidos. Al llegar a la mayoría de edad en la era de la posguerra, Kardashev estudió con Josef Shklovskii, el célebre autor del primer tratado general sobre cómo podríamos buscar seres tecnológicamente capaces en el cosmos. El libro de Shklovskii fue traducido (y ampliado) por Carl Sagan, y se convirtió en la inspiración para muchos en SETI después de su publicación en 1966 en Occidente. Su exposición temprana a las premisas fundamentales de SETI llevó a Kardashev a dirigir su mente inventiva a este nuevo campo, que estaba abierto a grandes ideas. Un famoso ejemplo de su temprana participación se produjo tras el desarrollo de la síntesis de apertura práctica, una técnica de radioastronomía que permitió la determinación precisa de las posiciones de las fuentes en el cielo. La mayor precisión pronto condujo al descubrimiento de radiogalaxias y cuásares. Uno de estos últimos, conocido por su designación de catálogo CTA 102, fue afirmado por los soviéticos que variaba en intensidad, y Kardashev sugirió que sus emisiones irregulares podrían ser un mensaje deliberado de extraterrestres. Esta fue una afirmación sensacional (incluso dio lugar a una canción de éxito de The Byrds),

pero finalmente se descartó cuando se supo que los cuásares eran intrínsecamente variables. Quizás la más conocida de las contribuciones de Kardashev a SETI fue la Escala de Kardashev, una rúbrica útil para categorizar civilizaciones putativas:

Una sociedad (como la nuestra) que controla los recursos energéticos de su propio planeta se describe como una civilización Tipo I. Las civilizaciones de Tipo II pueden aprovechar la producción total de energía de su estrella natal, y una sociedad de Tipo III puede utilizar la energía total de su propia galaxia.

Kardashev fue uno de los primeros pensadores importantes en SETI. Todos los que lo conocieron extrañarán su mente flexible y sus modales amables. - Seth Shostak, astrónomo sénior.

Referencias

[1] ¿Qué es la escala de Kardashev? Artículo original, *Posted on March 12, 2022 by Matt Williams*

What is the Kardashev Scale? Disponible en la URL:
<https://www.universetoday.com/153167/what-is-the-kardashev-scale/>

[2] N. Kardashev, por Seth Shostak para el SETI Institute. URL:
<https://www.seti.org/nikolai-kardashev-1932-2019>

[3] “Nikolai Kardashev” *Physics Today* (2019).

[4] “Nikolai Kardashev 1932 – 2019” (obit.) SETI Institute (2019).

[5] “*The Kardashev Scale – Type I, II, III, IV & V Civilization.*” *Futurism* (2014).

[6] Kardashev, N.S. “*Transmission of Information by Extraterrestrial Civilizations.*” *Soviet Astronomy*, vol. 8, no. 2 (1964).

[7] Irina K. Romanovskaya. “*Classification of Extraterrestrial Civilizations based on their ability to modify motion of Astronomical Objects*”. URL:
https://www.researchgate.net/publication/358421561_Classification_of_Extraterrestrial_Civilizations_Based_on_Their_Ability_to_Modify_Motion_of_Astronomical_Objects/link/6201cc345bdf0f2ef854b780/download

[8] John D. Barrow, *Impossibility : the limits of science and the science of limits.* Oxford ; New York : Oxford University Press, 1998.

[9] Kardashev scale at 50. URL: <https://www.arxiv-vanity.com/papers/1601.05112/>

[10] *Fermi and the Great Scales: What would an advanced alien civilization look like?* URL: <https://medium.com/data-driven-fiction/fermi-and-the-great-scales-1d8adb5ce2e4>

[11] *Qualitative classification of extraterrestrial civilizations.* Valentin D. Ivanov, Juan Carlos Beamin, Claudio Cáceres, and Dante Minniti. URL: <https://arxiv.org/pdf/2005.13221.pdf>

[12] *Type III Societies (Apparently) Do Not Exist,* BRIAN C. LACKI. URL: <https://arxiv.org/pdf/1604.07844.pdf>

[13] *KARDASHEV'S CLASSIFICATION AT 50+: A FINE VEHICLE WITH ROOM FOR IMPROVEMENT*
M. M. Ćirković. URL: <https://arxiv.org/pdf/1601.05112.pdf>

[14] *SETI AT PLANCK ENERGY: WHEN PARTICLE PHYSICISTS BECOME COSMIC ENGINEERS.*
BRIAN C. LACKI. URL: <https://arxiv.org/pdf/1503.01509.pdf>

Apéndice I. La escala de Kardashev en Imágenes.

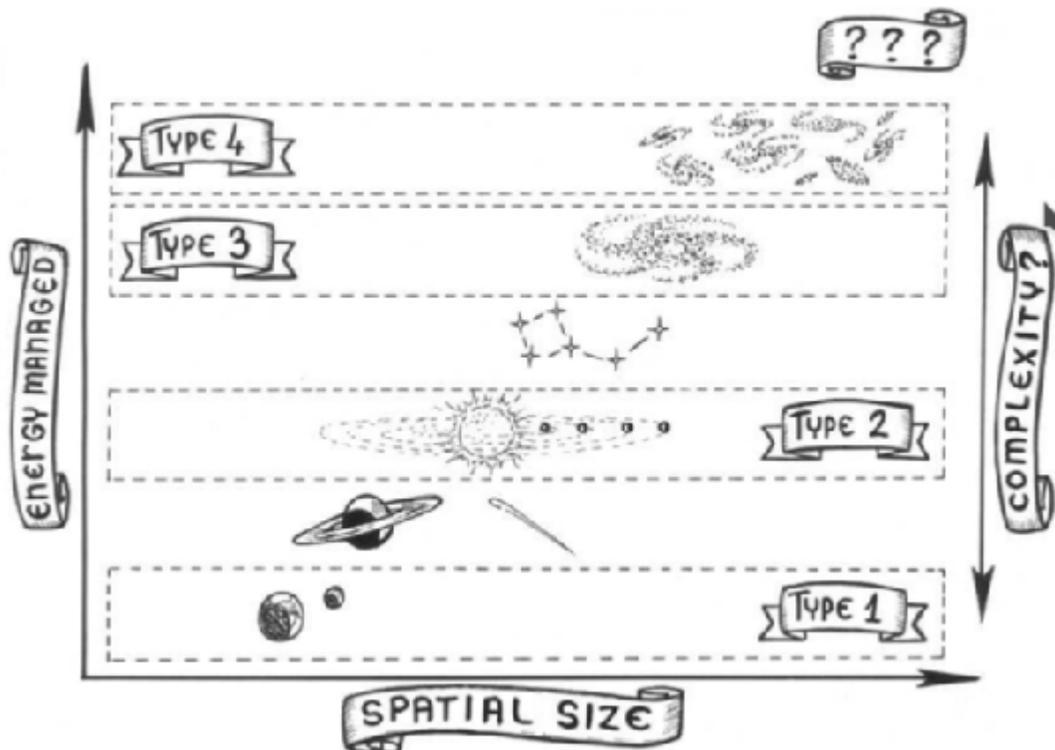


Table 1. An extended view of Kardashev's scale.

Kardashev's Type	manages resources	comments
0 – 0.x	pre-technological society – of particular area of the planet, or a particular type of planetary resources	humanity about 0.8 at present
1 – 1.x	of its home planet – of a number of planets and other bodies within a planetary system	Introdus / Krell machine type scenarios as exceptions – detectability <i>superadditive</i>
2 – 2.x	of its home star and planetary system – of a number of planetary systems within a region of the home galaxy	Dyson shell-like contraptions – detectability <i>superadditive</i>
3 – 3.x	of its home galaxy – of a number of galaxies within a region of the universe	absent from the Milky Way, closer galaxies – detectability <i>superadditive</i>
4 – 4.x	of the universe within cosmological horizon – of a number of topologically connected universes	causal disconnect occurs at particular epoch, depending on the cosmological model – detectability irrelevant??
5	of the multiverse	topological structure crucial

Apéndice II. La escala Kardashev y los logaritmos.

La escala Kardashev está relacionada con el logaritmo de la potencia disponible para ser usada por una civilización. Gráficamente:

The Kardashev Scale

Six types of civilizations

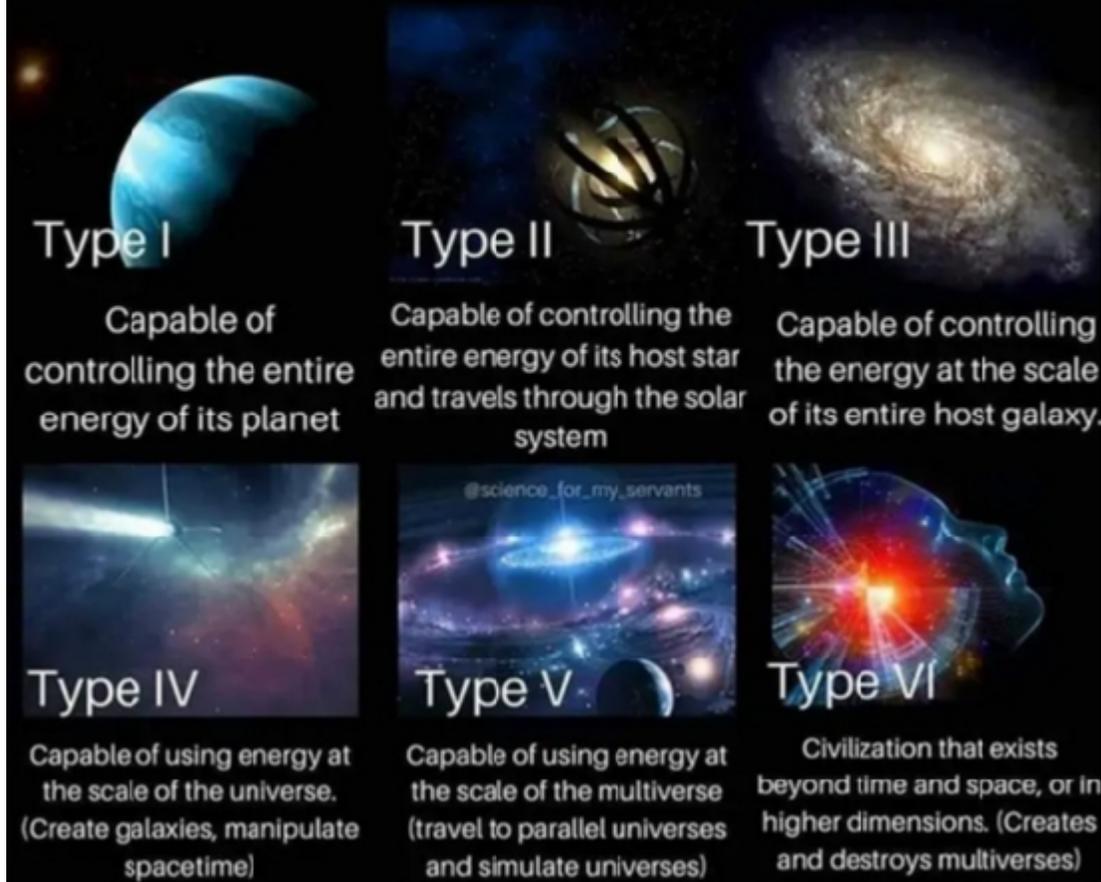


Figura Ap. B1. Los 6 tipos de civilizaciones Kardashev extendidos.

Type I	<ul style="list-style-type: none">• Master of their planet• Can fully harness energy from within planet• Can control weather on surface of planet• Power order 10^{17} Watts
Type II	<ul style="list-style-type: none">• Master of their solar system• Can fully harness energy from within star• Has established colonies on several celestial bodies• Power order 10^{26} Watts
Type III	<ul style="list-style-type: none">• Master of their galaxy• Can fully harness energy from within all galactic stars• Has established colonies within several solar systems• Power order 10^{37} Watts

Tabla Ap.B1. Tipos básicos de Kardashev.

CURRENT STATUS OF HUMAN CIVILIZATION

VALUE K IS A CIVILIZATION'S KARDASHEV RATING
W IS ITS POWER OUTPUT IN WATTS

$$K = \frac{\log_{10} W - 6}{10}$$

$$K = \frac{\log_{10} P - 6}{10}$$

Figura Ap. B2. El número de Kardashev de una civilización.

Kardashev Scale

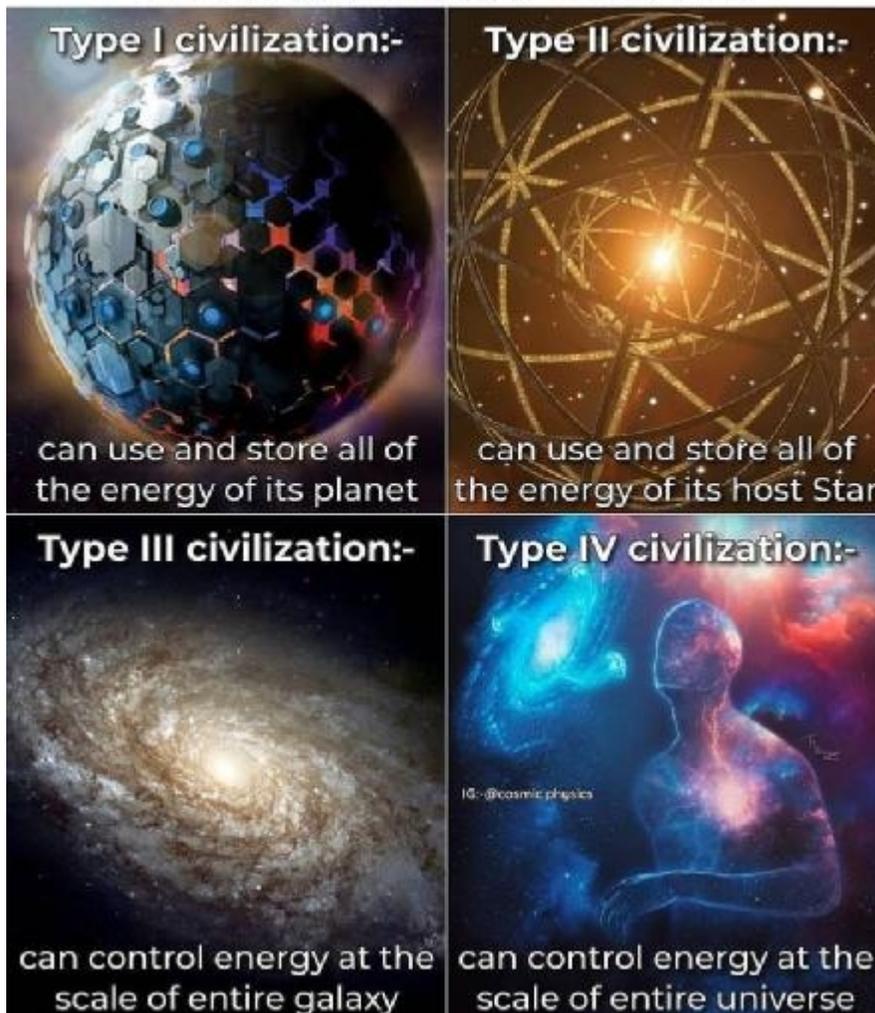


Figura Ap. B3. Civilizaciones Kardashev I, II, III y IV.

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A57. JWST update/actualización: alineado de espejos (y enfriamiento)

[Editar](#)

¿Se pregunta acerca de los 6 rayos que salen de la imagen de prueba de JWST? He aquí por qué suceden.

El alineamiento de los espejos, y progresivo enfriamiento de los sistemas ópticos que lo requieren del telescopio espacial James Webb ha producido unas nuevas imágenes espectaculares pese a que todavía no se ha empezado la fase de "Ciencia" y "datos".

En el Instituto de Ciencias del Telescopio Espacial (STSI) en Baltimore, Maryland, los ingenieros de la NASA están ocupados alineando los espejos y los instrumentos del

Telescopio Espacial James Webb (JWST). Mientras tanto, el equipo de la misión nos ha brindado otro vistazo de lo que verá este observatorio, un sucesor del venerable Telescopio Espacial Hubble, una vez que esté en pleno funcionamiento. ¡El último adelanto es una "imagen de evaluación de alineación del telescopio" de una estrella distante que se ve roja y puntiaguda! Este hito representa la finalización de la quinta fase de preparación, conocida como "fase fina", en la que los controladores de la misión ajustaron cada uno de los segmentos del espejo principal de Webb para producir una imagen unificada utilizando solo la cámara de infrarrojo cercano (NIRCam). Esta imagen se enfocó en una estrella brillante en el centro de la alineación de JWST. Esta estrella se conoce como 2MASS J17554042+6551277 y se encuentra a unos 2.000 años luz de la Tierra.

La sensibilidad de la óptica de Webb y NIRCam (y un filtro rojo que optimizó los contrastes visuales) significó que las galaxias y las estrellas en el fondo también fueran visibles. Pero mientras que las estrellas y galaxias de fondo están a miles de millones de años de distancia (y un poco distorsionadas), la estrella de primer plano tiene una apariencia puntiaguda. Estos se conocen como picos de difracción (o "araña"), que se refieren a los artefactos creados por el espejo secundario o la apertura de un telescopio.



Figura 1. Imagen de la estrella de evaluación de alineación, llamada 2MASS J17554042+6551277. Crédito: NASA/STScI .

Según el Dr. Christopher S. Baird, profesor asistente de física en la Universidad West Texas A&M: “Ciertos telescopios tienen un gran espejo primario que enfoca el haz de luz entrante en un espejo secundario o un sensor que se sostiene sobre el espejo primario. El espejo secundario desvía la luz fuera del telescopio para que pueda ser vista o procesada. O, alternativamente, un sensor colocado sobre el espejo principal convierte la imagen en una señal eléctrica que se envía a una computadora”.

La clave de los picos de difracción, escribe Baird, es que el espejo secundario (o sensor) se mantiene en su lugar sobre el espejo primario mediante varillas de soporte (también conocidas como puntales o paletas), que obstruyen la luz entrante. Cuando la luz de las estrellas entra en el telescopio y se dirige hacia el espejo principal, parte de ella pasa rozando las varillas de soporte y se desvía ligeramente. Esta difracción finalmente cambia la luz en la imagen final, formando una "araña" que se ajusta a la posición de las varillas de soporte (no a la imagen original). “Para las estrellas y otras fuentes de luz puntuales brillantes, este patrón de luz cambiada toma la forma de picos radiales”, agrega Baird. “Cuando las barras de soporte del espejo secundario de un telescopio se

construyen en un bonito patrón cruzado simétrico, los picos de difracción en la imagen de la estrella adoptan el mismo patrón cruzado”.

Una mirada al espejo secundario de JWST muestra que no se ajusta a una difracción de "araña" cruzada o de seis lados. Sin embargo, la difracción también puede ser causada por el borde de la apertura de un telescopio, a través del cual también debe pasar la luz entrante. Dado que las aperturas de la mayoría de los telescopios y cámaras son circulares, generalmente crean anillos de difracción en lugar de picos que generalmente son muy débiles, y se conocen como "patrón de aire".

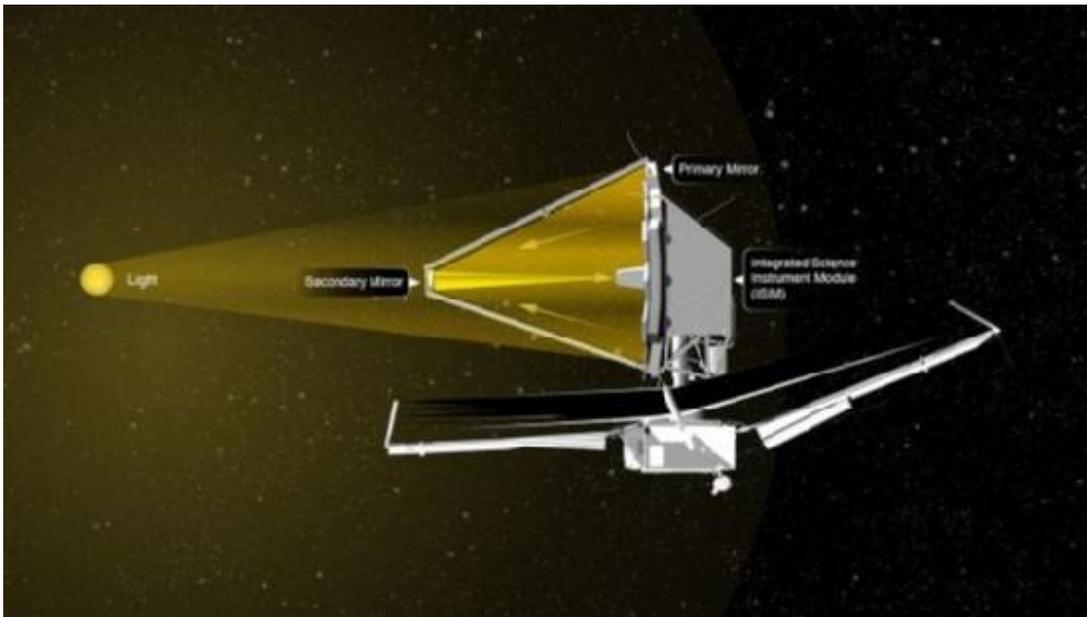
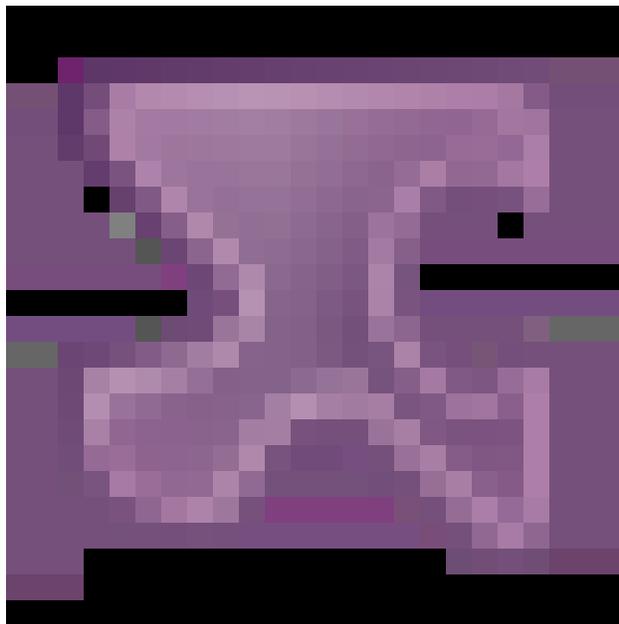


Figura 2. El espejo primario de Webb intercepta la luz roja e infrarroja que viaja por el espacio y la refleja en un espejo secundario más pequeño. Créditos: IMAGEN: STScI, Andi James (STScI) .

Como explicó Baird, los picos de difracción también pueden ser causados por aberturas de forma hexagonal, lo cual es consistente con los segmentos de espejo de James Webb: “Si la apertura no es circular sino que tiene alguna otra forma, tanto los anillos como las puntas pueden resultar solo de la apertura. Estas aberturas poligonales también provocan picos de difracción. Por lo tanto, los picos de difracción que se ven en las imágenes tomadas por cámaras basadas en lentes no son causados por las varillas de soporte sino por la apertura no circular. Por el contrario, los telescopios suelen tener aperturas circulares y, por lo tanto, crean imágenes con picos de difracción causados por las varillas de soporte”.

Esto es común con los espejos primarios segmentados, que son comunes para los observatorios terrestres. Los ejemplos incluyen los telescopios Keck, el Gran Telescopio Canarias (GTC), el Telescopio Hobby-Eberly (HET), el Gran Telescopio de África Meridional (SALT) y el Telescopio espectroscópico de fibra multiobjeto de área de cielo grande (LAMOST) en China. Con su espejo primario de 6,5 metros (21 pies y 4 pulgadas) (compuesto por 18 segmentos de espejo de berilio hexagonal), Webb es el primer telescopio espacial que utiliza un diseño de este tipo. Aunque faltan meses para que Webb comience las operaciones científicas y brinde nuevas vistas del cosmos, esta imagen representa un hito importante. Señala la finalización de la Fase 5 y que el generador de imágenes principal de Webb y su sistema óptico están funcionando tan bien como se puede esperar. Como indicó Ritva Keski-Kuha, subdirectora del elemento del telescopio óptico de Webb, en un comunicado de prensa reciente de la NASA, ha reforzado la confianza del equipo de la misión en el telescopio.

“Hemos alineado y enfocado completamente el telescopio en una estrella, y el rendimiento está superando las especificaciones”, dijo. “Estamos entusiasmados con lo que esto significa para la ciencia. Ahora sabemos que hemos construido el telescopio correcto”. Durante las próximas seis semanas, el equipo procederá con los pasos de alineación restantes antes de realizar los preparativos finales del instrumento científico.



Vídeo 1. Alineado del JWST.

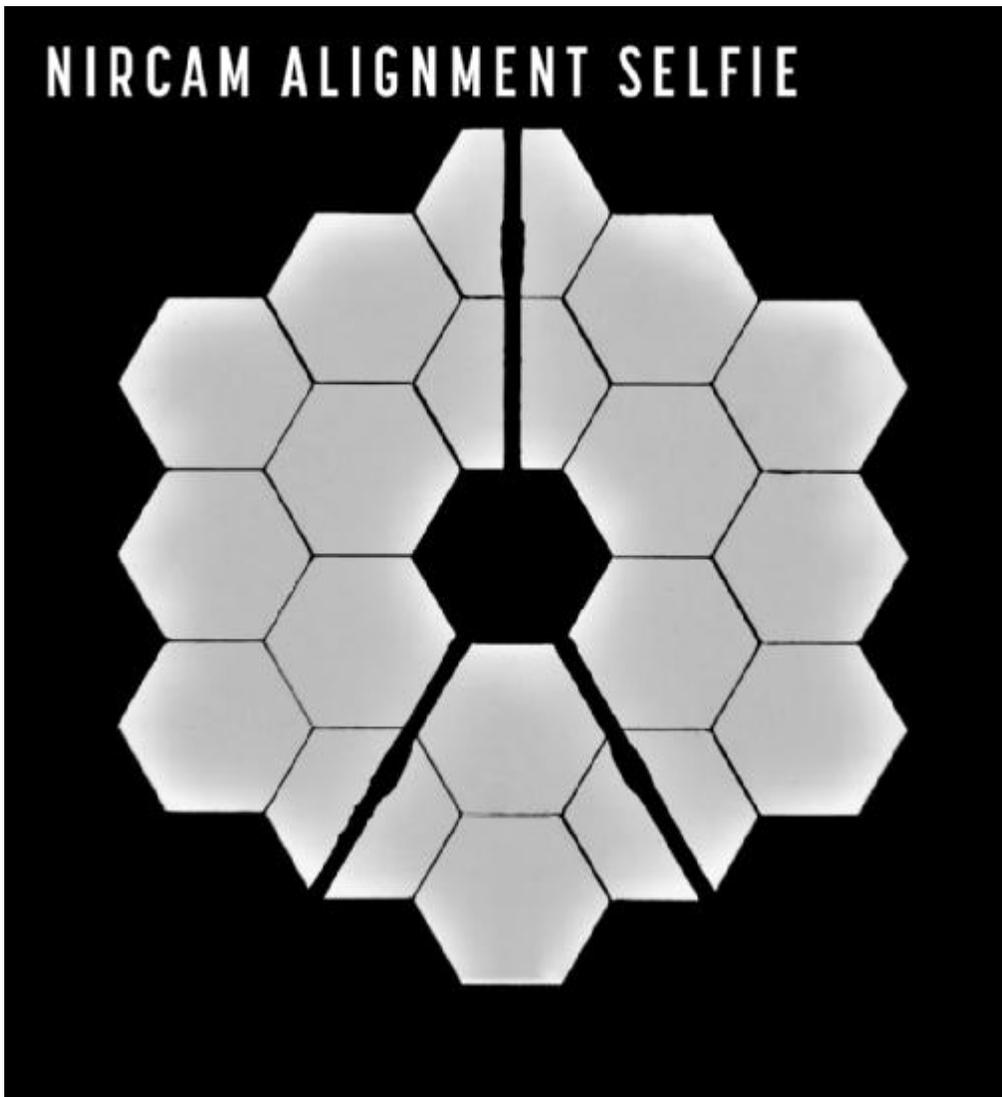


Figura 3. Selfie del JWST. NIRCAM.

El equipo se encuentra actualmente en la sexta fase de preparación, donde realizarán mediciones en múltiples puntos de campo y extenderán la alineación al resto de los instrumentos: el espectrógrafo de infrarrojo cercano (NIRSpec), el instrumento de infrarrojo medio (MIRI) y Near-Infrared Spectrograph (NIRSpec). Cámara infrarroja y espectrógrafo sin rendija (NIRISS). Para esta fase, un algoritmo evaluará el rendimiento de cada instrumento y luego calculará las correcciones finales necesarias para lograr un telescopio bien alineado en todos los instrumentos científicos.

Después de esto, comenzará el paso de alineación final de Webb y el equipo ajustará cualquier pequeño error de posicionamiento residual en los segmentos del espejo. Dijo Thomas Zurbuchen, administrador asociado de la Dirección de Misiones Científicas (SMD) de la NASA en Washington D.C.: “Hace más de 20 años, el equipo de Webb se

dispuso a construir el telescopio más poderoso que nadie jamás haya puesto en el espacio y ideó un diseño óptico audaz para cumplir con los exigentes objetivos científicos. Hoy podemos decir que el diseño va a cumplir”. El equipo está en camino de concluir todos los aspectos de la alineación del Elemento del Telescopio Óptico (OTE) a principios de mayo antes de pasar a los últimos dos meses de preparación del instrumento científico (Fase 7). Se espera que los preparativos concluyan este verano, momento en el que se publicarán las primeras imágenes y datos científicos de resolución completa de Webb. ¡Así que prepárate para más imágenes impresionantes como esta!

Hablando de imágenes, echa un vistazo a la presentación de diapositivas de envíos de #JWSTART, que presenta arte inspirado en el JWST.

Referencias

[1] Universe Today news: *Wondering About the 6 Rays Coming out of JWST's Test Image? Here's why They Happen.* URL: <https://www.universetoday.com/155062/wondering-about-the-6-rays-coming-out-of-jwsts-test-image-heres-why-they-happen/>

[2] Astronomy Picture Of the Day. APOD, March 19th, 2022. <https://apod.nasa.gov/apod/ap220319.html>

[3] Will the JWST enlarge our vision of the Universe? Our current Universe pictures like this in Astronomy Picture Of the Day. APOD, March 16th, 2022. <https://apod.nasa.gov/apod/ap220316.html>

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A58. En busca de la radiación de Hawking

[Editar](#)

Una nueva forma de confirmar la idea de Hawking de que los agujeros negros emiten radiación

Nada, clásicamente, ni materia ni radiación, puede escapar de un agujero negro. La relatividad general es muy clara en este punto. Cruza el horizonte de eventos de un agujero negro y te perderás para siempre en el universo. Excepto que eso no es del todo cierto. Es cierto según la teoría de Einstein, pero la relatividad general es un modelo clásico. No tiene en cuenta los aspectos cuánticos de la naturaleza. Para eso, necesitarías una teoría cuántica de la gravedad, que no tenemos. Pero tenemos algunas ideas sobre

algunos de los efectos de la gravedad cuántica, y uno de los más interesantes es la radiación de Hawking. Una forma de estudiar la gravedad cuántica es observar cómo podrían comportarse los objetos cuánticos en un espacio curvo. Por lo general, en la teoría cuántica, asumimos que el espacio es un fondo fijo y plano. La relatividad especial todavía se aplica, pero la relatividad general no. Básicamente, simplemente ignoramos la gravedad ya que sus efectos son muy pequeños. Esto funciona muy bien para cosas como los átomos en la gravedad de la Tierra. Pero la mecánica cuántica alrededor del horizonte de eventos de un agujero negro es muy diferente.

Hawking no fue el primero en estudiar los efectos cuánticos de los agujeros negros, pero demostró que los horizontes de eventos no son inmutables. Si un objeto cuántico estuviera para siempre atado por un agujero negro, sabríamos con absoluta certeza dónde está el objeto. Pero los sistemas cuánticos son borrosos y siempre hay incertidumbre en su ubicación. Podríamos decir que el objeto cuántico probablemente esté dentro del agujero negro, hay una pequeña posibilidad de que no lo esté. Esto significa que, con el tiempo, los objetos pueden hacer un túnel cuántico más allá del horizonte de eventos y escapar. Esto hace que el agujero negro pierda un poco de masa, y cuanto menos masa tenga un agujero negro, más fácilmente podrán escapar los objetos cuánticos.

Entonces, los agujeros negros pueden emitir una energía débil gracias a la radiación de Hawking. Lo interesante de esto es que los efectos conectan los agujeros negros con la termodinámica. Dado que los agujeros negros emiten algo de luz, tienen temperatura. A partir de este simple hecho, los físicos han desarrollado la teoría de la termodinámica de los agujeros negros, que nos ayuda a comprender qué sucede cuando los agujeros negros se fusionan, entre otras cosas.

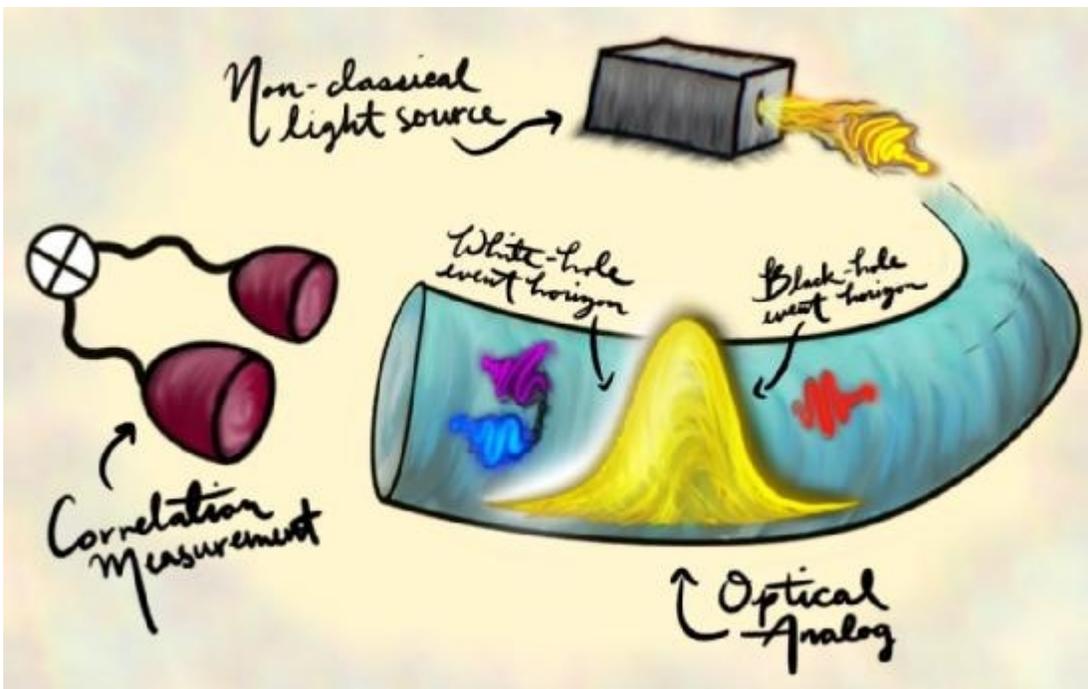


Figura 1. Cómo podrían estudiarse los agujeros negros simulados. Crédito: Anthony Brady, Universidad de Arizona.

Es algo brillante, pero el problema es que nunca hemos observado la radiación de Hawking. La mayoría de los físicos creen que sí ocurre, pero no podemos probarlo. Y dado (teóricamente) cuán débil es la radiación de Hawking y cuán lejos están incluso los agujeros negros más cercanos, no es probable que detectemos la radiación de Hawking en el futuro previsible. Entonces, en cambio, los científicos observan sistemas analógicos como vórtices de agua o sistemas ópticos que tienen propiedades similares a las de un horizonte. Un estudio reciente en *Physical Review Letters* analiza los análogos de agujeros negros ópticos y encontró un efecto interesante de la radiación de Hawking.

Una forma de simular agujeros negros es crear un paquete de luz restringido en un material óptico no lineal. El material actúa como una especie de puerta unidireccional, por lo que los fotones pueden ingresar al paquete en una sola dirección (como la naturaleza unidireccional del horizonte de eventos de un agujero negro). Del otro lado del paquete, solo pueden salir fotones, lo que es similar a un hipotético agujero blanco. Entonces, el sistema óptico modela un par de agujero negro/agujero blanco.

El equipo usó simulaciones por computadora para estudiar qué sucedería cuando un sistema cuántico pasa a través del par simulado. Descubrieron que el par podría usarse para crear un efecto cuántico conocido como entrelazamiento. Cuando dos partículas se crean como un par cuántico, se entrelazan, lo que significa que la interacción con una partícula también afecta a la otra. Creemos que cuando las partículas escapan de un agujero negro a través de la radiación de Hawking, lo hacen como pares entrelazados. Según este último trabajo, el par simulado de agujero negro/agujero blanco se puede utilizar para cambiar el entrelazamiento de un sistema que lo atraviesa. El sistema puede incluso ajustarse para que el enredo se fortalezca o se debilite.

Este trabajo respalda la idea de que la radiación de Hawking ocurre en pares entrelazados, pero también muestra cómo el entrelazamiento podría modificarse experimentalmente, lo que sería muy útil para otras investigaciones, como la teoría de la información y la computación cuántica. El siguiente paso es realizar este tipo de experimento en el laboratorio. Si funciona como se predijo, podríamos tener una nueva y poderosa forma de estudiar los sistemas cuánticos.

Referencias

[1] *A new way to Confirm Hawking's Idea That Black Holes Give off Radiation*, by Brian Coberlein. URL: <https://www.universetoday.com/155015/a-new-way-to-confirm-hawkings-idea-that-black-holes-give-off-radiation/>

[2] Agullo, Ivan, Anthony J. Brady y Dimitrios Kranas. "Aspectos cuánticos de la radiación de Hawking estimulada en un par de agujeros blancos-negros analógicos ópticos". *Cartas de revisión física* 128.9 (2022): 091301. / Agullo, Ivan, Anthony J. Brady, and Dimitrios Kranas. "Quantum Aspects of Stimulated Hawking Radiation in an

Optical Analog White-Black Hole Pair.” Physical Review Letters 128.9 (2022): 091301.
ArXiv: <https://arxiv.org/abs/2107.10217>

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A59. Buscando los axiones

[Editar](#)

Publicado el 14 de marzo de 2022 por Brian Koberlein

Si los axiones son materia oscura, tenemos nuevos consejos sobre dónde buscarlos

Si la materia oscura está ahí afuera, y ciertamente parece estarlo, entonces, ¿qué podría ser? Ese es quizás el mayor misterio de la materia oscura. Las únicas partículas conocidas que cumplen el requisito de tener masa y no interactuar fuertemente con la luz son los neutrinos. Pero los neutrinos tienen poca masa y atraviesan el cosmos a casi la velocidad de la luz. Son una forma de materia oscura "caliente", por lo que no coinciden con los datos observados que requieren que la materia oscura sea "fría". Con los neutrinos descartados, los cosmólogos buscan varias partículas hipotéticas que no hemos descubierto, y quizás las más populares se conocen como axiones. Fueron propuestos como tales por el premio Nobel de Física Frank Wilczek, que para solucionar un problema llamado problema fuerte CP, propuso la existencia de estas ligeras partículas que aún hoy son especulativas y teóricas, aunque son un candidato a materia oscura ligera, o SIMP (Slim Interacting Massive Particle), formando un nuevo conjunto de posibles partículas y variantes, llamados ALPs (Axion-Like Particles).

Los axiones se propusieron por primera vez en la década de 1970 como una forma de abordar ciertos problemas en nuestra comprensión de la fuerza nuclear fuerte. Según las teorías, los axiones deberían ser partículas masivas que interactúan débilmente con la luz. Dependiendo de la masa propuesta de estas partículas, podrían ser una solución al problema de la materia oscura. Desafortunadamente, los datos que hemos recopilado siguen descartando modelos de axiones. Las mediciones del espín nuclear descartan muchos de los modelos y las observaciones espectrales descartan otros. Hay varias formas de modificar los modelos de axiones, pero los experimentos que intentan específicamente detectar axiones no han dado resultado. Ahora un nuevo experimento podría explicar por qué.

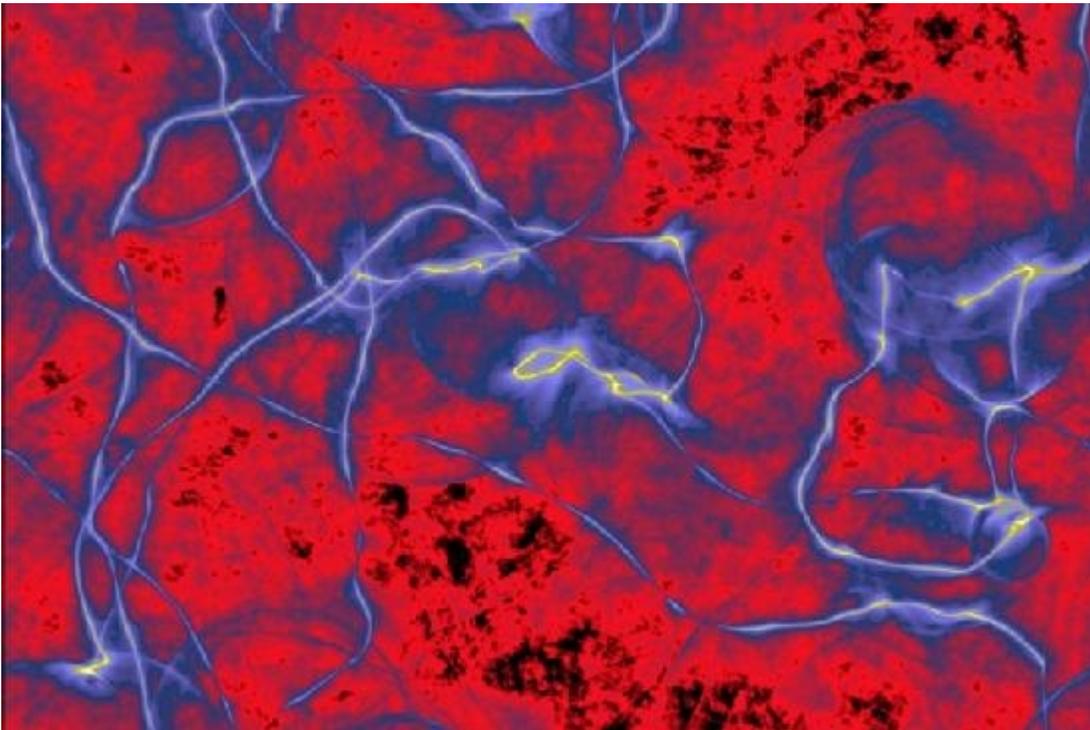


Figura 1. Nuevas simulaciones muestran vórtices similares a cuerdas que podrían arrojar axiones a través del universo primitivo. Crédito: Malte Buschmann, Universidad de Princeton.

En lugar de tratar de observar los axiones de forma experimental, este último trabajo utiliza modelos informáticos para simular los primeros momentos del universo. Usando un método conocido como refinamiento de malla adaptativa, el equipo pudo simular regiones del universo primitivo con mayor detalle que antes. Descubrieron que poco después del período inflacionario hay vórtices similares a cuerdas que pueden arrojar partículas de axión a áreas menos densas. Al comparar sus modelos con la escala de agrupamiento de galaxias observada, pudieron predecir la masa de los axiones. La incertidumbre de su valor de masa es grande, pero es un rango de más del doble de lo que pensábamos.

Esto podría explicar por qué han fallado las búsquedas previas de axiones. La mayoría de los experimentos con axiones intentan detectar axiones midiendo su interacción con campos magnéticos. Por ejemplo, una cavidad resonante con un fuerte campo magnético debería empujar cualquier axión que la atravesara. El axión entonces emitiría un destello electromagnético que podríamos detectar. Pero este tipo de experimento solo funciona para axiones menos masivos de alrededor de 20 a 30 microelectrones voltios. Este nuevo estudio predice que los axiones están más cerca de los 65 microelectrones voltios, lo que

significa que son demasiado masivos para que los vean los experimentos anteriores. Así que tal vez existan axiones, pero hemos estado buscando en el rango de masa equivocado.

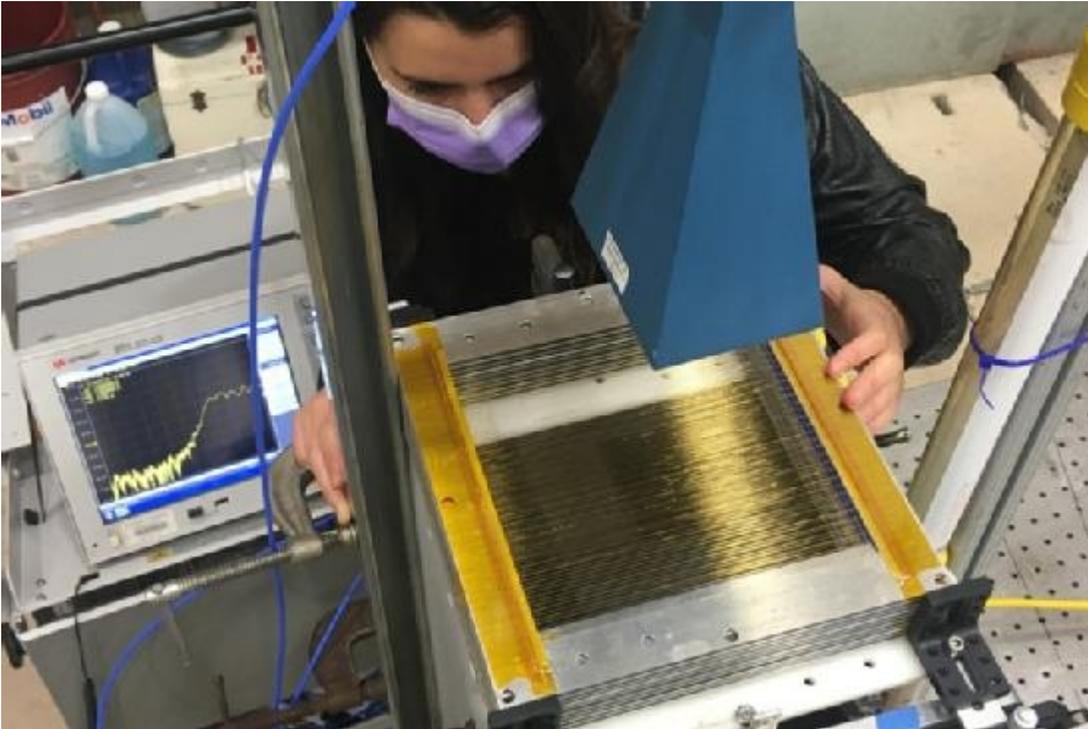


Figura 2. Mackenzie Wooten con un prototipo de un resonador de metamaterial de matriz de cables que se usaría en un haloscopio plasmónico para buscar axiones de materia oscura. Crédito: Karl van Bibber.

El equipo continúa analizando cómo se pueden detectar axiones más masivos. Una posibilidad se conoce como haloscopio plasmónico, que es una matriz tridimensional de finos cables que se utiliza para crear un metamaterial de plasma. Los axiones más pesados deberían interactuar con el metamaterial de manera detectable. Pero este tipo de experimento aún está muy lejos. Los axiones no son la única solución posible para la materia oscura, por lo que, aunque finalmente se descarten, existen otras opciones hipotéticas. Y como muestra este último estudio, los decepcionantes resultados de axión que hemos tenido hasta ahora podrían no ser tan molestos como pensábamos. Sin duda, vale la pena intentarlo en la oscuridad buscando axiones en un rango de masa más alto.

Referencias

[1] Posted on March 14, 2022 by Brian Koberlein. Universe Today news. *If Axions are Dark Matter, we've got new Hints About Where to Look for Them.* URL:

<https://www.universetoday.com/154964/if-axions-are-dark-matter-weve-got-new-hints-about-where-to-look-for-them/>

[2] Buschmann, Malte, et al. “[Dark matter from axion strings with adaptive mesh refinement.](#)” Nature Communications 13.1 (2022): 1-10.

Noticia editada y traducida por: Juan F. González

A60. La hipótesis del planeta nueve

[Editar](#)

Buscando el planeta 9 del Sistema Solar (con permiso de Plutón y otros)

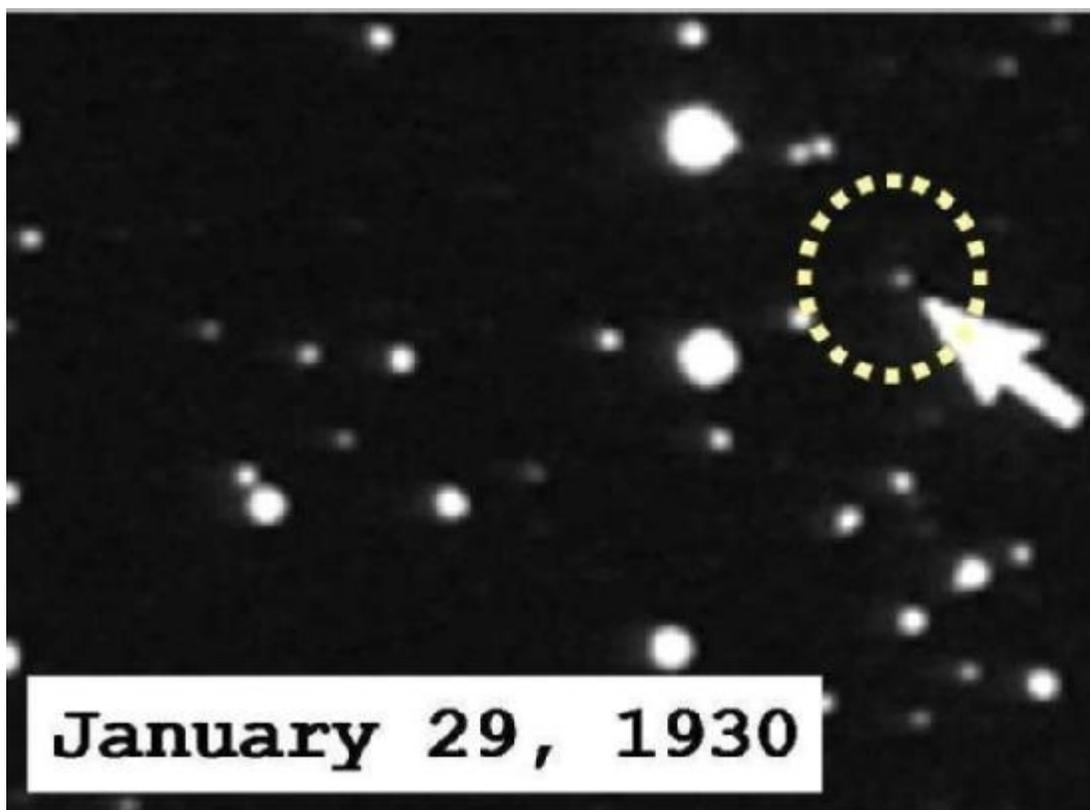


Figura 1. La fotografía del descubrimiento de Plutón encontrada por Clyde W. Tombaugh del Observatorio Lowell en 1930.

Los astrónomos de hoy sospechan que podría haber un Planeta 9 previamente desconocido en el sistema solar distante, pero una nueva búsqueda en longitudes de onda milimétricas no ha podido encontrar ningún candidato convincente. Crédito: Observatorio Lowell; tombaugh El sistema solar tiene ocho planetas. En 2006, los astrónomos reclasificaron a Plutón como planeta enano, la misma clase que contiene a Eris, Sedna, Quaoar, Ceres y quizás muchos más cuerpos pequeños del sistema solar.

Estos se definen aproximadamente como cuerpos que orbitan alrededor del sol pero que no son lo suficientemente masivos (a diferencia de los planetas normales) para dominar gravitacionalmente sus entornos eliminando material. Los astrónomos se preguntan, sin embargo, si no habrá realmente un noveno planeta no descubierto anteriormente pero que acecha en los confines del sistema solar, tal vez en la gigante nube de objetos de Oort que comienza a cientos de unidades astronómicas (AU) del sol y se extiende hacia afuera.

La noción de que puede haber un noveno planeta masivo en el sistema solar exterior ha adquirido un nuevo atractivo con datos recientes que muestran que los parámetros orbitales de algunos cuerpos pequeños más allá de Neptuno (sus inclinaciones, perihelios y movimientos retrógrados) parecen comportarse como si habían sido influenciados por la gravedad de un objeto masivo en el sistema solar exterior. Aunque estos datos sufren de sesgos de observación e incertidumbres estadísticas, han despertado un renovado interés en la idea de la presencia de otro planeta. Este especulativo Planeta 9, según las estimaciones, tendría un tamaño de entre 5 y 10 masas terrestres y orbitaría entre 400 y 800 AU del sol. Un planeta a esta distancia sería extremadamente difícil de detectar en las búsquedas ópticas normales del cielo debido a su debilidad, incluso para telescopios como PanSTARRS y LSST. La mayoría de los objetos del sistema solar se descubrieron en longitudes de onda ópticas a través de su luz solar reflejada, pero la luz solar que reciben cae, ya que la ley del inverso del cuadrado para la radiación electromagnética dice que la intensidad de la luz medida es inversamente proporcional a la distancia al cuadrado desde la fuente de radiación; además, la porción reflejada luego viaja de regreso a los telescopios en la Tierra y así declina nuevamente por un factor similar.

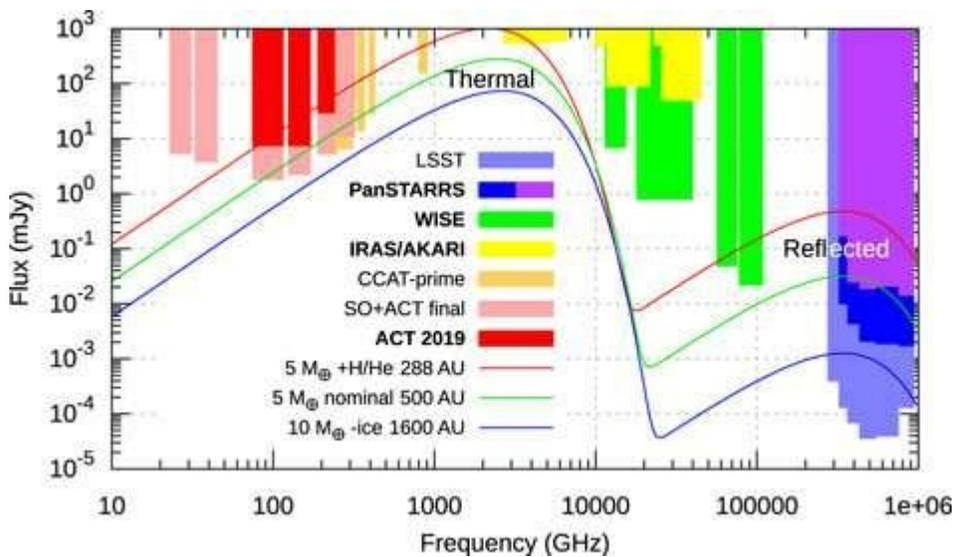


Figura 2. El planeta 9 y métodos de detección. Los espectros potenciales del Planeta 9 comparados con el límite de detección de 5σ de las encuestas de área amplia actuales y futuras. Crédito: The Astrophysical Journal (2021). DOI: 10.3847/1538-4357/ac2307.

En los confines del sistema solar, estos objetos, aunque fríos, pueden emitir más radiación infrarroja que la luz óptica que reflejan, y los astrónomos en el pasado han usado sondeos infrarrojos como el Wide-field Infrared Explorer (WISE) para buscar, pero sin éxito. El astrónomo de CfA, Benjamin Schmitt, fue miembro de un gran equipo que utilizó el Telescopio de Cosmología de Atacama (ACT) de 6 metros en Chile para buscar el Planeta 9 en longitudes de onda milimétricas. Aunque ACT fue diseñado para estudiar la radiación de fondo cósmico de microondas, su resolución angular y sensibilidad relativamente altas lo hacen adecuado para este tipo de búsqueda. Los astrónomos escanearon alrededor del 87 % del cielo accesible desde el hemisferio sur durante un período de seis años y luego procesaron las imágenes milimétricas con una variedad de técnicas, incluidos métodos de binning y apilamiento que podrían descubrir fuentes débiles pero a expensas de perder información posicional. Su búsqueda encontró muchas fuentes candidatas tentativas (alrededor de 3500 de ellas), pero ninguna pudo confirmarse y no hubo detecciones estadísticamente significativas. Los científicos, sin embargo, pudieron excluir con un 95% de confianza un Planeta 9 con las propiedades estimadas anteriormente dentro del área estudiada, resultados que generalmente son consistentes con otras búsquedas nulas del Planeta 9. Los resultados cubren solo alrededor del 10 al 20% de las posibilidades, pero otras instalaciones milimétricas sensibles se están conectando y deberían poder completar esta búsqueda del Planeta 9 como se supuso.

Referencias

[1] Sigurd Naess et al, *The Atacama Cosmology Telescope: A Search for Planet 9*, The Astrophysical Journal (2021). DOI: [10.3847/1538-4357/ac2307](https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac2307)

[2] *Still searching for Planet 9*, by Harvard University para Physics.org news. URL: <https://phys.org/news/2022-03-planet.html>

Noticia editada y traducida por: Juan F. González

A61. Ocultadores de estrellas (Starshades)

[Editar](#)

Starshades u ocultadores de luz estelar, basados en el espacio, convertirán a los grandes telescopios terrestres en los buscadores de exoplanetas más potentes

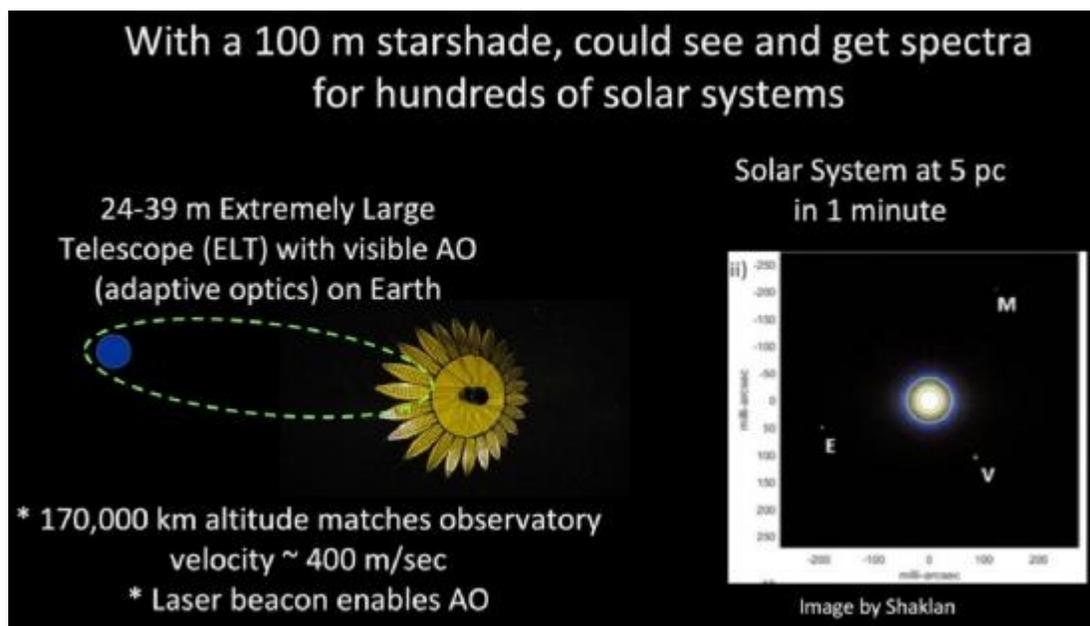


Figura 1. Concepto de "starshade" u ocultador de estrellas/luz estelar. Arriba: Representación gráfica del Observatorio Híbrido de Exoplanetas Similares a la Tierra (HOEE) Créditos: John Mather.

Los observatorios híbridos combinarán una pantalla estelar de 100 metros de diámetro en el espacio con un telescopio en tierra. El Observatorio Híbrido de Exoplanetas Similares a la Tierra (HOEE) convertiría los telescopios terrestres más grandes que se encuentran actualmente en construcción (Telescopio Gigante de Magallanes, Telescopio de Treinta Metros y Telescopio Extremadamente Grande) en los buscadores de planetas más poderosos que se hayan diseñado hasta ahora. Ningún otro equipo propuesto puede

igualar la resolución angular (nitidez de la imagen), la sensibilidad (capacidad de ver objetos débiles en un momento dado) o el contraste (capacidad de ver planetas débiles cerca de estrellas brillantes). Se necesita el gran telescopio porque los planetas similares a la Tierra son extremadamente débiles. La sombra estelar es necesaria para bloquear el resplandor de las estrellas anfitrionas; el sol es 10 mil millones de veces más brillante que la Tierra en longitudes de onda visibles. Una pantalla estelar en una órbita astroestacionaria coincidiría en posición y velocidad con el telescopio en movimiento, y proyectaría una sombra oscura de la estrella, sin bloquear la luz de sus planetas. La propulsión activa mantendría la alineación durante la observación. La óptica adaptativa del telescopio compensaría la distorsión atmosférica de las imágenes entrantes. El HOEE abordaría la recomendación de mayor prioridad del informe de la Estrategia de Exoplanetas: observar la luz reflejada de planetas similares a la Tierra con espectroscopia de baja resolución. Esta luz está influenciada por los minerales de la superficie, los océanos, los continentes, el clima, la vegetación y los componentes atmosféricos, la temperatura y la presión. Observar muchos sistemas ayudaría a responder la pregunta de por qué las configuraciones como nuestro propio Sistema Solar son raras; de los miles de sistemas de exoplanetas conocidos, ninguno es como el hogar, con planetas rocosos interiores, una tenue nube de polvo, un cinturón de asteroides y planetas exteriores gigantes. La observación del oxígeno fotosintético respondería a las preguntas de si la vida es rara o común, qué requiere y cuánto tarda en crecer.

Pero esta sombra estelar no se puede construir con los diseños actuales. Se desarrollará un rediseño ultraligero que se pueda construir o ensamblar en el espacio. Nuestro objetivo es reducir la masa de la sombra estelar en más de un factor de 10. No hay razón para requerir miles de kg para soportar 400 kg de membranas delgadas. El HOEE depende de dos innovaciones principales: un observatorio híbrido tierra-espacio y un telescopio extremadamente grande en la tierra. El poste alto que requiere diseño y demostración es el concepto mecánico de la sombra estelar misma. Debe satisfacer requisitos contradictorios de tamaño y masa, precisión y estabilidad de la forma, y rigidez durante o después del encendido del propulsor. La baja masa es esencial para observar muchas estrellas objetivo diferentes. Si se puede ensamblar o construir después del lanzamiento, no es necesario que se construya para sobrevivir al lanzamiento. Se pueden cumplir todos los requisitos, con el esfuerzo suficiente. El HOEE es el observatorio de exoplanetas más poderoso propuesto hasta ahora.

Referencias

[1] *Space Based Starshades Will Make Large Ground Telescopes the Most Powerful Exoplanet Finders*, blog Next Big Future, March 14, 2022 by Brian Wang. URL: <https://www.nextbigfuture.com/2022/03/starsshades-for-large-ground-telescopes-to-enable-observing-earth-sized-exoplanets.html>

Artículo traducido y editado por: Juan F. González

A62. Machine Learning y exoplanetas habitables

[Editar](#)

Machine Learning Will be one of the Best Ways to Identify Habitable Exoplanets

Machine learning será uno de los mejores métodos para identificar exoplanetas habitables

El campo de los estudios de planetas extrasolares está experimentando un cambio sísmico. Hasta la fecha, se han confirmado 4.940 exoplanetas en 3.711 sistemas planetarios, con otros 8.709 candidatos en espera de confirmación. Con tantos planetas disponibles para el estudio y las mejoras en la sensibilidad del telescopio y el análisis de datos, el enfoque está pasando del descubrimiento a la caracterización. En lugar de simplemente buscar más planetas, los astrobiólogos examinarán los mundos "potencialmente habitables" en busca de posibles "biofirmas". Esto se refiere a las firmas químicas asociadas con la vida y los procesos biológicos, uno de los más importantes es el agua. Como el único solvente conocido de que la vida (tal como la conocemos) no puede existir, el agua se considera la vara de zahorí para encontrar vida. En un estudio reciente, los astrofísicos Dang Pham y Lisa Kaltenegger explican cómo las encuestas futuras (cuando se combinan con el aprendizaje automático) podrían discernir la presencia de agua, nieve y nubes en exoplanetas distantes.

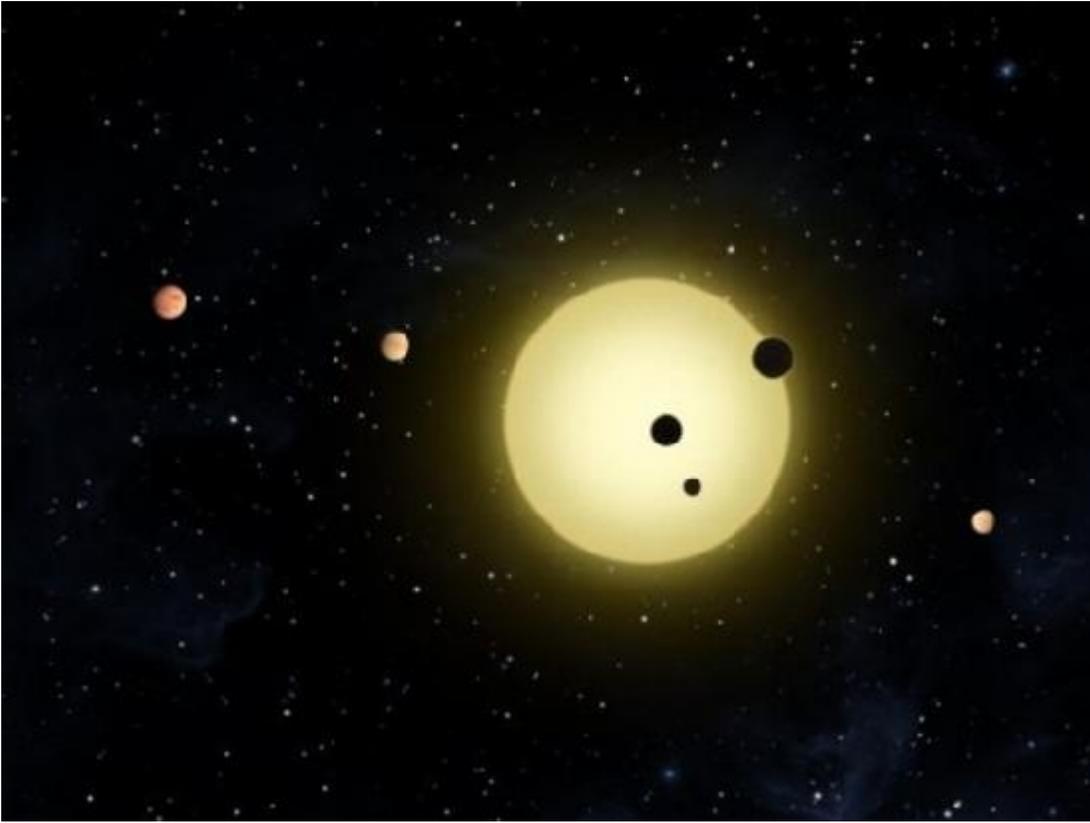


Figura 1. Impresión del artista de un sistema de múltiples planetas donde tres están haciendo un tránsito. Crédito: NASA El agua es algo de lo que depende toda la vida en la Tierra, de ahí su importancia para los estudios astrobiológicos y de exoplanetas. Como Lisa Kaltenegger le dijo a Universe Today por correo electrónico, esta importancia se refleja en el eslogan de la NASA, "solo sigue el agua", que también inspiró el título de su artículo:

“El agua líquida en la superficie de un planeta es una de las armas humeantes para la vida potencial. Digo potencial aquí porque no sabemos qué más necesitamos para que la vida comience. Pero el agua líquida es un gran comienzo. Así que usamos el eslogan de la NASA de "Solo sigue el agua" y preguntamos, ¿cómo podemos encontrar agua en la superficie de los exoplanetas rocosos en la Zona Habitable? Hacer espectroscopia requiere mucho tiempo, por lo que estamos buscando una forma más rápida de identificar inicialmente planetas prometedores, aquellos con agua líquida”. Actualmente, los astrónomos se han limitado a buscar la línea de absorción [Lyman-alfa](#), que indica la presencia de gas hidrógeno en la atmósfera de un exoplaneta. Este es un subproducto del vapor de agua atmosférico que ha estado expuesto a la radiación ultravioleta solar, lo que hace que se disocie químicamente en hidrógeno y oxígeno molecular (O₂), el primero de los cuales se pierde en el espacio mientras que el segundo se retiene. Esto

está a punto de cambiar, gracias a los telescopios de próxima generación como el James Webb (JWST), Nancy Grace Roman (RST) y el Telescopio Espacial Origins, así como a los observatorios de próxima generación como el Observatorio de Exoplanetas Habitables (HabEx) y Topógrafo grande UV/óptico/IR (LUVOIR). También hay telescopios terrestres que estarán operativos en los próximos años, como el Telescopio Extremadamente Grande (ELT), el Telescopio Gigante de Magallanes (GMT) y el Telescopio de Treinta Metros (TMT).



Figura 2. La impresión de este artista muestra el planeta que orbita alrededor de la estrella similar al Sol HD 85182 en la constelación austral de Vela (La Vela). Crédito: ESO.

Gracias a sus grandes espejos primarios y su conjunto avanzado de espectrógrafos, coronógrafos y óptica adaptativa, estos instrumentos podrán realizar estudios de imágenes directas de exoplanetas. Consiste en estudiar la luz reflejada directamente desde la atmósfera o superficie de un exoplaneta para obtener espectros que permitan a los astrónomos ver qué elementos químicos están presentes. Pero como indican en su artículo, este es un proceso que requiere mucho tiempo. Los astrónomos comienzan observando miles de estrellas en busca de caídas periódicas en el brillo, luego analizan las curvas de luz en busca de signos de firmas químicas. Actualmente, los investigadores de exoplanetas y los astrobiólogos confían en los astrónomos aficionados y los algoritmos de las máquinas para clasificar los volúmenes de datos que obtienen sus

telescopios. De cara al futuro, Pham y Kaltenegger muestran cómo será crucial un aprendizaje automático más avanzado.

Como indican, las técnicas de MI permitirán a los astrónomos realizar las caracterizaciones iniciales de los exoplanetas más rápidamente, lo que permitirá a los astrónomos priorizar los objetivos para las observaciones de seguimiento. Al “seguir el agua”, los astrónomos podrán dedicar una mayor parte del valioso tiempo de estudio de un observatorio a los exoplanetas que tienen más probabilidades de proporcionar retornos significativos. “Los telescopios de próxima generación buscarán vapor de agua en la atmósfera de los planetas y agua en la superficie de los planetas”, dijo Kaltenegger. “Por supuesto, para encontrar agua en la superficie de los planetas, debe buscar [agua en sus] formas líquida, sólida y gaseosa, como hicimos en nuestro artículo”.



Figura 3. An artist’s illustration of the exoplanet HR8799e, which was directly imaged using the GRAVITY instrument on the ESO’s Very Large Telescope Interferometer. Credit: ESO/L. Calçada

“El aprendizaje automático nos permite identificar rápidamente los filtros óptimos, así como el equilibrio en la precisión en varias relaciones de señal a ruido”, agregó Pham. “En la primera tarea, usando [el algoritmo de código abierto] XGBoost, obtenemos una

clasificación de qué filtros son más útiles para el algoritmo en sus tareas de detección de agua, nieve o nubes. En la segunda tarea, podemos observar cuánto mejor se desempeña el algoritmo con menos ruido. Con eso, podemos trazar una línea en la que obtener más señal no correspondería a una precisión mucho mayor”. Para asegurarse de que su algoritmo estuviera a la altura de la tarea, Pham y Kaltenegger realizaron una calibración considerable. Esto consistió en crear 53.130 perfiles espectrales de una Tierra fría con varios componentes superficiales, que incluyen nieve, agua y nubes de agua. Luego simulamos los espectros de esta agua en términos de reflectividad atmosférica y superficial y perfiles de color asignados. Como explicó Pham:

“La atmósfera se modeló utilizando Exo-Prime2; Exo-Prime2 se ha validado comparándolo con la Tierra en varias misiones. El USGS mide la reflectividad de superficies como la nieve y el agua en la Tierra. Luego creamos colores a partir de estos espectros. Entrenamos XGBoost en estos colores para realizar tres objetivos separados: detectar la existencia de agua, la existencia de nubes y la existencia de nieve”. Este XGBoost entrenado mostró que las nubes y la nieve son más fáciles de identificar que el agua, lo cual era de esperar ya que las nubes y la nieve tienen un albedo mucho mayor (mayor reflectividad de la luz solar) que el agua. Además, identificaron cinco filtros óptimos que funcionaron extremadamente bien para el algoritmo, todos los cuales tenían 0,2 micrómetros de ancho y en el rango de luz visible. El paso final fue realizar una evaluación de probabilidad simulada para evaluar su modelo de planeta con respecto al agua líquida, la nieve y las nubes del conjunto de cinco filtros óptimos que identificaron.



Figura 4. Impresión artística del telescopio espacial Nancy Grace Roman (anteriormente WFIRST). Crédito: NASA/GSFC.

"Finalmente, [realizamos] un breve análisis bayesiano usando un método de Montecarlo con cadenas de Markov (Markov-Chain Monte Carlo, MCMC) para hacer la misma tarea en los cinco filtros óptimos, como un método de aprendizaje no automático para validar nuestro hallazgo", dijo Pham. "Nuestros hallazgos allí son similares: el agua es más difícil de detectar, pero es factible identificar el agua, la nieve y las nubes a través de la fotometría". Del mismo modo, se sorprendieron al ver lo bien que el XGBoost entrenado podía identificar el agua en la superficie de los planetas rocosos basándose únicamente en el color. Según Kaltenegger, esto es lo que realmente son los filtros: un medio para separar la luz en "contenedores" discretos. "Imagínese un contenedor para toda la luz roja (el filtro "rojo"), luego un contenedor para toda la luz verde, de verde claro a verde oscuro (el filtro "verde")", dijo.

Su método propuesto no identifica el agua en las atmósferas de los exoplanetas, sino en la superficie de un exoplaneta a través de la fotometría. Además, no funcionará con el Método de Tránsito (también conocido como Fotometría de Tránsito), que actualmente es el medio más utilizado y efectivo para la detección de exoplanetas. Este método consiste en observar estrellas distantes en busca de caídas periódicas en la luminosidad atribuidas a los exoplanetas que pasan frente a la estrella (también conocido como tránsito) en relación con el observador. En ocasiones, los astrónomos pueden obtener espectros de la atmósfera de un exoplaneta mientras hace un tránsito, un proceso

conocido como "espectroscopia de tránsito". A medida que la luz del sol atraviesa la atmósfera del exoplaneta en relación con el observador, los astrónomos la analizarán con espectrómetros para determinar qué sustancias químicas hay allí. Usando su óptica sensible y su conjunto de espectrómetros, el JWST se basará en este método para caracterizar las atmósferas de los exoplanetas.

Pero como indican Pham y Kaltenegger, su algoritmo solo funcionará con la luz reflejada de la imagen directa de los exoplanetas. Esta es una noticia especialmente buena teniendo en cuenta que es probable que la espectroscopia obtenida a través de estudios de imágenes directas revele más sobre los exoplanetas, no solo la composición química de sus atmósferas. Según Kaltenegger, esto crea todo tipo de oportunidades para las misiones de próxima generación:

“Esto está abriendo la oportunidad para misiones espaciales más pequeñas como el telescopio Nancy Roman para ayudar a identificar mundos que podrían albergar vida. Y para los próximos telescopios más grandes, como recomienda la encuesta decenal, les permite escanear los planetas rocosos en la Zona Habitable en busca de los candidatos más prometedores, aquellos con agua en su superficie, por lo que dedicamos tiempo a caracterizar los más interesantes, y buscar vida de manera efectiva en planetas que tengan excelentes condiciones para que comience”. El artículo que describe sus hallazgos se publicó recientemente en *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (MNRAS).

Referencias

[1] *Machine Learning Will be one of the Best Ways to Identify Habitable Exoplanets*, by Matt Williams. March 19th. Universe Today news. URL: <https://www.universetoday.com/154887/machine-learning-will-be-one-of-the-best-ways-to-identify-habitable-exoplanets/>

[2] *Follow the Water: Finding Water, Snow and Clouds on Terrestrial Exoplanets with Photometry and Machine Learning*, Dang Pham, Lisa Kaltenegger. URL: <https://arxiv.org/abs/2203.04201>

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A63. Perseverance a toda pastilla en la superficie de Marte

[Editar](#)



Figura 1. El rover Perseverance Mars de la NASA observa las huellas de sus ruedas el 17 de marzo de 2022, el día 381 marciano, o sol, de la misión. Crédito: NASA/JPL-Caltech.

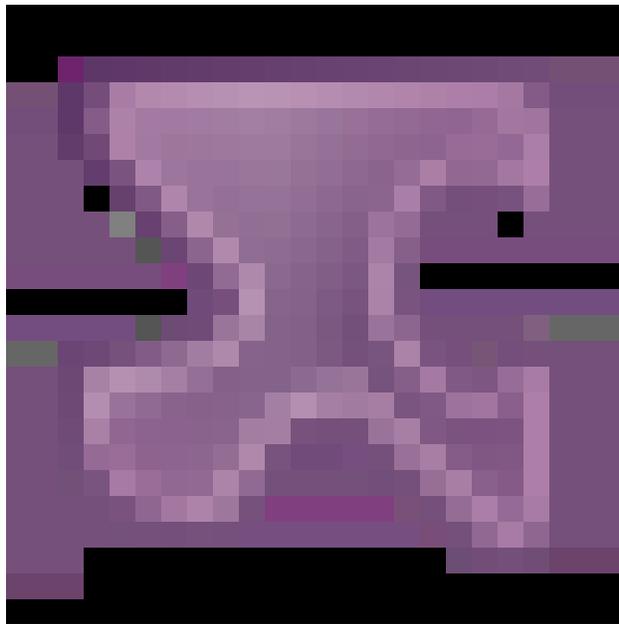
El rover Perseverance Mars de la NASA está tratando de cubrir más distancia en un solo mes que cualquier rover anterior, y lo está haciendo utilizando inteligencia artificial. En el camino por delante hay pozos de arena, cráteres y campos de rocas afiladas que el rover tendrá que navegar solo. Al final del viaje de 5 kilómetros (3 millas), que comenzó el 14 de marzo de 2022, Perseverance llegará a un antiguo delta de un río dentro del cráter Jezero, donde existió un lago hace miles de millones de años.

Este delta es una de las mejores ubicaciones en Marte para que el rover busque signos de vida microscópica pasada. Usando un taladro en el extremo de su brazo robótico y un complejo sistema de recolección de muestras en su vientre, Perseverance está recolectando núcleos de roca para regresar a la Tierra, la primera parte de la campaña Mars Sample Return. "El delta es tan importante que hemos decidido minimizar las actividades científicas y centrarnos en conducir para llegar más rápido", dijo Ken Farley de Caltech, científico del proyecto de Perseverance. "Tomaremos muchas imágenes del delta durante ese viaje. Cuanto más nos acerquemos, más impresionantes serán esas imágenes".

El equipo científico buscará en estas imágenes las rocas que eventualmente querrán estudiar más de cerca usando los instrumentos en el brazo de Perseverance. También buscarán las mejores rutas que el rover pueda tomar para ascender el delta de 40 metros

(130 pies) de altura. Pero primero, la perseverancia debe llegar allí. El rover hará esto confiando en su sistema automático AutoNav, que ya ha establecido impresionantes récords de distancia. Si bien todos los rovers de Marte de la NASA han tenido capacidades de conducción autónoma, Perseverance tiene la más avanzada hasta el momento.

"Los procesos autónomos que tomaron minutos en un rover como Opportunity ocurren en menos de un segundo en Perseverance", dijo el veterano planificador de rover y desarrollador de software de vuelo Mark Maimone del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA en el sur de California, que lidera la misión. "Debido a que la conducción autónoma ahora es más rápida, podemos cubrir más terreno que si los humanos programaran cada conducción".



Vídeo 1. Rumbo al delta marciano. El rover Perseverance Mars de la NASA seguirá la ruta propuesta hacia el delta del cráter Jezero que se muestra en esta animación. El delta es uno de los lugares más importantes que visitará el rover en su búsqueda de signos de vida antigua en Marte. Crédito: NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS/Universidad de Arizona

Cómo funciona la planificación móvil

Antes de que el rover ruede, un equipo de expertos en planificación de movilidad (Perseverance tiene 14 que intercambian turnos) escribe los comandos de conducción que llevará a cabo el explorador robótico. Los comandos llegan a Marte a través de la Red de Espacio Profundo de la NASA, y Perseverance envía datos para que los planificadores puedan confirmar el progreso del rover. Se requieren varios días para

completar algunos planes, como con un recorrido reciente que abarcó aproximadamente 510 metros (1,673 pies) e incluyó miles de comandos móviles individuales.

Algunas unidades requieren más intervención humana que otras. AutoNav es útil para conducir sobre terreno llano con peligros potenciales simples, por ejemplo, grandes rocas y pendientes, que son fáciles de detectar y sortear para el móvil.

Pensando mientras conduce

AutoNav refleja una evolución de las herramientas de conducción autónoma desarrolladas previamente para los rovers Spirit, Opportunity y Curiosity de la NASA. Lo que es diferente para AutoNav es "pensar mientras conduce", lo que permite que Perseverance tome y procese imágenes mientras está en movimiento. Luego, el rover navega en función de esas imágenes. ¿Está esa roca demasiado cerca? ¿Podrá su barriga despejar esa roca? ¿Qué pasaría si las ruedas del rover patinaran?

El hardware actualizado permite "pensar mientras se conduce". Las cámaras más rápidas significan que Perseverance puede tomar imágenes lo suficientemente rápido como para procesar su ruta en tiempo real. Y a diferencia de sus predecesores, Perseverance tiene una computadora adicional dedicada por completo al procesamiento de imágenes. La computadora se basa en un microchip súper eficiente de un solo propósito llamado matriz de puerta programable en campo que es excelente para el procesamiento de visión por computadora. "En los rovers anteriores, la autonomía significaba ralentizarse porque los datos tenían que procesarse en una sola computadora", dijo Maimone. "Esta computadora adicional es increíblemente rápida en comparación con lo que teníamos en el pasado, y tenerla dedicada para conducir significa que no tiene que compartir recursos informáticos con más de 100 otras tareas".

Por supuesto, los humanos no están completamente fuera de escena durante los viajes en AutoNav. Todavía planifican la ruta básica usando imágenes tomadas desde el espacio por misiones como Mars Reconnaissance Orbiter de la NASA. Luego, marcan obstáculos como posibles trampas de arena para que Perseverance los evite, dibujando zonas de "mantenerse alejado" y "mantenerse adentro" que lo ayudan a navegar. Otra gran diferencia es el sentido del espacio de Perseverance. El programa de navegación autónoma de Curiosity mantiene al rover en una burbuja de seguridad de 16 pies (5 metros) de ancho. Si Curiosity detecta dos rocas que están, por ejemplo, a 15 pies (4,5 metros) de distancia, un espacio por el que podría pasar fácilmente, igual se detendrá o las rodeará en lugar de correr el riesgo de atravesarlas. Pero la burbuja de Perseverance

es mucho más pequeña: una caja virtual está centrada en cada una de las seis ruedas del rover. El rover más nuevo de Marte tiene una comprensión más sensible del terreno y puede sortear rocas por sí solo. "Cuando vimos por primera vez el cráter Jezero como un lugar de aterrizaje, estábamos preocupados por los densos campos de rocas que vimos esparcidos por el suelo del cráter", dijo Maimone. "Ahora podemos bordear o incluso montar a horcajadas sobre rocas a las que no podríamos habernos acercado antes".

Mientras que las misiones anteriores del rover tomaron un ritmo más lento explorando a lo largo de su camino, AutoNav brinda al equipo científico la capacidad de desplazarse a los lugares que más priorizan. Eso significa que la misión está más enfocada en su objetivo principal: encontrar las muestras que los científicos eventualmente querrán devolver a la Tierra.

Referencias

[1] *Perseverance rover hightails it to Martian delta*, by Jet Propulsion Laboratory. Phys.org news. URL: <https://phys.org/news/2022-03-perseverance-rover-hightails-martian-delta.html>

Artículo editado y traducido por: Juan F. González

A64. El origen de los Fast-Radio-Bursts (estallidos rápidos de radio)

[Editar](#)

Astrónomos más cerca de descubrir el origen de misteriosas ráfagas rápidas de radio

Un nuevo estudio realizado por un equipo internacional de científicos identifica la polarización como un rasgo clave que puede revelar el origen de las poderosas explosiones de radio cósmicas de milisegundos de duración.

Fecha: 19 de marzo de 2022.

Fuente: Universidad de Nevada, Las Vegas.

Casi 15 años después del descubrimiento de las ráfagas de radio rápidas (FRB), el origen de las explosiones cósmicas del espacio profundo de milisegundos de duración sigue siendo un misterio.

Eso puede cambiar pronto, gracias al trabajo de un equipo internacional de científicos, incluido el astrofísico de la UNLV Bing Zhang, que rastreó cientos de ráfagas de cinco fuentes diferentes y encontró pistas en los patrones de polarización de FRB que pueden

revelar su origen. Los hallazgos del equipo se informaron en la edición del 17 de marzo de la revista Science. Los FRB producen ondas de radio electromagnéticas, que son esencialmente oscilaciones de campos eléctricos y magnéticos en el espacio y el tiempo. La dirección del campo eléctrico oscilante se describe como la dirección de polarización. Al analizar la frecuencia de polarización en los FRB observados desde varias fuentes, los científicos revelaron similitudes en los FRB repetidos que apuntan a un entorno complejo cerca de la fuente de las ráfagas. "Este es un paso importante hacia la comprensión del origen físico de los FRB", dijo Zhang, un distinguido profesor de astrofísica de la UNLV que fue coautor del artículo y contribuyó a la interpretación teórica de los fenómenos. Para establecer la conexión entre las ráfagas, un equipo de investigación internacional, dirigido por Yi Feng y Di Li de los Observatorios Astronómicos Nacionales de la Academia de Ciencias de China, analizó las propiedades de polarización de cinco fuentes FRB repetitivas utilizando la apertura masiva de quinientos metros. El radiotelescopio esférico (FAST) y el telescopio Robert C. Byrd Green Bank (GBT). Desde que se descubrieron los FRB por primera vez en 2007, los astrónomos de todo el mundo han recurrido a potentes radiotelescopios como FAST y GBT para rastrear las ráfagas y buscar pistas sobre su procedencia y cómo se producen. Aunque todavía se considera misterioso, se cree que la fuente de la mayoría de las FRB son los magnetares, estrellas de neutrones increíblemente densas del tamaño de una ciudad que poseen los campos magnéticos más fuertes del universo. Por lo general, tienen casi un 100% de polarización. Por el contrario, en muchas fuentes astrofísicas que involucran plasmas aleatorios calientes, como el Sol y otras estrellas, la emisión observada no está polarizada porque los campos eléctricos oscilantes tienen orientaciones aleatorias. Ahí es donde entra en juego el trabajo de detective cósmico. En un estudio que el equipo publicó originalmente el año pasado en Nature, FAST detectó 1.652 pulsos del repetidor activo FRB 121102. Aunque se descubrió que las ráfagas de la fuente estaban altamente polarizadas con otros telescopios que usaban frecuencias más altas, en consonancia con los magnetares, ninguno de las ráfagas detectadas con FAST en su banda de frecuencia estaban polarizadas, a pesar de que FAST es el radiotelescopio de plato único más grande del mundo. "Estábamos muy desconcertados por la falta de polarización", dijo Feng, primer autor del artículo de Science recientemente publicado. "Más tarde, cuando buscamos sistemáticamente otros FRB repetidos con otros telescopios en diferentes bandas de frecuencia, particularmente aquellas más altas que la de FAST, surgió una imagen unificada". Según Zhang, la imagen unificada es que cada fuente FRB repetitiva está rodeada por un plasma denso

altamente magnetizado. Este plasma produce una rotación diferente del ángulo de polarización en función de la frecuencia, y las ondas de radio recibidas provienen de múltiples caminos debido a la dispersión de las ondas por el plasma. Cuando el equipo tuvo en cuenta un solo parámetro ajustable, dice Zhang, las múltiples observaciones revelaron una evolución de frecuencia sistemática, es decir, la despolarización hacia frecuencias más bajas. "Una explicación tan simple, con un solo parámetro libre, podría representar un gran paso hacia la comprensión física del origen de las FRB repetidas", dice. Di Li, autor correspondiente del estudio, está de acuerdo en que el análisis podría representar una pieza angular para completar el rompecabezas cósmico de los FRB. "Por ejemplo, los FRB extremadamente activos podrían ser una población distinta", dice. "Alternativamente, estamos comenzando a ver la tendencia evolutiva en los FRB, con fuentes más activas en entornos más complejos que son explosiones más jóvenes". El estudio, "Polarización dependiente de la frecuencia de ráfagas de radio rápidas repetidas: implicaciones para su origen", apareció el 17 de marzo en la revista Science. Incluye 25 coautores de 11 instituciones y es parte de una larga colaboración entre instituciones. Además de la UNLV y la NAO, las instituciones colaboradoras también incluyen la Universidad de Yunnan, la Universidad de Princeton, la Universidad de Western Sidney, la Universidad de Pekín y el Observatorio Green Bank, EE. UU.

Fuente de la historia: Materiales proporcionados por la Universidad de Nevada, Las Vegas. Original escrito por Tony Allen.

Referencias

[1] Yi Feng, Di Li, Yuan-Pei Yang, Yongkun Zhang, Weiwei Zhu, Bing Zhang, Wenbin Lu, Pei Wang, Shi Dai, Ryan S. Lynch, Jumei Yao, Jinchun Jiang, Jiarui Niu, Dejiang Zhou, Heng Xu, Chenchen Miao, Chenhui Niu, Lingqi Meng, Lei Qian, Chao-Wei Tsai, Bojun Wang, Mengyao Xue, Youling Yue, Mao Yuan, Songbo Zhang, Lei Zhang. *Frequency-dependent polarization of repeating fast radio bursts—implications for their origin*. *Science*, 2022; 375 (6586): 1266 DOI: 10.1126/science.abl7759

Polarización dependiente de la frecuencia de ráfagas de radio rápidas repetitivas: implicaciones para su origen. *Ciencia*, 2022; 375 (6586): 1266 DOI: 10.1126/ciencia.abl7759

Artículo traducido y editado por: Juan F. González

Tabla de contenidos del Noticiero de Física y Química

A1. El primer planeta fuera de nuestra galaxia.

A2. Midiendo el tiempo de forma ultraprecisa: uniendo el mundo cuántico con la gravedad.

A3. Los neutrinos y el sector oscuro del Universo.

A4. Una estrella de carbono moribunda.

A5. 17 ecuaciones que cambiaron el mundo.

A6. Compuestos orgánicos en el planeta Marte.

A7. Hielo superiónico: la fase 18° del hielo.

A8. Moxie: un gran paso para la Humanidad en su camino a Marte.

A9. El hielo infinito gelatinoso.

A10. Líquidos de espín cuántico.

A11. Memristores y espintrónica.

A12. Fortuna y gloria: la hipótesis de Riemann.

A13. El telescopio espacial James Webb: lanzamiento el 25-12-2021.

A14. IXPE: el telescopio de polarización de rayos X extremo.

A15. La fase beta del helio-3 superfluido: ¡descubierta al fin!

A16. La misteriosa estrella de Przybylski.

A17. Las misteriosas partículas X(3872): ¡detectadas en el plasma de quark-gluones por primera vez!

A18. Plásticos biodegradables.

A19. Nanomateriales anómalos.

A20. Ondas gravitacionales en el espacio: de LISA a GLOC.

A21. La superaleación Elinvar.

A22. ¿Un planeta habitable en una enana blanca?

A23. IXPE: primeras imágenes del telescopio de rayos X extremo.

A24. De la Tierra a Marte en 45 días: la idea de la propulsión láser.

A25. Sistema estelar triple encontrado por TESS via científicos ciudadanos.

A26. Almacenamiento cuántico en cadenas.

A27. Brain-like hardware.

A28. Regreso a Neptuno.

A29. TESS encuentra un centenar de sistemas estelares cuádruples.

A30. El cristal de electrones de Wigner.

A31. Hallado el tercer planeta en torno a Próxima: ¿y podría tener agua!

A32. Empaquetamiento de esferas en alta dimensión: casos 8d y 24d.

A33. El JWST: cazando a los alienígenas por contaminación atmosférica.

A34. Minería espacial.

A35. Diamantes flexibles.

A36. Energía oscura: ¿ilusión o realidad?

A37. Mejorando los detectores de ondas gravitacionales.

A38. Crisis en la Física de Altas Energías.

A39. Agujero negro que rota de lado como Urano...

A40. Back to the future!

A41. Fuzzballs!

A42. La Luna como detector de ondas gravitacionales.

A43. Dimetil éter en un disco protoplanetario.

A44. Hiperestallido.

A45. Agujeros de gusano y la paradoja de la información.

A46. Billares cósmicos de agujeros negros.

A47. Hacia la computación y comunicación cuánticas con el europeo.

A48. El excéntrico púlsar PSR J0955–6150.

A49. ¿Cómo hablar a los extraterrestres?

A50. Matemáticas y gravitación cuántica.

A51. Zhurong: más evidencias de agua en Marte.

A52. La materia oscura: una asignatura transdisciplinar.

A53. Nuevo impulso a la investigación sobre neutrinos solares.

- A54. Superfluido y condensado de Bose-Einstein.**
- A55. Kepler 16b: Un exoplaneta tipo ``Tatooine'' visto desde la Tierra.**
- A56. Las escalas de Kardashev y de Barrow.**
- A57. JWST update/actualización: alineado de espejos (y enfriamiento).**
- A58. En busca de la radiación de Hawking.**
- A59. Buscando los axiones.**
- A60. La hipótesis del planeta nueve.**
- A61. Ocultadores de estrellas (Starshades).**
- A62. Machine Learning y exoplanetas habitables.**
- A63. Perseverance a toda pastilla en la superficie de Marte.**
- A64. El origen de los Fast-Radio-Bursts (estallidos rápidos de radio).**

Tabla de contenidos