



## Boletín mensual El desarrollo de la cooperación científica entre América Latina y los Institutos Max Planck Agosto 2024

### Cooperación con América Latina

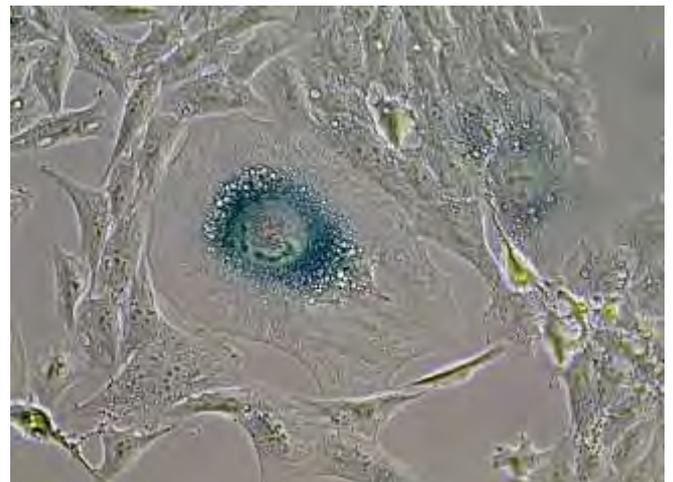
#### Revelan un mecanismo molecular que promueve la resistencia a las terapias contra el cáncer.

La senescencia es un mecanismo natural que se produce como respuesta a diversos factores de estrés celular que provoca que éstas dejen de dividirse, pero continúen vivas y metabólicamente activas. Como consecuencia de este proceso, las células sufren una metamorfosis que les permite seguir cumpliendo sus funciones, pero sin replicarse. El grupo “Tumores del sistema neuro-endócrino” del Instituto de Investigación en Biomedicina de Buenos Aires (IBioBA, CONICET-Max Planck) viene estudiando hace años este fenómeno, y en su último paper, publicado en la revista *Aging Cell*, pudo dilucidar un nuevo mecanismo involucrado en cómo se mantiene la senescencia celular y cómo impacta en la evolución de los tumores.

“Es muy relevante estudiar el fenómeno de senescencia porque está involucrado en muchísimas patologías asociadas al envejecimiento, pero no es que es siempre ‘el malo de la película’, y tampoco está claro que eliminarlo vaya a traer beneficios directos”, comenta Florencia Herbstein, primera autora del trabajo. La senescencia es un fenómeno que puede ser muy beneficioso cuando se activa en reparación y regeneración de tejidos, desarrollo embrionario, o para prevenir la propagación de células dañadas que podrían convertirse en cancerosas, como sucede en los tumores hipofisarios. Pero no siempre su activación trae consecuencias positivas. Así como Dr. Jekyll y Mr. Hyde, la senescencia tiene dos facetas: también se la asocia con el proceso de envejecimiento. Con el paso del tiempo, la acumulación de células senescentes en los tejidos puede contribuir a la disminución de la función orgánica y al desarrollo de enfermedades

relacionadas con la edad, como Alzheimer, Parkinson y cáncer, entre otras.

Al entrar en senescencia, las células se transforman: conocidas como ‘células zombie’ por no dejarse morir, las senescentes se agrandan, “como si fuera un intento fallido de dividirse y entonces la célula se vuelve más grande. Este aumento de tamaño es característico y puede verse a través de un microscopio”, comenta Herbstein. Otra de sus características es que comienzan a secretar productos, moléculas pro-inflamatorias, y a exportarlas fuera de la célula, y una de ellas es la citoquina IL-6.



En esta imagen tomada en un microscopio se observa una célula central senescente (positiva para la tinción de  $\beta$ -galactosidasa asociada a la senescencia (SA- $\beta$ -Gal) de células hipofisarias en cultivo celular), de mayor tamaño que las células linderas que no están en proceso de senescencia.  
© ibioba-mpsp-conicet.gov.ar

En el laboratorio ya venían estudiando esta molécula en tumores hipofisarios. En trabajos previos vieron que las células senescentes de esta glándula producen IL-6 y transmiten señales anti división (es decir, a favor de la senescencia), pero también sabían que esta misma molécula transmite una señal de mucha división celular. “Desde hace muchos años estamos intentando contestar una pregunta intrigante que finalmente logramos responder con este paper: cómo una misma molécula y un mismo receptor pueden disparar en dos células vecinas señales completamente diferentes:

senescencia o proliferación”, sostiene el investigador Eduardo Arzt, líder del equipo.

“La comprensión de cómo afecta la IL-6 al microentorno tumoral es un tema relevante y poco conocido, especialmente en el contexto de las células senescentes”, explica la recientemente doctorada, cuya tesis dilucidó la hipótesis de que IL-6 posee un rol dual en el desarrollo de la patología. Para corroborar esto, identificaron los mecanismos moleculares involucrados en la señalización senescente de IL-6 en distintos modelos de senescencia tumoral: adenomas hipofisarios como modelo de senescencia natural y líneas celulares de carcinomas humanos pulmonar, melanoma y glioblastoma como modelos de senescencia inducida por terapia. En la investigación, llegaron a la conclusión de que mientras un mensaje se envía desde la membrana celular, el mensaje contrario se envía desde el interior de la célula: IL-6 actúa hacia el interior de la célula, amplificando su estado de senescencia; y al mismo tiempo, funciona ‘hacia afuera’ estimulando la proliferación de las células vecinas.

En este sentido, esta molécula desempeña un papel crucial en el control del crecimiento tumoral. A través de diversos experimentos, el equipo de investigación demostró que cuando se desactiva IL-6 en células senescentes hipofisarias, estas células pueden volverse cancerosas y formar tumores; y que al reactivar IL-6, se restablece la capacidad de las células senescentes para controlar el crecimiento tumoral. Este hallazgo podría explicar la resistencia tumoral a las terapias, o la recidiva -reaparición- de las enfermedades oncológicas, ya que se pueden estar activando simultáneamente dos vías de señalización -comunicación- paralelas.

“En general las terapias anti cáncer están dirigidas al receptor que está en la membrana, como si buscaran tapar el perímetro celular para que no llegue el mensaje de división, de proliferación”, explica Herstein. “Pero, si la vía de comunicación es intracelular, no vas a llegar nunca con las terapias antitumorales que apuntan a los receptores en la membrana celular”, agrega el jefe del grupo Tumores del sistema neuro-endócrino. En síntesis, este descubrimiento sobre la señalización intracelular de IL-6 en la senescencia abre nuevas posibilidades para desarrollar terapias basadas en estos mecanismos, lo que podría ser especialmente útil para tratar ciertos

tipos de cáncer y otras enfermedades relacionadas con el envejecimiento.

*Aging Cell, 16 de julio de 2024, DOI: 10.1111/accel.14258*

---

### Oportunidades de investigación en Institutos Max Planck e IMPRS

---

Resumen de las vacantes doctorales y postdoctorales en Institutos Max Planck y Escuelas Internacionales de Investigación Doctoral Max Planck publicadas durante el mes de mayo.

[Acceder al resumen](#)

---

### Noticias destacadas de Institutos Max Planck

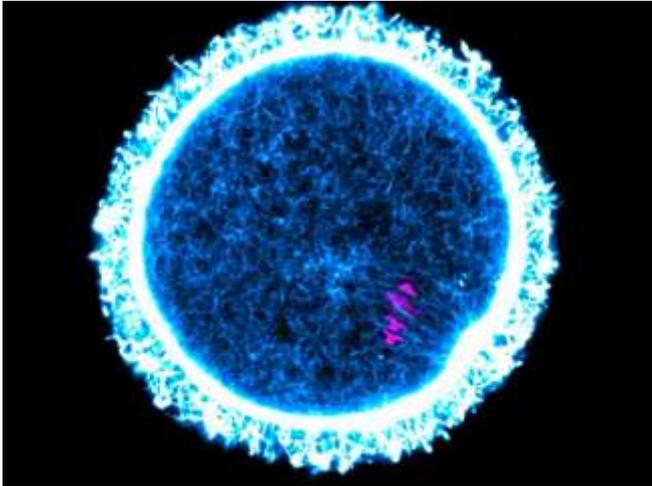
---

#### Las proteínas de larga vida podrían ser cruciales para la fertilidad

Las hembras de los mamíferos, incluidos los humanos, nacen con todos sus óvulos. De los uno o dos millones de óvulos de una mujer, alrededor de 400 maduran antes de la menopausia y pueden ser fertilizados. "Los óvulos deben conservarse a lo largo de la vida reproductiva de una mujer para que puedan convertirse en embriones sanos", explica Melina Schuh, directora del Instituto Max Planck de Ciencias Multidisciplinarias en Gotinga. Incluso en ratones, que solo pueden reproducirse durante poco más de un año, la vida útil de los óvulos es mucho más larga que la vida útil promedio de las proteínas. Las células vivas reciclan la mayoría de sus proteínas en pocos días. Sin embargo, dependiendo del tipo y la función de la célula, no todas las proteínas se degradan a la misma velocidad.

Junto con los equipos dirigidos por los líderes del grupo Juliane Liepe y Henning Urlaub, el equipo de Schuh ha investigado cuantitativamente la frecuencia con la que se producen las proteínas de larga vida en los ovarios. Para sus experimentos, los investigadores combinaron varios métodos bioquímicos y moleculares con modelos matemáticos.

"Este enfoque multidisciplinario nos permitió observar proteínas en los ovarios y ovocitos de ratones en diferentes etapas de la vida para determinar la edad de las proteínas", dice Liepe, líder del grupo de investigación Max Planck. Los científicos también analizaron cómo la abundancia de las proteínas cambiaba con el tiempo al registrar un inventario de



Las proteínas de vida extremadamente larga en el ovario pueden mantener los óvulos sanos y preservar la fertilidad durante mucho tiempo. En el óvulo de ratón que se muestra aquí, los cromosomas están teñidos de magenta y la proteína actina del citoesqueleto está teñida de azul y blanco.  
© MPI de Ciencias Multidisciplinarias/ Melina Schuh

proteínas ováricas de casi 8.900 proteínas.

El estudio demostró que los ovarios contienen un número extremadamente alto de proteínas de larga vida, más que otros tejidos, e incluso más que el cerebro. Estas proteínas estables se encuentran no solo en los propios óvulos, sino también en otras células somáticas del ovario. Muchas de las proteínas de larga vida tienen funciones protectoras, como reparar el ADN o proteger a las células del daño. Estos ayudantes de plegamiento molecular, conocidos como chaperonas, evitan que las proteínas mal plegadas se agreguen e interrumpen los procesos celulares. Estas chaperonas son extremadamente estables en el ovario y evitan la agregación durante más tiempo que en el cerebro, por ejemplo. Del mismo modo, las centrales eléctricas del óvulo, las mitocondrias, contenían proteínas particularmente estables. Dado que las mitocondrias se transmiten de la madre a la descendencia, es esencial que estos orgánulos se mantengan sanos.

"Sin embargo, la concentración de muchas proteínas de larga vida en el ovario y los óvulos disminuye con la

edad. Por el contrario, las proteínas asociadas con la inflamación aguda o la respuesta inmunitaria aumentan con el tiempo", explica Schuh. Esto está en línea con los hallazgos previos de que las reacciones inflamatorias son más frecuentes en los ovarios de las mujeres mayores. "La compleja red de proteínas ováricas cambia. La desaparición gradual de las proteínas de larga vida de los ovarios y los óvulos puede explicar por qué la fertilidad disminuye en los mamíferos hembra después de cierta edad".

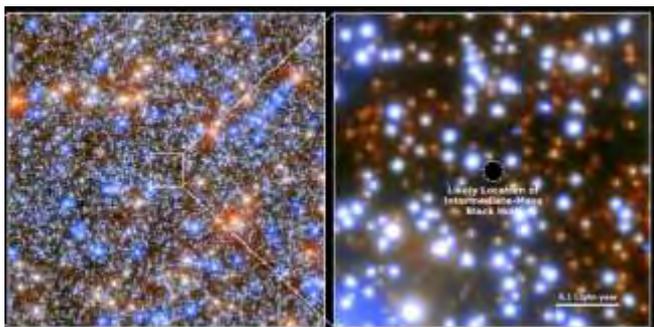
*Nature Cell Biology; volumen 26; 20 de junio de 2024; DOI: 10.1038/s41556-024-01442-7*

### **Astrónomos encuentran el agujero negro masivo más cercano**

En astronomía, los agujeros negros tienen diferentes rangos de masa. Los agujeros negros estelares, de entre una y unas pocas docenas de masas solares, son bien conocidos, al igual que los agujeros negros supermasivos con masas de millones o incluso miles de millones de soles. Nuestra imagen actual de la evolución de las galaxias postula que las primeras galaxias deberían haber tenido agujeros negros centrales de tamaño intermedio, que habrían crecido con el tiempo a medida que esas galaxias evolucionaron, engullendo galaxias más pequeñas (como lo ha hecho nuestra Vía Láctea) o fusionándose con galaxias más grandes. Estos agujeros negros de tamaño mediano son difíciles de encontrar. Galaxias como nuestra propia Vía Láctea han superado esa fase intermedia y ahora contienen agujeros negros centrales mucho más grandes. Las galaxias que han permanecido pequeñas ("galaxias enanas") son generalmente difíciles de observar. Hasta el momento no había habido una detección definitiva de un agujero negro de masa intermedia de este tipo.

Un nuevo estudio, dirigido por Maximilian Häberle del Instituto Max Planck de Astronomía en Heidelberg, ha determinado que Omega Centauri - una espectacular colección de unos diez millones de estrellas - contiene un agujero negro central. El agujero negro parece ser el "eslabón perdido" entre sus parientes estelares y supermasivos: atrapado en una etapa intermedia de evolución, es considerablemente menos masivo que los agujeros negros típicos en el centro de las galaxias. Omega Centauri parece ser el núcleo de una galaxia pequeña y separada cuya evolución se vio interrumpida cuando la Vía Láctea se la tragó.

Cuando Nadine Neumayer, líder de grupo en el Instituto Max Planck de Astronomía, y Anil Seth, de la Universidad de Utah, diseñaron un proyecto de investigación destinado a una mejor comprensión de la historia de la formación de Omega Centauri en 2019, se dieron cuenta de que aquí había una oportunidad para resolver la cuestión del agujero negro central del cúmulo de una vez por todas: Si fueran capaces de identificar las estrellas que se esperan que se muevan rápidamente alrededor de un agujero negro en el centro de Omega Centauri, podrían confirmar la existencia del mismo y medir su masa.



El cúmulo globular de estrellas Omega Centauri en su conjunto, una versión ampliada del área central y la región en el centro con la ubicación del agujero negro © ESA/Hubble y NASA, M. Häberle (MPIA)

Maximilian Häberle, estudiante de doctorado en el Instituto Max-Planck de Astronomía, inició esa búsqueda creando un enorme catálogo de los movimientos de las estrellas en Omega Centauri, midiendo las velocidades de 1,4 millones de estrellas mediante el estudio de más de 500 imágenes del Hubble del cúmulo. "Buscar estrellas de alta velocidad y documentar su movimiento era la proverbial búsqueda de una aguja en un pajar". Pero al final, Häberle no solo tenía el catálogo más completo del movimiento de las estrellas en Omega Centauri hasta la fecha sino que también había encontrado siete estrellas reveladoras que se movían rápidamente en una pequeña región en el centro de Omega Centauri.

Esas estrellas que se mueven rápidamente son rápidas debido a la presencia de una masa cercana concentrada. Estas siete estrellas, con diferentes velocidades y direcciones de movimiento, permitieron determinar que hay una masa central en Omega Centauri, con una masa de al menos 8.200 soles. Las imágenes no indican ningún objeto visible en la ubicación inferida de esa masa central, por lo que se concluyó que allí se encuentra un agujero negro.

A una distancia de unos 18.000 años luz, este es el ejemplo más cercano conocido de un agujero negro masivo.

*The Astrophysical Journal*; (2024); [arXiv:2404.03722](https://arxiv.org/abs/2404.03722) [astro-ph.GA]

### Un grupo de investigadores ha desarrollado el primer sistema libre de células en el que la información genética y el metabolismo trabajan juntos

La capacidad de todos los sistemas vivos para desarrollarse, organizarse y sostenerse se basa en un proceso cíclico en el que los genes y el metabolismo interactúan en paralelo. Mientras que los genes codifican los componentes del metabolismo, el metabolismo proporciona la energía y los componentes básicos para mantener y procesar la información genética.

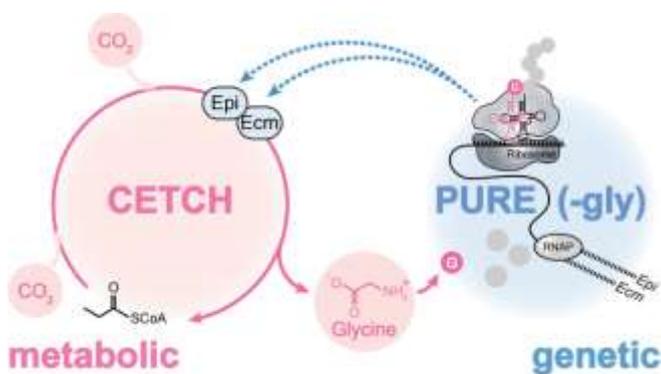
En biología sintética, los investigadores exploran los principios de la vida reconstruyendo sus sistemas de abajo hacia arriba, comenzando con el número mínimo de piezas requeridas. En los últimos años, este enfoque ha permitido desarrollar redes metabólicas complejas y sistemas genéticos libres de células fuera del entorno celular, in vitro, por ejemplo, en cámaras microfluídicas. Lo que estos enfoques tienen en común es que todos los biocatalizadores que funcionan en estos sistemas se agregan desde el exterior, y todo el proceso solo continúa mientras se le suministre un flujo continuo de nuevos bloques de construcción, información y energía.

Al interrelacionar los niveles metabólico y genético, los investigadores quieren crear sistemas biológicos sintéticos autosuficientes que puedan generar sus propios bloques de construcción e impulsar procesos de manera recíproca, al igual que en las células vivas. Un equipo dirigido por Tobias Erb, del Instituto Max Planck de Microbiología Terrestre de Marburgo, ha desarrollado el primer sistema libre de células en el que una red genética y metabólica se mantienen mutuamente en funcionamiento. El sistema produce enzimas metabólicas por sí mismo y funciona tanto en el tubo de ensayo como en imitaciones de células artificiales. Se basa en el ciclo sintético de Citch, una red metabólica que utiliza CO<sub>2</sub> como materia prima para producir moléculas orgánicas.

"Acoplamos el ciclo de Citch con un sistema genético existente llamado Pure, una máquina sintética de transcripción y traducción que funciona con una

mezcla de ribosomas, ADN, ARN y proteínas, fuera de las células vivas. Diseñamos los dos niveles para que funcionaran juntos como un motor. Una vez iniciado, sigue funcionando porque las dos redes se alimentan mutuamente", explica Simone Giaveri, becaria de EMBO y primera autora del artículo.

Para que esto funcione, los investigadores hicieron que los componentes dependieran unos de otros. Programaron Pure para producir dos de las enzimas Cetch. Sin embargo, esta variante pura carece del aminoácido esencial glicina, que se necesita para construir proteínas. Cetch fue modificado para producir glicina directamente a partir de CO<sub>2</sub>. A medida que Pure obtiene la glicina de Cetch, el ciclo se cierra.



Sistema libre de células compuesto por niveles metabólicos interdependientes (ciclo de Citch, rosa) y genéticos (puro, azul) que interactúan recursivamente entre sí. © MPI de Microbiología Terrestre/ Giaveri

Para demostrar que su enfoque funcionaba, los investigadores primero agregaron glicina a Pure, que contenía la información para la producción de una proteína fluorescente. Su resplandor indicaba la actividad buscada de la red genética. El siguiente paso fue introducir el ciclo sintético de Cetch. Una vez que se introdujo la vía sintética, el sistema acoplado se volvió capaz de producir la glicina por sí misma y, a su vez, dos proteínas de Cetch, así como la proteína fluorescente.

De las más de 50 proteínas en el sistema, el sistema produce solo dos por sí mismo. Sin embargo, eso es todo lo que se necesita para impulsar el ciclo sintético. "Sin el componente genético y la retroalimentación mutua, el ciclo solo duraría menos de una hora. El hecho de que exista una autorregeneración significa que durará al menos doce horas antes de que el sistema se detenga por diversas razones, por ejemplo, porque los componentes fallan o los subproductos se

acumulan demasiado", explica Simone Giaveri. "Tienes que comenzar con una cantidad mínima de glicina y continuará".

La mayoría de los elementos del metabolismo sintético todavía se proporcionan desde el exterior. "Todavía estamos muy lejos de un sistema que pueda regenerar todos sus propios componentes", dice Tobias Erb. "Hasta ahora, solo hemos logrado producir un bloque de construcción, y todavía estamos muy lejos de poder producir todos los bloques de construcción a partir de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, hemos desarrollado un sistema operativo básico que se beneficiará de los desarrollos futuros en este campo de investigación en rápido movimiento."

*Science*, Número 6785, 12 de julio de 2024; DOI: 10.1126/science.adn3856

### Investigadores escuchan los corazones de los murciélagos en vuelo

Investigadores del Instituto Max Planck de Comportamiento Animal y de la Universidad de Konstanz utilizaron un método especial para estudiar a los murciélagos nocturnos comunes machos, que se encuentran en toda Europa. Su objetivo era comprender exactamente cuánta energía consumen los murciélagos durante el día y cómo cambia esto a lo largo del año.

"Los murciélagos son animales fascinantes que a menudo comparten su hábitat con nosotros los humanos", dice Lara Keicher, autora principal del estudio. "Pero todavía desconocemos cuestiones simples como que cantidad de comida ingieren y si pueden encontrar suficiente en diferentes estaciones para sobrevivir" Para predecir cómo les irá a los murciélagos en un clima cambiante, Keicher dice que es crucial conocer sus necesidades energéticas.

Para averiguarlo, los científicos colocaron a los murciélagos pequeños transmisores de frecuencia cardíaca que pesaban solo 0,8 gramos. Al igual que con los humanos, la frecuencia cardíaca se puede utilizar para determinar el consumo de energía. Los transmisores, que los murciélagos solo usaron durante unos días, envían una señal de audio de los latidos del corazón de los murciélagos, que luego se graba con un receptor de radio. Sin embargo, esto solo funciona si el receptor está a unos cientos de metros de los murciélagos.

"Durante el día, no fue un problema registrar los latidos del corazón sin grandes interrupciones porque los murciélagos descansaban en cuevas de árboles o cajas de murciélagos", dice Keicher, quien llevó a cabo el estudio como parte de su tesis doctoral en la Universidad de Konstanz y el Instituto Max Planck de Comportamiento Animal. Por la noche, sin embargo,

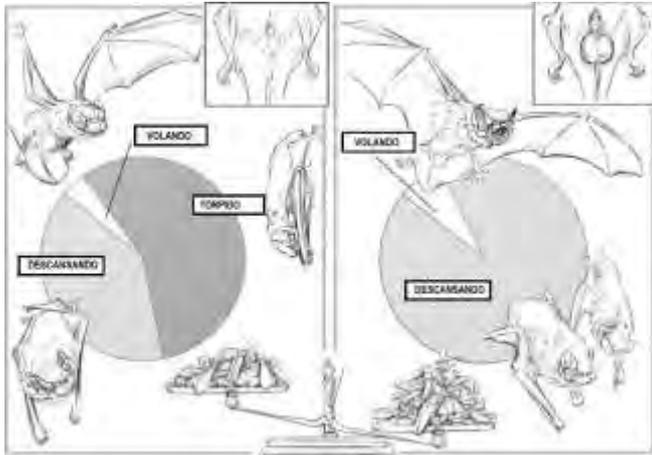


Ilustración gráfica del presupuesto de tiempo para diferentes estados fisiológicos (tórpidos, descansando y volando) en murciélagos de primavera (izquierda, testículos pequeños) y murciélagos de verano (derecha, testículos grandes).  
© MPI de Comportamiento Animal

los murciélagos vuelan a cazar insectos y pueden recorrer varios kilómetros en poco tiempo. Con el fin de acompañar a los murciélagos durante todo el día, incluso durante su vuelo nocturno, los investigadores volaron en un pequeño avión para seguir a los individuos durante vuelos enteros que duraron más de una hora.

El equipo, que también incluyó a miembros del Instituto Suizo para la Investigación de la Nieve y las Avalanchas y la Universidad de Friburgo, descubrió que la frecuencia cardíaca de los murciélagos alcanza alrededor de 900 latidos por minuto durante el vuelo.

Utilizando las grabaciones únicas de los latidos del corazón, los científicos descubrieron estrategias fascinantes que los murciélagos utilizan para presupuestar su consumo de energía en diferentes estaciones. Descubrieron que los murciélagos nótulos comunes machos consumen hasta un 42 por ciento más de energía en verano en comparación con la primavera. Esto se debe principalmente al hecho de que los murciélagos en primavera entran en una especie de hibernación diurna corta conocida como "letargo", un estado de ahorro de energía en el que la

frecuencia cardíaca puede reducirse a seis latidos por minuto. "Vimos que los murciélagos en primavera podían aumentar su ritmo cardíaco cuando se despiertan, alcanzando la velocidad máxima de 900 latidos por minuto en solo unos minutos", dice Keicher.

El equipo se sorprendió de que los murciélagos machos no usaran el letargo en verano en absoluto. Keicher explica: "En los meses más cálidos, cuando la comida es abundante, los machos permanecen despiertos durante el día para invertir energía en la producción de espermatozoides con el fin de estar listos para el apareamiento en otoño". Para reponer la energía gastada, los machos cazan el doble de tiempo en verano que en primavera y comen hasta 33 escarabajos de junio o más de 2500 mosquitos en una noche.

Los resultados han proporcionado información sobre los desafíos energéticos de los murciélagos y sus fascinantes estrategias de supervivencia. Esta comprensión permitirá mejores predicciones de cómo las fluctuaciones de temperatura cada vez más extremas o los cambios en la disponibilidad de alimentos afectarán la vida de los animales y potencialmente los amenazarán.

*Proceedings of the Royal Society; 10 de julio de 2024; DOI:10.1098/rspb.2024.0855*

### Sunrise III se lanza con éxito

El 10 de julio a las 6:24 AM (CEST), el observatorio solar SUNRISE III despegó de manera segura desde el Centro Espacial Esrange, cerca de la pequeña ciudad de Kiruna, en el norte de Suecia. Transportado por un globo gigante de helio, el vuelo estratosférico de varios días se dirige hacia el oeste a lo largo del Círculo Polar Ártico a través del Atlántico hasta Canadá.

Sunrise III observará procesos en una capa del Sol de más de 2.000 kilómetros de espesor, que se extiende desde justo debajo de la superficie hasta la cromosfera superior. La interacción de los campos magnéticos dinámicos y los flujos de plasma caliente en esta región impulsa la actividad del Sol. Sunrise III hace que los procesos y las estructuras sean visibles con una resolución espacial extremadamente alta y sin interrupción. Actualmente se pueden ver varios grandes grupos de manchas solares en la superficie solar. Tales áreas pueden ser los puntos de partida de las erupciones solares y, por lo tanto, son de particular interés para los científicos. El lanzamiento de Sunrise III también marca el inicio de una campaña de

observación mundial: en coordinación con Sunrise III, cuatro sondas espaciales y diez telescopios solares terrestres observarán nuestra estrella central al mismo tiempo durante los próximos días.

"Estamos increíblemente aliviados de que el lanzamiento haya sido exitoso hoy y de que todo haya ido bien hasta ahora", dice el gerente del proyecto Sunrise III, Andreas Korpi-Lagg, quien siguió el lanzamiento en el Centro de Operaciones de Göttingen, el centro de control de la misión en el Instituto Max Planck para la Investigación del Sistema Solar en Göttingen.



Sunrise III asciende al cielo.  
© MPS (D. Germerott)

A finales de mayo y principios de junio, varios intentos de lanzamiento tuvieron que ser cancelados debido a las condiciones meteorológicas y de viento desfavorables; Solo ahora se presentó otra oportunidad de lanzamiento. El lanzamiento no pudo haberse retrasado mucho más; los vientos estratosféricos que se supone llevarán Sunrise III a Canadá ya están mostrando los primeros signos de inestabilidad. Sin embargo, según los meteorólogos de la NASA involucrados, todavía debería haber tiempo suficiente para que Sunrise III vuele de manera segura.

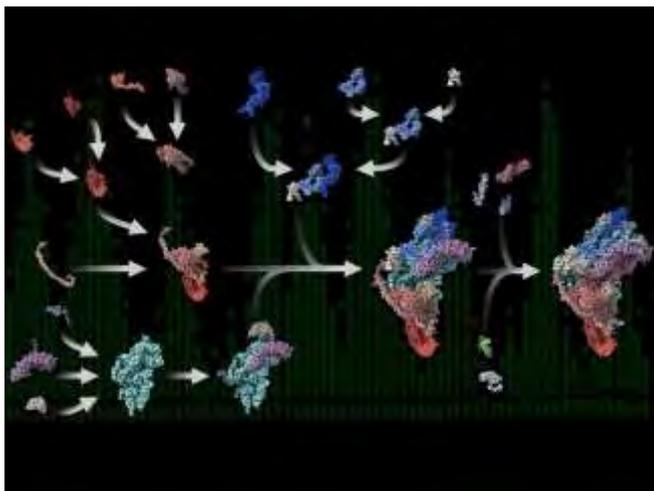
El viaje de investigación del Sunrise III ofrece una vista única de nuestra estrella. Como el Sol no se pone en el Círculo Polar Ártico en esta época del año, Sunrise III puede recopilar datos científicos de manera óptima durante todo el día. A una altitud de más de 35 kilómetros, las turbulencias del aire apenas afectan a la vista. Además, a esta altitud Sunrise III tiene acceso a la radiación ultravioleta del Sol. Esta parte de la radiación solar es absorbida en gran medida por las capas de aire de la atmósfera terrestre y, por lo tanto, no está disponible para los telescopios solares en la Tierra.

La radiación ultravioleta que analiza Sunrise III se genera principalmente en la cromosfera del Sol, que tiene una temperatura de hasta 10.000 grados Kelvin. En la corona, que se encuentra más alejada, incluso prevalecen temperaturas de más de un millón de grados en algunos lugares. Todavía no se entiende del todo cómo nuestra estrella se las arregla para calentar su capa más externa a temperaturas tan inimaginablemente altas y lanzar partículas y radiación desde allí al espacio en erupciones a veces violentas. Varios fenómenos ondulatorios, cambios en el campo magnético del Sol y pequeñas ráfagas de radiación son solo algunos de los procesos que podrían desempeñar un papel. La tarea de Sunrise III es hacer visibles los procesos asociados en la región que va desde justo debajo de la superficie solar hasta la cromosfera superior e investigarlos en detalle. Será posible asignar procesos y estructuras individuales a una altura precisa sobre la superficie solar mejor que nunca. "Sunrise III nos ayudará a comprender los procesos dinámicos de la atmósfera solar mejor que nunca", dice Sami Solanki, investigador principal de Sunrise III y director del Instituto Max Planck para la Investigación del Sistema Solar.

### **Descubren cómo la célula humana ensambla los mitoribosomas de forma modular**

Las "plantas de energía" de las células vivas, las mitocondrias, probablemente evolucionaron a través de la endosimbiosis: una bacteria migró a una célula primordial y finalmente se convirtió en un orgánulo que proporciona energía a la célula, entre otras cosas. Las mitocondrias producen algunas de las proteínas que necesitan por sí mismas, con la ayuda de fábricas de proteínas especiales llamadas mitoribosomas, que consisten en ARN y proteínas.

Los equipos de investigación dirigidos por Ricarda Richter-Dennerlein en el Centro Médico Universitario de Göttingen (UMG), así como Juliane Liepe y Henning Urlaub del Instituto Max Planck para la Ciencia Multidisciplinaria, en la misma ciudad, han proporcionado la primera hoja de ruta completa del ensamblaje de mitorribosomas humanos, desde los primeros hasta los últimos pasos. Los científicos descubrieron que este proceso es sorprendentemente modular.



El ensamblaje modular de la pequeña subunidad mitorribosómica en las células humanas se lleva a cabo en muchos pasos. Las proteínas ribosómicas se ensamblan en módulos antes de formar complejos con el ARN ribosómico (cian). © Elena Lavdovskaia/ Centro Médico Universitario de Göttingen

"Los complejos intermedios formados durante la producción de mitorribosomas son muy pequeños y altamente dinámicos. Por lo tanto, son difíciles de estudiar bioquímicamente o de observar directamente durante su ensamblaje", informa Richter-Dennerlein, líder del grupo y profesor de la UMG y miembro del Clúster de Excelencia "Bioimagen Multiescala: De las Máquinas Moleculares a las Redes de Células Excitables" (MBExC). La aplicación de un enfoque multidisciplinario fue clave para seguir toda la ruta de ensamblaje de los mitorribosomas humanos. Mediante experimentos bioquímicos, los científicos pudieron aislar y analizar los complejos de ensamblaje mitorribosómico. Para reconstruir el proceso paso a paso, combinaron los datos obtenidos con los resultados de experimentos de espectrometría de masas cuantitativa aportados por el grupo de Urlaub en el MPI y la UMG, así como los datos obtenidos a través de la modelización matemática por el equipo del

líder del grupo de investigación Liepe en el MPI. "En un gran esfuerzo de equipo, finalmente pudimos crear un mapa casi completo del ensamblaje de mitorribosomas humanos", dice Richter-Dennerlein.

Los investigadores descubrieron que las proteínas ribosómicas producidas en el citoplasma se importan a las mitocondrias, donde se ensamblan en módulos de proteínas solamente. "Estos módulos se fabrican en grandes cantidades y, por lo tanto, están disponibles en exceso", explica Liepe. "Luego se ensamblan de manera coordinada en la fracción de ARN ribosómico apropiada para formar mitorribosomas en el orgánulo con la ayuda de factores especiales". Al igual que los ribosomas de las bacterias o el citosol de la célula, el mitorribosoma funcional consta de dos subunidades de diferentes tamaños.

Elena Lavdovskaia, primera autora del artículo publicado ahora en la revista *Nature Structural & Molecular Biology*, añade: "Los datos sugieren que la producción de ARN ribosómico limita el ensamblaje de los mitorribosomas. Cuando las mitocondrias producen muy poco ARN ribosómico, la formación de mitorribosomas se detiene. Por lo tanto, nuestros experimentos también explican cómo las mitocondrias se enfrentan al desafío de formar una fábrica de proteínas de origen genético dual".

Los científicos esperan que sus hallazgos conduzcan a una mejor comprensión de cómo se lleva a cabo el ensamblaje y desensamblaje de la fábrica de proteínas mitocondriales y cómo ocurren las interrupciones que causan enfermedades.

*Nature Structural & Molecular Biology*; 11 de julio de 2024;  
DOI:10.1038/s41594-024-01356-w

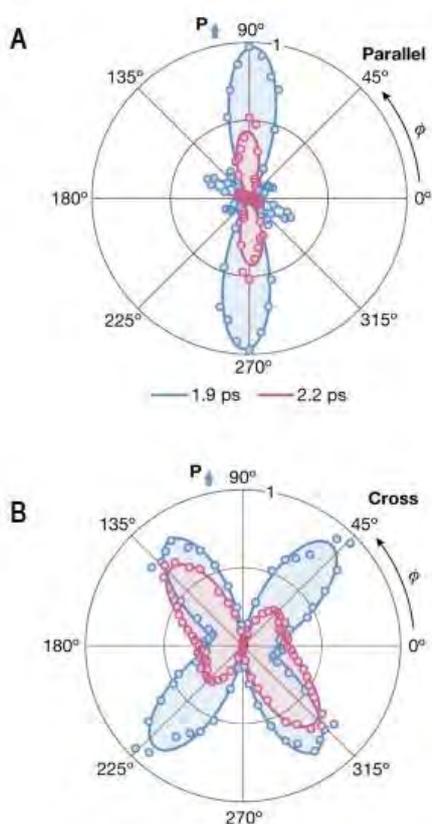
### **Camino hacia una memoria de ordenador extremadamente rápida y compacta**

Los multiferroicos tienen una propiedad especial llamada acoplamiento magnetoeléctrico, lo que significa que sus propiedades magnéticas pueden ser manipuladas con un campo eléctrico y viceversa, las propiedades eléctricas con campos magnéticos. Los investigadores encontraron que NiI2 tiene un mayor acoplamiento magnetoeléctrico que cualquier material conocido de su tipo, lo que lo convierte en un candidato principal para los avances tecnológicos.

"Nuestro descubrimiento allana el camino para dispositivos magnetoeléctricos extremadamente

rápidos y energéticamente eficientes, incluidas las memorias magnéticas», añadió el estudiante de posgrado Xinyue Peng, coautor principal del proyecto.

Los campos eléctricos y magnéticos son fundamentales para nuestra comprensión del mundo y para las tecnologías modernas. Dentro de un material, las cargas eléctricas y los momentos magnéticos atómicos pueden ordenarse de tal manera que sus propiedades se suman, formando una polarización eléctrica o una magnetización. Dichos materiales se conocen como ferroeléctricos o ferroimanes, dependiendo de cuál de estas cantidades se encuentre en un estado ordenado.



La señal anisotrópica tr-SHG a un tiempo de retardo bomba-sonda de 1,9 ps (azul) y 2,2 ps (rojo) para configuraciones de detección paralelas (c) y de polarización cruzada  
© DOI: DOI: 10.1038/s41586-024-07678-5

Sin embargo, en materiales exóticos que son multiferroicos, tales órdenes eléctricos y magnéticos coexisten. Los órdenes magnético y eléctrico pueden entrelazarse de tal manera que un cambio en uno causa un cambio en el otro. Esta propiedad, conocida como acoplamiento magnetoeléctrico, hace que estos

materiales sean candidatos atractivos para dispositivos más rápidos, más pequeños y más eficientes. Para que estos funcionen de manera efectiva, es importante encontrar materiales con un acoplamiento magnetoeléctrico particularmente fuerte.

Los investigadores lograron esto excitando NiI2 con pulsos láser ultracortos en el rango de femtosegundos (una millonésima de milmillonésima de segundo) y luego rastreando los cambios resultantes en los órdenes eléctricos y magnéticos del material y el acoplamiento magnetoeléctrico a través de su impacto en propiedades ópticas específicas.

Para entender por qué el acoplamiento magnetoeléctrico es mucho más fuerte en NiI2 que en materiales similares, el equipo realizó cálculos exhaustivos.

"Dos factores juegan un papel importante aquí", dijo el coautor Emil Viñas Boström del IMP para la Estructura y la Dinámica de la Materia en Hamburgo. "Uno de ellos es el fuerte acoplamiento entre el espín de los electrones y el movimiento orbital de los átomos de yodo, que es un efecto relativista conocido como acoplamiento espín-órbita. El segundo factor es la forma particular del orden magnético en el yoduro de níquel, conocido como espiral de espín o hélice de espín. Este ordenamiento es crucial tanto para iniciar el orden ferroeléctrico como para la fuerza del acoplamiento magnetoeléctrico".

Materiales como el NiI2 con un gran acoplamiento magnetoeléctrico tienen una amplia gama de aplicaciones potenciales, según los investigadores. Estos incluyen memoria magnética de computadora que es compacta, energéticamente eficiente y mucho más rápida que los sistemas de memoria existentes; interconexiones en plataformas de computación cuántica; y sensores químicos que pueden garantizar el control de calidad y la seguridad de los medicamentos en las industrias química y farmacéutica.

Los investigadores esperan que estos conocimientos innovadores se puedan utilizar para identificar otros materiales con propiedades magnetoeléctricas similares y que otras técnicas de ingeniería de materiales puedan conducir a una mayor mejora del acoplamiento magnetoeléctrico en NiI2.

*Nature*; 17 de julio de 2024; DOI: 10.1038/s41586-024-07678-5

## La evaluación de una gota de sangre utilizando luz infrarroja y aprendizaje automático podría ofrecer una evaluación de salud rápida y completa

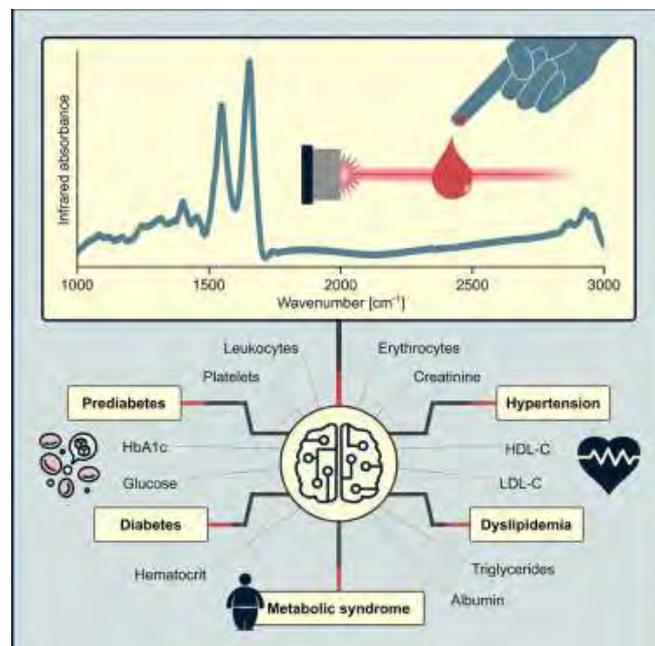
Durante muchos años, la espectroscopia infrarroja, que utiliza luz infrarroja para examinar la composición molecular de una sustancia, ha sido una herramienta vital en el campo de la química. Es similar a imprimir moléculas con una huella dactilar que puede proporcionar un espectrómetro, un dispositivo especializado. Esta técnica físico-química es una herramienta prometedora para el diagnóstico médico porque puede revelar información detallada sobre las señales moleculares cuando se aplica a biofluidos complejos como el plasma sanguíneo. La espectroscopia infrarroja se ha utilizado durante mucho tiempo en la industria y la química, pero no se ha formalizado ni se ha incluido en el estándar de diagnóstico médico.

Bajo la dirección de Mihaela Žigman, un grupo de científicos del IMP de Óptica Cuántica en Garching y del grupo BIRD de la Universidad Ludwig Maximilians comenzó a trabajar en este problema. Ya habían desarrollado una técnica para medir el plasma humano, y trabajaron con el equipo de Helmholtz Munich dirigido por Annette Peters para desarrollar huellas moleculares infrarrojas en una población naturalmente variada.

Para ello se midió la sangre de miles de individuos en el estudio KORA, un amplio proyecto de investigación sanitaria establecido en Augsburg (Alemania). Se eligieron adultos al azar como escenario representativo de una población naturalmente variable y se les reclutó para exámenes médicos y donaciones de sangre.

Se midieron más de 5.000 muestras de plasma sanguíneo mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Tarek Eissa y Cristina Leonardo, del equipo BIRD de la LMU, analizaron las muestras de sangre del estudio KORA utilizando luz infrarroja para obtener huellas moleculares. El equipo aplicó el aprendizaje automático para analizar las huellas moleculares y las correlacionó con datos médicos. Descubrieron que estas huellas contienen información valiosa que permite una rápida detección sanitaria. Un algoritmo informático multitarea que ahora es capaz de distinguir entre diversos estados de salud, incluidos niveles anormales de lípidos en sangre,

diversos cambios en la presión arterial, ver la diabetes de tipo 2 pero también detectar incluso la prediabetes, un precursor de la diabetes que a menudo no se detecta.



Abstracto gráfico © DOI:10.1016/j.xcrm.2024.101625

Curiosamente, el algoritmo también podía identificar a los individuos que estaban sanos y se mantuvieron sanos durante los años investigados. Esto era muy importante por dos razones: en primer lugar, la mayoría de las personas de cualquier población aleatoria experimentan cambios anormales en su salud y, dado que todos somos diferentes, así como que todos cambiamos con el tiempo, es casi trivial encontrar individuos completamente sanos. En segundo lugar, muchas personas padecen múltiples enfermedades en diversas combinaciones. Tradicionalmente, los médicos necesitaban una nueva prueba para cada enfermedad. Sin embargo, este nuevo método no se limita a detectar una sola enfermedad a la vez, sino que identifica con precisión toda una serie de problemas de salud. Este sistema basado en el aprendizaje automático no sólo identifica a las personas sanas, sino que también detecta afecciones complejas que implican varias enfermedades simultáneamente. Además, puede predecir la aparición del síndrome metabólico años antes de que aparezcan los síntomas, lo que permite intervenir.

Según los investigadores, este estudio sienta las bases para que las huellas moleculares por infrarrojos se

conviertan en una parte rutinaria de los exámenes médicos, lo que permitirá a los médicos detectar y tratar las enfermedades de forma más eficaz. Esto es especialmente importante en el caso de trastornos metabólicos como las alteraciones del colesterol y la diabetes, en los que una intervención oportuna y eficaz puede mejorar significativamente los resultados. Sin embargo, las aplicaciones potenciales de esta tecnología van más allá. A medida que los investigadores sigan perfeccionando el sistema y ampliando sus capacidades, mediante el desarrollo tecnológico y el establecimiento de éstas en el contexto de estudios clínicos, se añadirán aún más afecciones sanitarias y sus combinaciones al repertorio de diagnóstico, esperan los investigadores. Esto podría conducir a un seguimiento personalizado de la salud, en el que los individuos comprueben periódicamente su estado de salud y detecten posibles problemas mucho antes de que se agraven.

*Cell Reports Medicine; 28 de Junio de 2024; DOI:10.1016/j.xcrm.2024.101625*

### Cómo influye el calor en nuestra forma de hablar

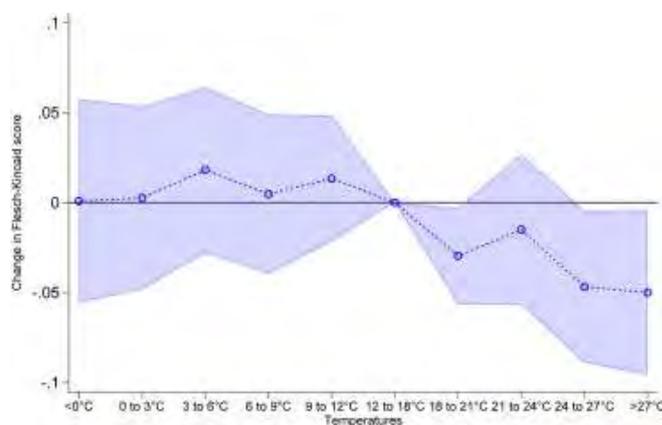
Las olas de calor pueden afectar el funcionamiento de nuestro cerebro: se ha demostrado que pueden determinar peores notas en exámenes de matemáticas e índices de agresividad más elevados, que se reflejan en conductas que van desde una actitud mezquina hasta delitos violentos. Un creciente número de investigaciones sugiere que también puede influir en nuestra forma de hablar.

Los políticos tienden a usar palabras más cortas en sus discursos cuando la temperatura ambiente es de 24-27 °C o superior, según un estudio publicado en la revista *iScience*. Dicho estudio analizó siete millones de discursos en ocho países —Estados Unidos, Reino Unido, Austria, Países Bajos, Nueva Zelanda, Dinamarca, España y Alemania— y los cotejó con la temperatura media del día en que se pronunciaron. Los días fríos no tuvieron el mismo efecto.

Comprender las consecuencias del calor en las habilidades cognitivas adquiere especial importancia a medida que el calentamiento global avanza, afirma Risto Conte Keivabu, coautor del estudio que investiga el cambio climático en el Instituto Max Planck para la Investigación Demográfica en Rostock.

Los días en que la temperatura superó los 27 °C, los políticos emplearon un lenguaje más sencillo, que equivalía a perder medio mes de formación académica. Seguramente ese resultado se queda corto, según Conte Keivabu, ya que el estudio trató de “separar el impacto del calor de cualquier otro posible factor de confusión de la forma más conservadora posible”. Al examinar por separado los datos de Alemania, los investigadores comprobaron que el efecto era comparable a una reducción de cuatro meses en la formación académica, apunta. Los discursos se midieron mediante las pruebas de legibilidad de Flesch-Kincaid, que evalúan la dificultad de comprensión de un texto en función de la longitud de las palabras y frases empleadas.

Según los datos recogidos en Alemania, el estudio reveló que los adultos mayores de 57 años son más sensibles al calor, y que en estos individuos el rango de temperaturas comprendido entre 21 y 24 °C se relaciona con cambios perceptibles en la forma de hablar. El calor es especialmente peligroso para los adultos de mayor edad, a los que les cuesta más bajar la temperatura corporal debido a una circulación sanguínea debilitada y al deterioro de las glándulas sudoríparas.



La figura muestra los resultados de la exposición a los rangos de temperatura media en la puntuación de Flesch-Kincaid. © DOI:10.1016/j.isci.2024.110106

Otros estudios respaldan la suposición de que el calor puede alterar nuestra forma de hablar, aunque apuntan a un empeoramiento del estado de ánimo como causa probable. Los discursos del odio tienden a subir a la par que el termómetro: según un estudio de 2022 en Estados Unidos, el número de tuits en los que se usa un lenguaje peyorativo o discriminatorio

aumenta hasta un 22% durante los períodos de calor extremo. Los investigadores han observado un fenómeno similar en las redes sociales chinas, donde se emplea un lenguaje más agresivo en los días de mucho calor.

Sin embargo, a diferencia de las publicaciones en las redes sociales, los discursos de los políticos suelen prepararse con antelación, lo que hace más sorprendente esa modulación hacia un lenguaje menos complejo en los días calurosos. Los investigadores sugieren que los efectos psicológicos del calor podrían llevar a un orador a simplificar el discurso o desviarse de los comentarios escritos de antemano debido a una merma en la función cognitiva y la sensación de confort.

Pero entonces, ¿cómo se explica que una ola de calor en el exterior altere la calidad del habla en el interior? El estudio baraja varias teorías. Es posible que incluso una breve exposición al calor —como esperar el tren en el trayecto al trabajo o salir al exterior para hacer un descanso— baste para desencadenar efectos adversos. A la inversa, las temperaturas extremas en el exterior podrían llevar a los individuos a permanecer en el interior de los edificios, donde la ausencia de aire fresco podría entorpecer sus habilidades cognitivas. Otra teoría apunta a la dificultad para conciliar el sueño cuando hace calor, lo que dificulta pensar con claridad al día siguiente.

*IScience; 13 de junio de 2024; DOI: 10.1016/j.isci.2024.110106*

### Redes neuronales hechas de luz

El aprendizaje automático y la inteligencia artificial están cada vez más extendidos con aplicaciones que van desde la visión por computadora hasta la generación de textos, como lo demuestra ChatGPT. Sin embargo, estas tareas complejas requieren redes neuronales cada vez más complejas; algunos con muchos miles de millones de parámetros. Este rápido crecimiento del tamaño de las redes neuronales ha puesto a las tecnologías en un camino insostenible debido a su consumo de energía y tiempos de entrenamiento que crecen exponencialmente. Por ejemplo, se estima que el entrenamiento GPT-3 consumió más de 1.000 MWh de energía, lo que equivale al consumo diario de energía eléctrica de una pequeña ciudad. Esta tendencia ha creado la necesidad

de alternativas más rápidas, eficientes desde el punto de vista energético y económico, lo que ha desencadenado el rápido desarrollo del campo de la computación neuromórfica. El objetivo de este campo es sustituir las redes neuronales de nuestros ordenadores digitales por redes neuronales físicas. Estos están diseñados para realizar las operaciones matemáticas requeridas físicamente de una manera potencialmente más rápida y eficiente desde el punto de vista energético.

La óptica y la fotónica son plataformas particularmente prometedoras para la computación neuromórfica, ya que el consumo de energía se puede mantener al mínimo. Los cálculos se pueden realizar en paralelo a velocidades muy altas, solo limitadas por la velocidad de la luz. Sin embargo, hasta ahora, ha habido dos desafíos importantes: en primer lugar, realizar los cálculos matemáticos complejos necesarios requiere altas potencias láser. En segundo lugar, la falta de un método de entrenamiento general eficiente para dichas redes neuronales físicas.



*Ilustración artística de un sistema neuromórfico de guías de onda portadoras de luz. © Clara Wanjura*

Ambos desafíos pueden superarse con el nuevo método propuesto por Clara Wanjura y Florian Marquardt, del Instituto Max Planck para la Ciencia de la Luz en Erlangen, en su nuevo artículo en *Nature Physics*. "Normalmente, la entrada de datos se imprime en el campo de luz. Sin embargo, en nuestros nuevos métodos proponemos imprimir la entrada cambiando la transmisión de luz", explica Florian Marquardt, director del Instituto. De esta manera, la señal de entrada se puede procesar de forma arbitraria. Esto es cierto a pesar de que el propio campo de luz se comporta de la manera más sencilla

posible, en la que las ondas interfieren sin influirse mutuamente de ninguna otra manera. Por lo tanto, su enfoque permite evitar interacciones físicas complicadas para realizar las funciones matemáticas requeridas que, de otro modo, requerirían campos de luz de alta potencia. Evaluar y entrenar esta red neuronal física sería entonces muy sencillo: "Realmente sería tan simple como enviar luz a través del sistema y observar la luz transmitida. Esto nos permite evaluar la salida de la red. Al mismo tiempo, esto permite medir toda la información relevante para el entrenamiento", dice Clara Wanjura, primera autora del estudio. Los autores demostraron en simulaciones que su enfoque se puede utilizar para realizar tareas de clasificación de imágenes con la misma precisión que las redes neuronales digitales.

En el futuro, los autores planean colaborar con grupos experimentales para explorar la implementación de su método. Dado que su propuesta relaja significativamente los requisitos experimentales, se puede aplicar a muchos sistemas físicamente muy diferentes. Esto abre nuevas posibilidades para los dispositivos neuromórficos que permiten el entrenamiento físico en una amplia gama de plataformas.

*Nature Physics*, 9 de Julio de 2024; DOI: [10.1038/s41567-024-02534-9](https://doi.org/10.1038/s41567-024-02534-9)

### Desarrollan un método de imagen médica rentable

La resonancia magnética (RM) se ha convertido en el estándar de oro en el diagnóstico clínico, especialmente para la detección temprana de enfermedades de los tejidos blandos y el cáncer en una etapa temprana. Sin embargo, la clasificación cuantitativa de los tumores con resonancia magnética ha sido difícil hasta ahora debido a la falta de alto contraste y la baja sensibilidad. Los científicos han desarrollado una solución independiente en el rango de bajo campo de las imágenes de resonancia magnética con un proceso tecnológico que permite la hiperpolarización continua de la propia muestra. Los métodos de hiperpolarización anteriores solo podían examinar las reacciones bioquímicas utilizando una sustancia de contraste inyectada en el cuerpo humano. Este nuevo método tiene el potencial de ampliar la amplia gama de aplicaciones existentes en imágenes de resonancia magnética de una manera rentable y,

por lo tanto, ofrece la posibilidad de un método de diagnóstico asequible para el Sur Global.



*Modelo simplificado del tomógrafo de resonancia magnética de bajo campo.*  
© Instituto Max Planck de Cibernética Biológica

"Nuestro objetivo es utilizar nuestro desarrollo para contribuir al diseño de escáneres de resonancia magnética eficientes y rentables. A continuación, se pueden optimizar para satisfacer las necesidades de los países del Sur Global. Es por eso que estamos desarrollando un nuevo escáner de bajo campo rentable basado en superconductores de alta temperatura de segunda generación: los nuevos procesos de polarización en combinación con el aprendizaje profundo permitirán obtener imágenes considerablemente mejores de lo que se conocía anteriormente. Esto mejorará la resolución de la imagen hasta tal punto que algunos diagnósticos médicos se pueden hacer con una precisión muy alta», explica el líder del proyecto, Pavel Povolni, responsable del proyecto en el Instituto Max Planck de Cibernética Biológica en Tübingen.

El Instituto Max Planck de Cibernética Biológica cuenta con muchos años de experiencia en investigación básica de imágenes médicas, en particular de resonancia magnética, y participa en una serie de programas científicos que se ocupan de los métodos médicos integradores de próxima generación. Esto incluye la integración específica de la inteligencia artificial. Junto con sus investigadores, el Instituto

forma parte del recientemente fundado Centro de Inteligencia Biónica en Stuttgart y Tübingen, la Sociedad ELLIS, el Centro de Inteligencia Artificial de Tübingen y el Clúster de Excelencia de Inteligencia Biónica para la Salud (BI4H), uno de los seis proyectos del clúster de la Universidad de Tubinga.

### Impacto complejo de los grandes incendios forestales en la dinámica de la capa de ozono

La capa de ozono, un escudo crucial que protege la vida en la Tierra de la dañina radiación ultravioleta (UV), ha estado en el camino de la recuperación gracias al Protocolo de Montreal. Este histórico tratado internacional, adoptado en 1987, condujo con éxito a la eliminación gradual de la producción de numerosas sustancias responsables del agotamiento de la capa de ozono. En las últimas décadas, la capa de ozono ha mostrado signos significativos de curación, un testimonio de la cooperación mundial y la política ambiental.

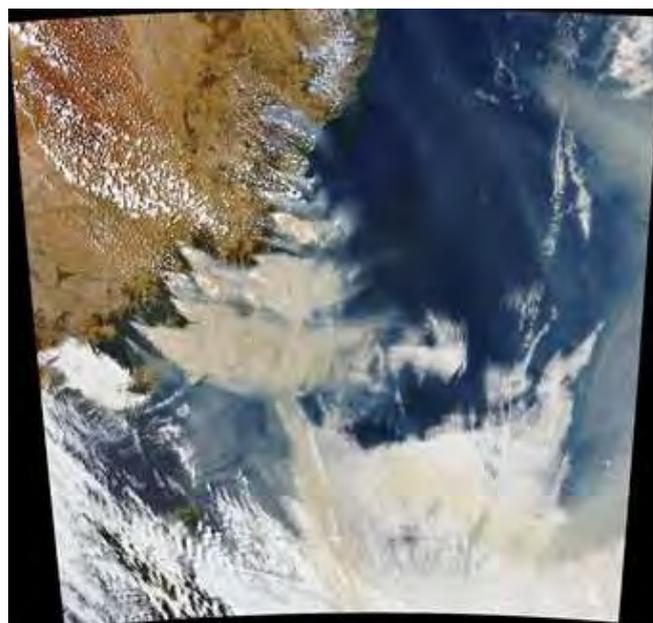
Sin embargo, la estabilidad de esta capa atmosférica vital se enfrenta ahora a un nuevo e inesperado desafío. Durante los incendios forestales australianos de 2019/20, los investigadores observaron un aumento dramático de los aerosoles estratosféricos, partículas diminutas que pueden influir en el clima, la salud y la química atmosférica.

Utilizando nuevos datos satelitales y modelos numéricos, el equipo de investigación demostró con éxito el impacto de los incendios forestales a través de un fenómeno novedoso: el vórtice cargado de humo (SCV).

"El SCV es un potente remolino cargado de humo que transporta el humo de los incendios forestales a la estratosfera media, alcanzando altitudes de hasta 35 kilómetros", explicó el profesor Hang Su, del Instituto de Física Atmosférica de la Academia China de Ciencias, uno de los autores correspondientes del estudio. "Este proceso condujo al menos a una duplicación de la carga de aerosoles en la estratosfera media del hemisferio sur. Una vez que alcanzaron altitudes tan altas, estos aerosoles iniciaron una serie de reacciones químicas en su superficie que impactaron las concentraciones de ozono".

El equipo internacional descubrió que estos aerosoles inducidos por incendios forestales facilitaron reacciones químicas heterogéneas en la estratosfera, lo que paradójicamente condujo tanto al agotamiento de la capa de ozono como al aumento de la capa de ozono en diferentes capas atmosféricas.

Mientras que la estratosfera inferior experimentó un agotamiento significativo del ozono, el nuevo estudio muestra que el aumento de las partículas de aerosol de humo en la estratosfera media mejora la absorción e hidrólisis heterogénea del N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, lo que conduce a una disminución de los gases nitrogenados reactivos, por ejemplo, NO<sub>x</sub>, y a un aumento del ozono. En las latitudes medias del sur, la compleja interacción logró amortiguar aproximadamente el 40% (hasta el 70%) del agotamiento de la capa de ozono observado en la estratosfera inferior en los meses posteriores a los eventos de megaincendios forestales.



*Entre finales de 2019 y principios de 2020, el sureste de Australia se vio amenazado por graves incendios forestales, produciendo columnas de humo tan extensas que podían verse desde el espacio, como se muestra en esta imagen satelital fechada el 4 de enero de 2020. © NASA*

Nuestro estudio descubre un mecanismo inesperado y crucial por el cual los aerosoles absorbentes en el humo de los incendios forestales, como el carbono negro, pueden inducir y mantener enormes vórtices cargados de humo que se extienden por miles de kilómetros, cambiando fundamentalmente la circulación estratosférica. Los vórtices pueden persistir durante meses, transportando aerosoles

profundamente a la estratosfera y afectando a la capa de ozono de distintas maneras a diferentes altitudes. Esto pone de relieve la necesidad de una vigilancia e investigación continuas a medida que avanza el cambio climático", dijo el profesor Yafang Cheng, otro autor principal del Instituto Max Planck de Química en Mainz.

"Hemos dado un paso significativo hacia adelante en la simulación del SCV como una nueva vía efectiva para que los incendios forestales modifiquen la dinámica y la química estratosférica, especialmente la capa de ozono. Personalmente, me encanta este estudio porque demuestra una vez más lo estrechamente conectadas que están las diferentes partes del sistema terrestre. El humo de un incendio forestal puede cambiar significativamente el viento y la circulación a decenas de kilómetros sobre el suelo, lo que permite que el humo modifique la capa de ozono, influyendo en la vida en nuestro planeta", dijo el Dr. Chaoqun Ma, primer autor del estudio e investigador postdoctoral en el equipo de Cheng en el MPIC.

*Science Advances* 12 de julio de 2024, DOI: [10.1126/sciadv.adn3657](https://doi.org/10.1126/sciadv.adn3657)

### **La producción local de alimentos y su eficiencia económica y ambiental**

Los alimentos locales son fundamentales para la seguridad alimentaria y la salud de los pueblos indígenas de todo el mundo, pero las economías "informales" locales suelen ser invisibles en las estadísticas económicas oficiales. En consecuencia, estas economías pueden ser pasadas por alto en las políticas diseñadas para combatir el cambio climático. Por ejemplo, las comunidades indígenas del Ártico norteamericano se caracterizan por economías mixtas que incluyen actividades de caza, pesca, recolección y captura con trampas, junto con la economía asalariada formal. La región también está experimentando una rápida transformación debido a los cambios sociales, económicos y climáticos. En Canadá, la introducción de impuestos sobre el carbono tiene implicaciones para el costo del combustible utilizado en la cosecha local de alimentos.

Como primer paso para comprender la sensibilidad de los sistemas alimentarios del Ártico a la política de impuestos sobre el carbono, investigadores del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva, en colaboración con la División de Innovación, Ciencia

Inuvialuit y Cambio Climático de la Corporación Regional Inuvialuit, intentaron estimar la importancia económica y ambiental de la producción local de alimentos en la región de asentamiento Inuvialuit en el Ártico canadiense occidental. Para ello, los autores utilizaron datos de un estudio regional de la cosecha realizado en 2018, con el objetivo de calcular el peso comestible total de los alimentos producidos por los recolectores inuit en un plazo de un año.

Luego, los autores calcularon cuánto costaría reemplazar estos alimentos con sustitutos del mercado, como carne de res, cerdo, pollo o pescado de granja. A continuación, recopilamos datos de la agricultura y la ciencia del transporte para estimar las emisiones de carbono asociadas a la producción y el envío de sustitutos del mercado a las comunidades árticas. Por último, utilizando datos de un estudio comunitario sobre la recolección de los inuit en una comunidad de la región del asentamiento Inuvialuit (Ulukhaktok), el equipo de investigación pudo estimar la cantidad de gasolina utilizada por kilogramo de alimento cosechado, y utilizó esta información para inferir la cantidad total de gasolina utilizada en la producción local de alimentos en la región.

Las estimaciones resultantes sugieren que, en escenarios plausibles, la sustitución de los alimentos cosechados localmente en la región del asentamiento de Inuvialuit por sustitutos importados del mercado costaría más de 3,1 millones de dólares canadienses al año y emitiría más de 1.000 toneladas de CO<sub>2</sub>-Emisiones equivalentes al año. En contraste, los insumos de gasolina para la cosecha local cuestan aproximadamente 295.000 dólares canadienses y resultan en 317 a 496 toneladas de emisiones, menos de la mitad de lo que emitirían los sustitutos del mercado. "Nuestros hallazgos ilustran cómo la recolección local de alimentos, incluso cuando depende de los combustibles fósiles, como es el caso de las comunidades árticas canadienses, es más eficiente económicamente y menos intensiva en carbono que la producción industrial de alimentos", dice la primera autora Elspeth Ready, investigadora del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva. "La recolección local de alimentos también reduce la dependencia de las cadenas de suministro que son vulnerables al cambio climático".

*PNAS*, 29 de julio de 2024. DOI: [10.1073/pnas.231768612](https://doi.org/10.1073/pnas.231768612)

## Una aplicación de plantas ayuda a identificar las consecuencias del cambio climático

Un equipo de investigación dirigido por el Centro Alemán para la Investigación Integrativa de la Biodiversidad (iDiv) y la Universidad de Leipzig ha desarrollado un algoritmo que analiza los datos observacionales de la aplicación Flora Incognita. El nuevo enfoque descrito en *Methods in Ecology and Evolution* se puede utilizar para derivar patrones ecológicos que podrían proporcionar información valiosa sobre los efectos del cambio climático en las plantas.

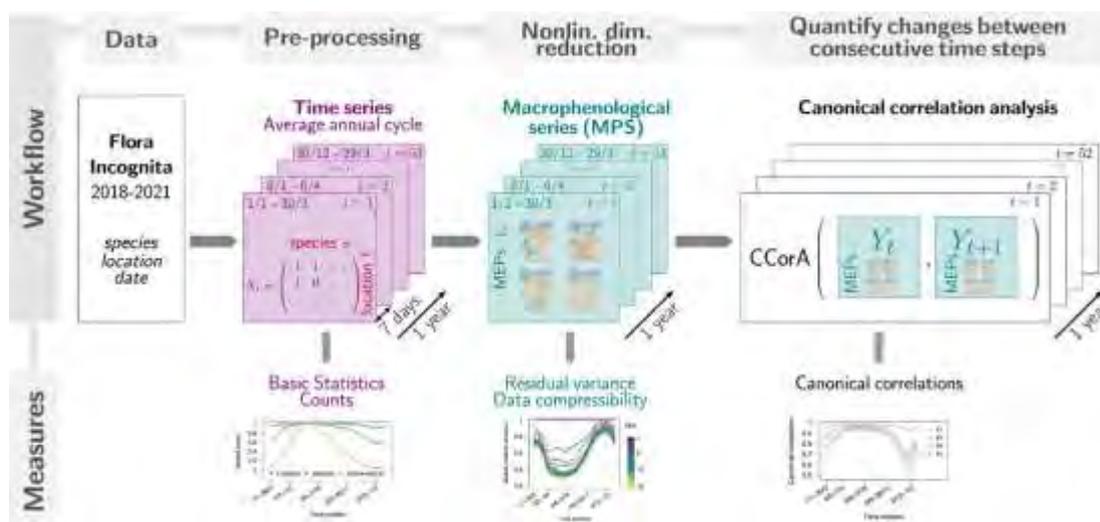
Se sabe que las plantas responden a los cambios estacionales mediante la brotación, las hojas y la floración. A medida que el cambio climático cambia las llamadas etapas fenológicas en el ciclo de vida de las plantas, el acceso a los datos sobre los cambios fenológicos, de muchos lugares diferentes y en diferentes plantas, se puede utilizar para sacar conclusiones sobre los efectos reales del cambio climático. Sin embargo, la realización de tales análisis requiere una gran cantidad de datos y la recopilación de datos de esta escala sería impensable sin la ayuda de científicos ciudadanos. "El problema es que la calidad de los datos se ve afectada cuando menos personas se involucran como científicos ciudadanos y dejan de recopilar datos", dice la primera autora Karin Mora, investigadora de la Universidad de Leipzig e iDiv.

Las aplicaciones móviles como Flora Incognita podrían ayudar a resolver este problema. La aplicación permite a los usuarios identificar plantas silvestres desconocidas en cuestión de segundos. "Cuando tomo una foto de una planta con la aplicación, la observación se registra con la ubicación (exacta), así como con una marca de tiempo", explica la coautora Jana Wäldchen del Instituto Max Planck de

Biogeoquímica (MPI-BGC), quien desarrolló la aplicación con colegas de la Universidad Técnica de Ilmenau. "Hasta ahora se han recopilado millones de observaciones de plantas con marca de tiempo de diferentes regiones". Aunque los datos satelitales también registran la fenología de ecosistemas enteros desde arriba, no proporcionan información sobre los procesos que tienen lugar en el suelo.

Los investigadores desarrollaron un algoritmo que se basa en casi 10 millones de observaciones de casi 3.000 especies de plantas identificadas entre 2018 y 2021 en Alemania por usuarios de Flora Incognita. Los datos muestran que cada planta individual tiene su propio ciclo en cuanto a cuándo comienza una fase de floración o crecimiento. Además, los científicos pudieron demostrar que el comportamiento grupal surge del comportamiento de los individuos. A partir de esto, pudieron derivar patrones ecológicos e investigar cómo estos cambian con las estaciones. Por ejemplo, los ecosistemas junto a los ríos difieren de los de las montañas, donde los eventos fenológicos comienzan más tarde.

El algoritmo también tiene en cuenta las tendencias observacionales de los usuarios de Flora Incognita, cuya recopilación de datos está lejos de ser sistemática. Por ejemplo, los usuarios registran más observaciones durante el fin de semana y en áreas densamente pobladas. "Nuestro método puede aislar automáticamente estos efectos de los patrones



*El análisis espacio-temporal sigue tres etapas. (1) Preprocesamiento. (2) Reducción de dimensión no lineal con Isomap (3) Cálculo de los patrones comunes de pasos de tiempo consecutivos. © Methods in Ecology and Evolution; DOI: 10.1111/2041-210X.14365*

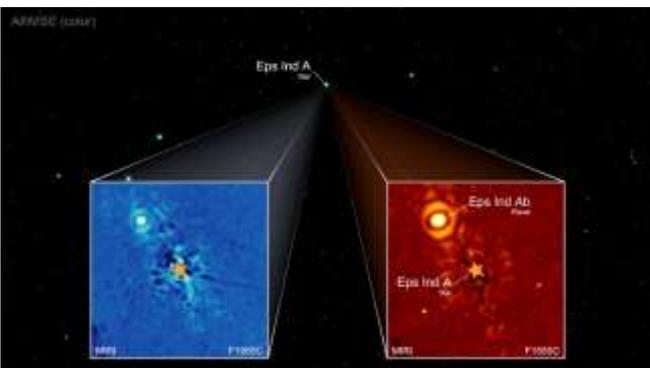
ecológicos", explica Karin Mora. "Menos observaciones no significa necesariamente que no podamos registrar la sincronización. Por supuesto, hay muy pocas observaciones en pleno invierno, pero también hay muy pocas plantas que se pueden observar durante ese tiempo".

Se sabe que el cambio climático está provocando cambios estacionales, por ejemplo, la primavera llega cada vez más temprano. La forma en que esto afecta la relación entre las plantas y los insectos polinizadores y, por lo tanto, potencialmente también la seguridad alimentaria, aún está siendo objeto de más investigación. El nuevo algoritmo ahora se puede utilizar para analizar mejor los efectos de estos cambios en el mundo vegetal.

*Methods in Ecology and Evolution*; 8 de julio de 2024; DOI: 10.1111/2041-210X.14365

### Captan imágenes de un exoplaneta frío a 12 años luz de distancia de la Tierra.

Un equipo internacional de astrónomos que utiliza el telescopio espacial James Webb ha obtenido imágenes directas de un exoplaneta a unos doce años luz de distancia de la Tierra. Estudios anteriores habían identificado correctamente un planeta en este sistema, pero subestimaron la masa y la separación orbital de este gigante gaseoso super-Júpiter. El planeta, conocido como Epsilon Indi Ab, tiene una masa varias veces superior a la de Júpiter y orbita alrededor de la estrella de tipo K Epsilon Indi A (Eps Ind A), que tiene aproximadamente la edad del Sol, pero es ligeramente más fría.



La imagen resume las observaciones con JWST/MIRI que condujeron al redescubrimiento de Eps Ind Ab.  
© T. Müller (MPIA/HdA), E. Matthews (MPIA)

El equipo de científicos logró captar la existencia de Epsilon Indi Ab utilizando el coronógrafo del instrumento de MIRI (Mid-Infrared Instrument) de

Webb. Solo se han obtenido imágenes directas de unas pocas decenas de exoplanetas desde observatorios espaciales y terrestres. "Este descubrimiento es emocionante porque el planeta es bastante similar a Júpiter: es un poco más caliente y más masivo, pero es más parecido a Júpiter que cualquier otro planeta del que se hayan obtenido imágenes hasta ahora", resaltó Elisabeth Matthews, investigadora del IMP de Astronomía en Heidelberg y autora principal del artículo. La ESA ha destacado que los exoplanetas de los que se han obtenido imágenes con anterioridad suelen ser los más jóvenes y calientes que todavía están irradiando gran parte de la energía de cuando se formaron. A medida que los planetas se enfrían y se contraen a lo largo de su vida, su brillo disminuye considerablemente y, por lo tanto, resulta más difícil obtener imágenes de ellos. Epsilon Indi Ab es uno de los exoplanetas más fríos que se han detectado directamente, con una temperatura estimada de 2 grados, más fría que la de cualquier otro planeta del que se hayan obtenido imágenes fuera del sistema solar, y más fría que la de todas las enanas marrones que flotan libremente, excepto una. El planeta es solo unos 100 grados centígrados más caliente que los gigantes gaseosos del sistema solar y esto ofrece a los astrónomos una oportunidad única de estudiar la composición atmosférica de verdaderos análogos del sistema solar. "Los astrónomos llevan décadas imaginando planetas en este sistema; los planetas ficticios que orbitan Epsilon Indi han sido escenarios de episodios de Star Trek, novelas y videojuegos como Halo. Es emocionante que podamos ver realmente un planeta allí y empezar a medir sus propiedades", ha afirmado Caroline Morley, de la Universidad de Texas en Austin.

*Nature*, 24 de julio de 2024, DOI: 10.1038/s41586-024-07837-8

### Utilizando el telescopio ALMA, en el desierto de Atacama, observaron una galaxia hiperluminosa que desafía teorías sobre formación estelar

Las galaxias infrarrojas hiperluminosas (HyLIRG) pertenecen a los objetos persistentes más luminosos del universo y a menudo se caracterizan por una tasa de formación estelar extremadamente alta. En el Planck All-Sky Survey to Analyze Gravitationally-lensed Extreme Starbursts Project (PASSAGES), que observó más de  $10^4$  grados cuadrados del cielo, un equipo de investigadores que incluía a miembros del IMP de Física Extraterrestre en Garching, detectó alrededor de

20 HyLIRG. Entre ellas, la galaxia PJ0116-24 ha sido identificada como la más brillante.

"PJ0116-24 es una galaxia que se encuentra a unos 10.000 millones de años luz de distancia y parece 10.000 veces más brillante en el infrarrojo que nuestra Vía Láctea, lo que la hace ideal para observaciones profundas y de alta resolución", explica Daizhong Liu, primer autor del estudio e investigador del grupo de infrarrojos del MPE. Además de ser intrínsecamente hiperluminosa, la galaxia se magnifica aún más a través de un fenómeno astronómico conocido como anillo de Einstein. Una galaxia elíptica masiva, que se encuentra en la línea de visión entre nuestra Tierra y PJ0116-24, actuó como una lente gravitacional y estiró la luz de PJ0116-24 en un círculo casi perfecto. Esto aumentó su luminosidad en un factor 17 veces, lo que la convierte quizás en la galaxia infrarroja con mayor corrimiento al rojo en el cielo del sur. La imagen altamente estirada también revela la estructura de la fuente con aproximadamente 10 veces más detalle fino que si no fuera con lente.

Esta rara configuración cósmica permitió al equipo de investigación estudiar la rica estructura de la galaxia con gran detalle utilizando el Espectrógrafo y Generador de Imágenes de Resolución Mejorada (ERIS, por sus siglas en inglés), desarrollado por el consorcio ERIS liderado por MPE IR y montado en el Very Large Telescope de ESO en 2022, y el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). Con ERIS, el equipo detectó importantes líneas de hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre en el espectro de la galaxia, que revelaron niveles extremos de polvo, mucho más altos que las galaxias típicas de alto corrimiento al rojo, mientras que ALMA se utilizó para mapear el gas frío en PJ0116-24 en 3D.

El análisis mostró que el gas de esta inusual galaxia giraba de manera ordenada, contrariamente al movimiento caótico que normalmente se espera después de una colisión galáctica. Por lo tanto, los investigadores concluyeron que, a pesar de su intenso brillo infrarrojo y su actividad de estallido estelar, PJ0116-24 es en realidad una galaxia de disco giratorio masivo. Ese fue un hallazgo interesante que desafió las creencias anteriores sobre galaxias extremadamente brillantes, según las cuales los HyLIRG están asociados con grandes colisiones de múltiples galaxias.

"Es muy emocionante ver que una galaxia tan extremadamente brillante en infrarrojos puede ser bien estudiada tanto en trazadores de gas ionizado como de gas frío. Las líneas de emisión de gas ionizado suelen estar demasiado oscurecidas para ser detectadas en galaxias polvorientas, pero la potente lente ayuda a magnificar las regiones menos polvorientas de la galaxia. Gracias a ERIS/VLT y ALMA, el movimiento circular del gas ionizado y el gas frío



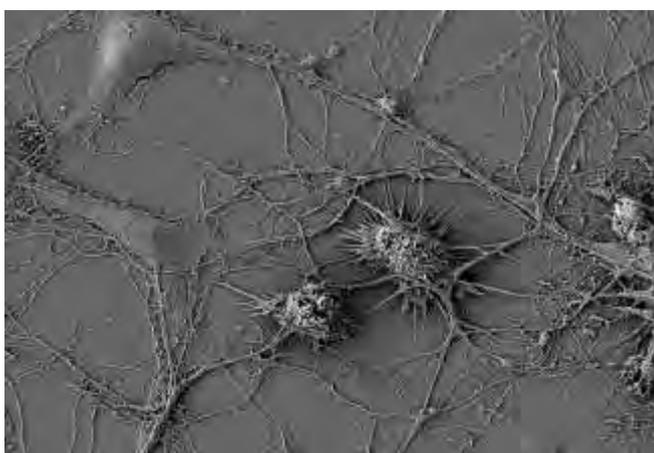
El objetivo, PJ0116-24, es una galaxia infrarroja hiperluminosa con lente en un anillo de Einstein. El naranja indica el gas ionizado y el azul indica el gas frío en la galaxia.  
© ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/ESO/D. Liu et al.

puede revelarse claramente, arrojando nueva luz sobre lo que desencadena los estallidos estelares", dice Daizhong Liu y concluye: "Nuestros resultados enfatizan el papel crucial de las vistas nítidas de las observaciones de alta resolución de la estructura y los movimientos del gas de tales sistemas luminosos para comprenderlos. PJ0116-24 es el segundo caso de un HyLIRG de alto corrimiento al rojo que no se encuentra en un sistema de fusión desordenado, sino en un disco giratorio bastante ordenado. Puede haber más, lo que sería muy interesante"

*Nature*; 15 de julio de 2024; DOI: [10.1038/s41550-024-02296-7](https://doi.org/10.1038/s41550-024-02296-7)

## Las células inmunitarias del cerebro forman puentes con las células nerviosas y protegen contra las enfermedades neurodegenerativas

En enfermedades como el Parkinson y el Alzheimer, se forman grupos de proteínas dañinas en las neuronas. Anteriormente se asumía que la microglía solo absorbía estos grupos después de que las células nerviosas muertas los liberaban. «Sabemos desde hace mucho tiempo que la microglía limpia estas proteínas tóxicas tan pronto como se liberan», afirma Hannah Scheiblich, jefa del grupo de investigación del Instituto Max Planck de Biología del Envejecimiento en Colonia y autora principal del estudio.



La microglía se conecta directamente con las neuronas a través de nanotubos de efecto túnel.  
© Scheiblich/Heneka

El nuevo estudio muestra que la microglía puede usar los tubos para eliminar estas proteínas dañinas directamente de las neuronas antes de que causen daños graves. Además, la microglía envía mitocondrias sanas, las llamadas plantas de energía de las células, a las neuronas estresadas a través de estos tubos, lo que reduce el estrés y permite que las neuronas funcionen mejor a pesar de la enfermedad. El coautor Frederik Eikens añadió: «Estamos entusiasmados con estos resultados y con el potencial de intervenir directamente en la salud neuronal mediante la mejora de las funciones naturales de la microglía».

El estudio también encontró que ciertas mutaciones genéticas en la microglía afectan la formación y función de los túbulos. Estas mutaciones se asocian con un mayor riesgo de enfermedades neurodegenerativas, lo que sugiere que los problemas en la formación de tubos pueden contribuir a estas enfermedades. «Nuestros próximos pasos se centrarán en

comprender cómo se forman estos túbulos y encontrar formas de impulsar este proceso en la enfermedad», afirma la coautora Lena Wischhof.

“Estos hallazgos cambian nuestra comprensión de cómo la microglía contribuye a la salud del cerebro”, afirman Hannah Scheiblich y Michael T. Heneka, del Centro de Biomedicina de Sistemas de Luxemburgo. Al demostrar que la microglía mantiene activamente la salud neuronal con la ayuda de los tubos, han identificado nuevas vías potenciales para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas. El equipo de investigación se centrará ahora en aprender más sobre la formación de estos tubos entre las células y desarrollar terapias que mejoren el soporte de las neuronas por parte de la microglía.

*Neuron; 25 de julio de 2024; DOI: 10.1016/j.neuron.2024.06.029*

---

### Institutos Max Planck

---

Como cada mes, les acercamos una presentación de tres Institutos Max Planck.

#### **Instituto Max Planck para la Investigación del Cerebro, Frankfurt.**

Ningún otro órgano es tan complejo como el cerebro humano: cada una de sus casi 100.000 millones de células nerviosas, o neuronas, puede conectarse con miles de otras neuronas. Y el "producto" del cerebro - por ejemplo, el comportamiento, la acción, la percepción, el lenguaje, la cognición- es extraordinariamente variado y todavía misterioso. El Instituto Max Planck para la Investigación del Cerebro se dedica al estudio de la función cerebral a nivel mecanicista y computacional. El enfoque científico del Instituto se centra en los circuitos, o redes de partes que interactúan, incluidas las moléculas de una neurona, las neuronas de un circuito local y los circuitos locales de sistemas cerebrales más grandes. Los científicos del Instituto se esfuerzan por obtener información fundamental sobre la función cerebral mediante el estudio principalmente de sistemas nerviosos menos complejos, como los de roedores, tortugas o peces. Miden cómo los sistemas nerviosos procesan la información sensorial, cómo se forman y

almacenan los recuerdos, cómo se estructuran los circuitos, cómo se produce el sueño, cómo se generan los comportamientos adaptativos, mientras intentan comprender los principios computacionales generales que gobiernan estos procesos. Los estudios aplican métodos moleculares, de imagen, electromicroscópicos, genéticos, conductuales y electrofisiológicos, así como simulaciones numéricas y teoría.

Este instituto cuenta con una Escuela Internacional de Investigación Max Planck (IMPRS).

### [IMPRS para circuitos neuronales](#)

#### **Instituto Max Planck de Física de Microestructuras, Halle**

El Instituto Max Planck de Física de Microestructuras fue fundado en 1992 como el primer instituto de la Max-Planck-Gesellschaft en la parte oriental de Alemania. Se encuentra en parte en los edificios del antiguo Instituto de Física del Estado Sólido y Microscopía Electrónica de la Academia de Ciencias.

El Instituto cuenta con importantes programas de investigación experimental y teórica que se centran en materiales novedosos con funcionalidades útiles. De particular interés son los materiales y dispositivos espintrónicos, los dispositivos y sistemas neuromórficos, la nanofotónica, los metales topológicos y los aislantes.

Los científicos del Instituto investigan cómo la microestructura y la nanoestructura de los compuestos metálicos afectan a sus propiedades físicas, por ejemplo, cómo se comportan como fibra óptica o sus características magnéticas.

El Instituto participa en numerosos proyectos de investigación colaborativos con socios académicos y de la industria de Alemania y de todo el mundo (incluidos Europa, América del Norte y Asia). Además, cuenta con una amplia infraestructura que incluye un taller de modelismo de última generación, un taller de electrónica, una supercomputadora y una sala limpia, así como una amplia gama de instalaciones experimentales modernas.

Este Instituto cuenta con una Escuela Internacional de Investigación Max Planck (IMPRS):

### [IMPRS para la Ciencia y Tecnología de los Nanosistemas](#)

#### **Instituto Max Planck de Materiales Sostenibles, Duesseldorf**

La ciencia de los materiales se enfrenta a grandes desafíos: la industria siderúrgica por sí sola contribuye con el ocho por ciento de las emisiones mundiales de dióxido de carbono. Cada año, los desechos electrónicos, equivalentes a 350 mega cruceros, se desechan o incineran en lugar de reciclarse, a pesar de contener metales valiosos como metales preciosos o tierras raras. En el Instituto Max Planck de Materiales Sostenibles, los investigadores exploran enfoques climáticamente neutros y de conservación de recursos para producir, utilizar y reciclar materiales esenciales para las sociedades modernas. Buscan producir metales utilizando hidrógeno en lugar de combustibles fósiles, prolongar la vida útil de los materiales, mejorar la reciclabilidad y minimizar los residuos. A la hora de desarrollar materiales que cumplan estos requisitos, los investigadores confían cada vez más en la inteligencia artificial para hacer que el proceso sea significativamente más eficiente. Fundado hace más de un siglo, el Instituto llevó a cabo su investigación bajo el nombre de Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH y ha experimentado un cambio monumental para centrarse en materiales sostenibles para la energía, la movilidad, la infraestructura, la fabricación y la medicina.

Este Instituto cuenta con una Escuela Internacional de Investigación Max Planck (IMPRS):

### [IMPRS para la Metalurgia Sostenible: de los Fundamentos a los Materiales de Ingeniería](#)