



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

Cooperación con América Latina

Descifran el genoma completo del malbec

Investigadores de Argentina, España y Alemania lograron descifrar el genoma completo del Malbec, un logro clave para la industria vitivinícola ya que abre la puerta a desarrollos que permitan mejorar la calidad de este varietal. La investigación forma parte del proyecto Iberogen, un consorcio internacional conformado por instituciones públicas y privadas de Argentina y España, creado con el objetivo de determinar la base genética y molecular de la variación somática que se genera en plantas de vid de las variedades Malbec y Tempranillo.



Plantas de la colección de clones de Malbec del Vivero Mercier utilizadas en el proyecto IBEROGEN. Gentileza investigadores. © CONICET

En el estudio participaron investigadores del Instituto de Biología Agrícola de Mendoza, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, del Vivero Mercier (todos en Argentina), del Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV, España) y del Instituto Max Planck de Biología en Tubingen. El material que se utilizó para la secuenciación fue el Malbec clon Mercier 136, que corresponde a una obtención del Vivero Mercier Argentina de 1999, proveniente de un viñedo de más de 100 años ubicado en la provincia argentina de

Mendoza (oeste). Conocer el genoma completo del Malbec permitirá el desarrollo de clones de cepas de uvas que presenten un comportamiento más adaptable al aumento de las temperaturas a nivel global y abre la puerta a nuevas investigaciones que permitan mejorar la calidad de este varietal. “Consideramos que esta investigación nos ha dado una herramienta clave para comprender la biología de nuestra variedad insignia en este contexto de cambio climático”, señaló Luciano Calderón, uno de los investigadores argentinos involucrados en el proyecto. La crisis climática afecta los ciclos vegetativos y reproductivos de la vid, produciendo cambios específicos en el desarrollo de la uva, acelerando la disminución de ácidos orgánicos, induciendo un incremento en la concentración de azúcares y desfasando la acumulación de antocianinas de la maduración fenólica. Como consecuencia, estas uvas dan lugar a vinos de grado alcohólico excesivo, baja acidez, baja intensidad de color y sabores astringentes. Calderón precisó que, gracias a esta investigación, se determinó que “el Malbec contiene más de setenta mil genes en su genoma, que codifican para más de ochenta y ocho mil proteínas”. “Adicionalmente, demostramos que tenemos una herramienta que funciona. En el mismo trabajo que presentamos el genoma del Malbec encontramos un patrón de expresión diferencial de genes que explica por qué determinados clones tienen mayor contenido de antocianos y polifenoles en sus bayas”, indicó el científico. El proyecto Iberogen es un consorcio de cooperación creado en 2016 por el Vivero Mercier de Argentina - integrante del grupo francés Mercier - y Bodegas Roda de España para desarrollar investigaciones científicas sobre la diversidad genética existente en Malbec y Tempranillo, los varietales más relevantes de Argentina y España, respectivamente.

Horticulture Research, uhae080, DOI:10.1093/hr/uhae080

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 abril.

[Acceder al resumen](#)

Noticias destacadas de Institutos Max Planck

La variabilidad en las características del autismo está relacionada con múltiples dimensiones genómicas.

Las personas con autismo pueden presentar características (o fenotipos) muy diferentes. Por ejemplo, algunas personas neurodivergentes pueden experimentar dificultades para adquirir el lenguaje hablado, mientras que otras lo dominan sin esfuerzo. Los mecanismos genéticos en el autismo también parecen ser tan diversos como las características asociadas con el autismo. Tanto las variantes genéticas comunes (presentes en al menos 1 de cada 100 individuos de la población) como las muy raras (presentes en menos de 1 de cada 10.000 individuos) juegan un papel en el autismo, pero la variación genética común tiene una contribución mayor. "Aún así, incluso las influencias genéticas comunes difieren entre los individuos autistas y contribuyen a diferentes presentaciones fenotípicas, aunque los mecanismos subyacentes no se comprenden bien", dice la investigadora principal Beate St Pourcain, investigadora principal del estudio. "El autismo es heterogéneo a nivel genético y fenotípico y, mediante el estudio de esta heterogeneidad, pretendemos comprender mejor los mecanismos genéticos que conducen a dicha diversidad en el desarrollo", añade la primera autora Lucía de Hoyos, investigadora del Instituto Max Planck de Psicolingüística en Nijmegen.

El equipo de investigación, financiado por la Fundación Simons, estudió múltiples características relacionadas con el autismo simultáneamente en individuos con autismo de dos grandes cohortes. Por un lado, a 5.331

personas autistas de la cohorte SPARK (Simons Powering Autism Research), una muestra comunitaria de familias de Estados Unidos donde uno o más miembros de la familia tienen la afección y, por otro, a 1.946 personas con autismo de la cohorte SSC (Simons Simplex Collection), que consiste en familias "simplex" en las que solo un miembro de la familia tiene autismo. En las familias simples, es más probable que las mutaciones raras "de novo" (es decir, mutaciones de reciente aparición que no se heredan de los padres) desempeñen un papel.

En SPARK y el SSC, los investigadores identificaron al menos tres dimensiones genómicas distintas mediante el estudio de las estructuras de variación genómica. Estas dimensiones eran en gran medida, pero no totalmente idénticas.

En ambas cohortes, una dimensión genómica se relacionó con el rendimiento lingüístico y otra con el retraso motor del desarrollo. Más específicamente, el equipo encontró vínculos genéticos entre niveles más altos de lenguaje y una edad más temprana de autoalimentación con cuchara. Según los investigadores, la autoalimentación puede presentar un marcador temprano del desarrollo cognitivo y del lenguaje en el autismo. La dimensión genética relacionada con el retraso motor del desarrollo explicó la variación en la adquisición de hitos motores y del desarrollo, como la edad a la que los niños comienzan a gatear.

La principal diferencia entre las dos cohortes se refería a la relación genética entre el lenguaje y el comportamiento, especialmente el comportamiento repetitivo, capturado por la tercera dimensión genética. Si bien las dimensiones genómicas subyacentes al rendimiento y el comportamiento del lenguaje no estaban relacionadas en gran medida en la muestra de la comunidad de autismo (SPARK), estaban fuertemente vinculadas genéticamente en el autismo simple (SSC). Este hallazgo puede apuntar hacia diferencias en los mecanismos subyacentes entre las dos cohortes de autismo. Sin embargo, el hallazgo también puede reflejar diferencias en las estrategias de reclutamiento.

"Nuestro estudio demuestra que la variación genética común se relaciona con al menos tres dimensiones genómicas diferentes, lo que explica las diferencias en las características relacionadas con el autismo entre las personas con autismo", dice St Pourcain. "Por lo tanto,

nuestra investigación puede ayudar a caracterizar diferentes mecanismos subyacentes que contribuyen a la neurodiversidad".

Nature Communications volumen 15, Artículo número 1770; 27 de febrero de 2024; DOI: 10.1038/s41467-024-46128-8.

Variantes genéticas asociadas a la zurdera

La frecuencia de la zurdera en el mundo se sitúa en torno al 10 %. Esta tendencia a usar preferentemente la mano izquierda o también el pie del mismo lado se caracteriza por una mayor dominancia del hemisferio cerebral derecho.

Estudios poblacionales anteriores encontraron varias variantes genéticas comunes asociadas a esta condición. Algunas implican genes que codifican los microtúbulos que forman parte del citoesqueleto, el andamiaje que da forma a las células.

Con el objetivo de examinar a fondo las bases genéticas de la zurdera, investigadores del Instituto Max Planck de Psicolingüística en Nijmegen analizaron datos del genoma de más de 350.000 personas (38.043 zurdos y 313.271 diestros) del biobanco del Reino Unido en busca de variantes genéticas raras —con una frecuencia menor del 1 % en la población— relacionadas.

La investigación, publicada en Nature Communications, sugiere que el gen TUBB4B tiene 2,7 veces más probabilidades de contener variantes raras de codificación en las personas zurdas, si bien la heredabilidad de la zurdera debida a dichas mutaciones tan poco frecuentes de codificación fue baja, inferior al 1 %.

“Hemos descubierto que las variantes genéticas raras en TUBB4B están asociadas con la zurdera. Aunque solo se encuentran en menos de 1 de cada 1.000 zurdos, el hallazgo es importante porque implica a este gen en el desarrollo de la asimetría cerebral”, explica Clyde Francks, autor principal.

“Los dos hemisferios cerebrales empiezan a desarrollarse de forma diferente en el embrión humano, pero se desconoce el mecanismo. Encontrar genes relacionados con asimetrías cerebrales o de comportamiento, como la lateralidad, puede dar algunas pistas”, añade.

Sobre cómo las variantes raras del exoma contribuyen muy poco a la tasa de personas zurdas, Francks explica: “Ya sospechábamos por otros trabajos que la asimetría cerebral varía sobre todo debido al azar en el embrión temprano. Aunque para nuestro propósito, la baja heredabilidad no era un problema. Si bien los raros portadores de variantes TUBB4B parecen tener un aumento sustancial de la probabilidad de ser zurdos, creemos que la mayoría de los casos se producen simplemente debido a una variación aleatoria durante el desarrollo del cerebro embrionario, sin influencias genéticas o ambientales específicas”.

Nature Communications; volumen 15, Artículo número 2632; 2 de abril de 2024; DOI: 10.1038/s41467-024-46277-w

Las oscilaciones de largo período controlan la rotación diferencial del Sol

El patrón de rotación diferencial del Sol ha desconcertado a los científicos durante décadas: mientras que los polos giran con un período de aproximadamente 34 días, las latitudes medias giran más rápido y la región ecuatorial requiere solo aproximadamente 24 días para una rotación completa. Además, en los últimos años los avances en heliosismología, es decir, el sondeo del interior solar con la ayuda de ondas acústicas solares, han establecido que este perfil rotacional es casi constante en toda la zona de convección. Esta capa del Sol se extiende desde una profundidad de aproximadamente 200 000 kilómetros hasta la superficie solar visible y es el hogar de violentas convulsiones de plasma caliente que juegan un papel crucial en el impulso del magnetismo y la actividad solar.

Si bien los modelos teóricos han postulado durante mucho tiempo una ligera diferencia de temperatura entre los polos solares y el ecuador para mantener el patrón de rotación del Sol, ha demostrado ser notoriamente difícil de medir. Después de todo, las observaciones tienen que “mirar a través” del fondo del interior profundo del Sol, que mide hasta millones de grados de temperatura. Sin embargo, como muestran los investigadores del IMP para la Investigación del Sistema Solar en Gottingen, ahora es posible determinar la diferencia de temperatura a partir de las observaciones de las oscilaciones de largo período del Sol.

En su análisis de los datos observacionales obtenidos por el Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) a bordo del Observatorio de Dinámica Solar de la NASA de 2017

a 2021, los científicos se centraron en las oscilaciones solares globales con largos períodos que pueden discernirse como movimientos arremolinados en la superficie solar. Entre los movimientos observados, aquellos de alta latitud con velocidades de hasta 70 km por hora, demostraron ser especialmente influyentes.



Visualización tridimensional de las oscilaciones de alta latitud en el Sol. Instantánea de las líneas de corriente de las oscilaciones de alta latitud de largo período en la zona de convección. Los colores rojo y azul denotan los flujos zonales progradados (igual que la rotación) y retrógradados (opuestos a la rotación), respectivamente. © MPS / Y. Bekki

Para estudiar la naturaleza no lineal de estas oscilaciones de alta latitud, se realizó un conjunto de simulaciones numéricas tridimensionales. En sus simulaciones, las oscilaciones de alta latitud transportan calor desde los polos solares hasta el ecuador, lo que limita la diferencia de temperatura entre los polos del Sol y el ecuador a menos de siete grados. "Esta diferencia de temperatura muy pequeña entre los polos y el ecuador controla el equilibrio del momento angular en el Sol y, por lo tanto, es un importante mecanismo de retroalimentación para la dinámica global del Sol", dice el Prof. Dr. Laurent Gizon, director del IMP para la Investigación del Sistema Solar.

En sus simulaciones, los investigadores describieron por primera vez los procesos cruciales en un modelo completamente tridimensional. Los esfuerzos anteriores se habían limitado a enfoques bidimensionales que asumían la simetría sobre el eje de rotación del Sol. "Hacer coincidir las simulaciones no lineales con las observaciones nos permitió comprender la física de las oscilaciones de largo período y su papel en el control de la rotación

diferencial del Sol", dice el postdoctorado de IMP y autor principal del estudio, el Dr. Yuto Bekki.

Las oscilaciones solares de alta latitud son impulsadas por un gradiente de temperatura de manera similar a los ciclones extratropicales en la Tierra. La física es similar, aunque los detalles son diferentes: "En el Sol, el polo solar es unos siete grados más caliente que el ecuador y esto es suficiente para impulsar flujos de unos 70 kilómetros por hora sobre una gran fracción del Sol. El proceso es algo similar a la conducción de ciclones", dice el investigador de IMP, el Dr. Robert Cameron.

Este estudio es importante ya que muestra que las oscilaciones de largo período del Sol no solo son sondas útiles del interior solar, sino que juegan un papel activo en la forma en que funciona el Sol. El trabajo futuro, que se llevará a cabo en el contexto de la subvención ERC Synergy Grant WHOLESUN y el DFG Collaborative Research Center 1456 Mathematics of Experiments, tendrá como objetivo comprender mejor el papel de estas oscilaciones y su potencial diagnóstico.

Science Advances, Volúmen 10, Publicación 13, 27 de marzo de 2024; DOI: 10.1126/sciadv.adk5643

Cuando un agujero negro y una estrella de neutrones se fusionan

Durante unos 30 años, los investigadores han debatido si existe una brecha de masa que separe las estrellas de neutrones más pesadas de los agujeros negros más ligeros.

La teoría de la relatividad general de Einstein predice que las estrellas de neutrones son más ligeras que tres veces la masa de nuestro Sol. Sin embargo, se desconoce el valor exacto de la masa máxima que puede tener una estrella de neutrones antes de colapsar en un agujero negro. "Teniendo en cuenta las observaciones electromagnéticas y nuestra comprensión actual de la evolución estelar, se esperaba que hubiera muy pocos agujeros negros o estrellas de neutrones dentro del rango de tres a cinco masas solares. Sin embargo, la masa de uno de los objetos recién descubiertos se alinea exactamente con este rango", explica Alessandra Buonanno, directora del Instituto Max Planck de Física Gravitacional en Potsdam. Si bien en los últimos años, los astrónomos han descubierto varios objetos cuyas masas potencialmente encajan dentro de esta brecha elusiva, el objeto compacto detectado a través de la señal de

ondas gravitacionales GW230529 marca la primera instancia en la que su masa cae inequívocamente dentro de esta brecha.



Inspirado de un agujero negro de menor masa (superficie gris oscuro) y una estrella de neutrones (esfera naranja). Las ondas gravitacionales emitidas están representadas en distintos tonos de azul.
© I. Markin (Universidad de Potsdam), T. Dietrich (Universidad de Potsdam e IMP de Física Gravitacional), H Pfeiffer, Alessandra Buonanno (IMP de Física Gravitacional)

Antes del inicio de la cuarta ronda de observación de los detectores de ondas gravitacionales los investigadores del Instituto Max Planck de Física Gravitacional (Instituto Albert Einstein) de Hannover, junto con sus colegas de LIGO, mejoraron las fuentes láser de los detectores LIGO en el corazón de los instrumentos", explica Karsten Danzmann, director del Instituto de Física Gravitacional de la Universidad Leibniz de Hannover. "Proporcionan luz láser de alta precisión con una potencia de salida de hasta 125 vatios, con las mismas características en escalas de tiempo muy cortas y muy largas". Benno Willke, líder del grupo de desarrollo láser del Instituto Albert Einstein de Hannover, añade: "La fiabilidad y el rendimiento de los nuevos amplificadores láser de estado sólido son sorprendentes y estoy convencido de que seguirán utilizándose en la próxima actualización del detector".

Pero no solo se ha mejorado el hardware: la nueva serie de observación aprovechó una infraestructura de código de forma de onda eficiente, y se mejoró la precisión, la velocidad y el contenido físico de los modelos de forma de onda, de modo que las propiedades de los agujeros negros se pueden extraer en unos pocos días.

Apenas cinco días después del lanzamiento de la cuarta ronda de observación, las cosas se pusieron realmente emocionantes: el 29 de mayo de 2023, el detector LIGO

Livingston observó una onda gravitacional que se publicó en cuestión de minutos como candidata a señal "S230529ay". El resultado de este "análisis en línea", que se realizó casi en tiempo real a medida que llegaba la señal, fue que una estrella de neutrones y un agujero negro probablemente se fusionaron a unos 650 millones de años luz de la Tierra. Sin embargo, no es posible decir exactamente dónde tuvo lugar la fusión porque solo un detector de ondas gravitacionales estaba registrando datos científicos en el momento de la señal. Por lo tanto, no se pudo determinar la dirección de la que provenían las ondas gravitacionales.

Los investigadores se aseguraron de que la señal no fuera una perturbación local en el detector LIGO Livingston, sino que en realidad provenía del espacio profundo. "Entre otras cosas, examinamos todas las perturbaciones y fluctuaciones aleatorias del ruido de los detectores que se asemejan a señales débiles. GW230529 se destaca claramente de este contexto y fue detectado consistentemente por varios métodos de búsqueda independientes. Esto indica claramente un origen astrofísico de la señal", explica Frank Ohme, líder de un grupo de investigación Max Planck en el IAE.

Para determinar las propiedades de los objetos que orbitaron entre sí y se fusionaron, produciendo la señal de ondas gravitacionales, los astrónomos compararon los datos del detector LIGO Livingston con dos modelos de forma de onda de última generación. "Los modelos incorporan una serie de efectos relativistas para garantizar que el modelo de señal resultante sea lo más realista y completo posible, facilitando la comparación con los datos observacionales", explica Héctor Estellés Estrella, investigador postdoctoral del equipo del Instituto Albert Einstein de Potsdam que desarrolló uno de los modelos. "Entre otras cosas, nuestro modelo de forma de onda puede describir con precisión agujeros negros que se arremolinan en el espacio-tiempo a una fracción de la velocidad de la luz, emitiendo radiación gravitacional a través de múltiples armónicos", agrega Lorenzo Pompili, estudiante de doctorado en el Instituto Albert Einstein de Potsdam que también construyó el modelo.

GW230529 se formó por la fusión de un objeto compacto con 1,3 a 2,1 veces la masa de nuestro Sol con otro objeto compacto con 2,6 a 4,7 veces la masa solar. Si estos objetos compactos son estrellas de neutrones o agujeros negros no se puede determinar con certeza solo a partir del análisis de ondas

gravitacionales. Sin embargo, basándose en todas las propiedades conocidas del sistema binario, los astrónomos creen que el objeto más ligero es una estrella de neutrones y el más pesado es un agujero negro.

Por lo tanto, la masa del objeto más pesado se encuentra confiadamente en el espacio de masa, que anteriormente se pensaba que estaba casi vacío. Ninguno de los candidatos anteriores para objetos en este rango de masa ha sido identificado con la misma certeza.

The LIGO Scientific Collaboration, the Virgo Collaboration, and the KAGRA Collaboration: Document P2300352-v9

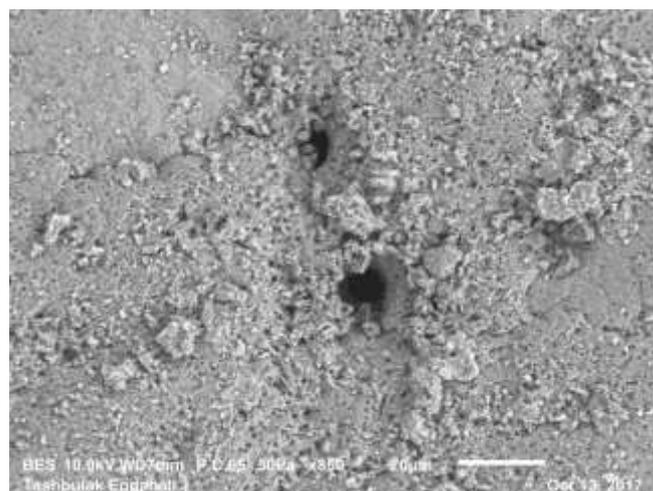
Evidencia arqueológica y biomolecular indica que el pollo doméstico no es tan antiguo como se pensaba.

El pollo es un alimento básico en las dietas de todo el mundo. Sin embargo la información sobre sus orígenes era poco clara. Las nuevas técnicas arqueológicas han llevado recientemente al reconocimiento de que muchos hallazgos de huesos que antes se pensaba que representaban a los primeros pollos en realidad pertenecían a aves silvestres. Ahora, en una nueva publicación, un equipo internacional de arqueólogos, historiadores y científicos biomoleculares presenta la evidencia clara más antigua de la cría de pollos para la producción de huevos, y argumenta que la pérdida de la puesta de huevos estacional fue el principal impulsor de la dispersión de pollos domésticos en Eurasia y el noreste de África.

Utilizando fragmentos de cáscara de huevo recolectados de 12 sitios arqueológicos que abarcan aproximadamente 1500 años, los investigadores muestran que los pollos se criaron ampliamente en Asia Central desde aproximadamente el 400 a.C. hasta el 1000 d.C. y probablemente se dispersaron a lo largo de la antigua Ruta de la Seda. La abundancia de cáscaras de huevo sugiere además que las aves estaban poniendo fuera de temporada. Fue este rasgo de prolífica puesta de huevos, argumentan los investigadores, lo que hizo que el pollo doméstico fuera tan atractivo para los pueblos antiguos.

Para llegar a estas conclusiones, el equipo recolectó decenas de miles de fragmentos de cáscara de huevo de sitios ubicados a lo largo del corredor principal de Asia Central de la Ruta de la Seda. A continuación, utilizaron un método de análisis biomolecular llamado ZooMS para identificar la fuente de los huevos. Al igual

que el análisis genético, ZooMS puede hacer identificaciones de especies a partir de restos de animales como huesos, piel y cáscara, pero se basa en señales de proteínas en lugar de ADN. Esto lo convierte en una opción más rápida y rentable que el análisis genético. "Este estudio muestra el potencial de ZooMS para arrojar luz sobre las interacciones entre humanos y animales en el pasado", dice Carli Peters, investigadora del Instituto Max Planck de Geoantropología en Jena y primera autora del nuevo artículo.



El poro respirante de un antiguo fragmento de cáscara de huevo del yacimiento medieval de Tashbulak en Uzbekistán bajo un aumento SEM de alta potencia. La morfología de estos vertidos respiratorios ayuda a la identificación.
© Robert Spengler

La identificación de estos fragmentos de cáscara como pollos, y su abundancia a lo largo de las capas de sedimentos en cada sitio, llevó a los investigadores a una conclusión importante: las aves deben haber estado poniendo con más frecuencia que su ancestro salvaje, el ave roja de la selva, que anida una vez al año y generalmente pone seis huevos por nidada. "Esta es la evidencia más temprana de la pérdida de la puesta estacional de huevos identificada hasta ahora en el registro arqueológico", dice Robert Spengler, líder del grupo de investigación Domesticación y Evolución Antropogénica e investigador principal del estudio. "Esta es una pista importante para comprender mejor las relaciones mutualistas entre humanos y animales que dieron lugar a la domesticación".

Nature Communications; volumen 15, Artículo número 2697 2 de abril de 2024; DOI: 10.1038/s41467-024-46093-2.

Cómo lidian las aves con el riesgo en grandes ciudades

Alexis Breen, del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva en Leipzig, y Dominik Deffner, del Instituto Max Planck para el Desarrollo Humano en Berlín, examinaron el comportamiento de los zancudos de cola grande, una especie de ave que invade con éxito gran parte de las zonas urbanas de América del Norte.

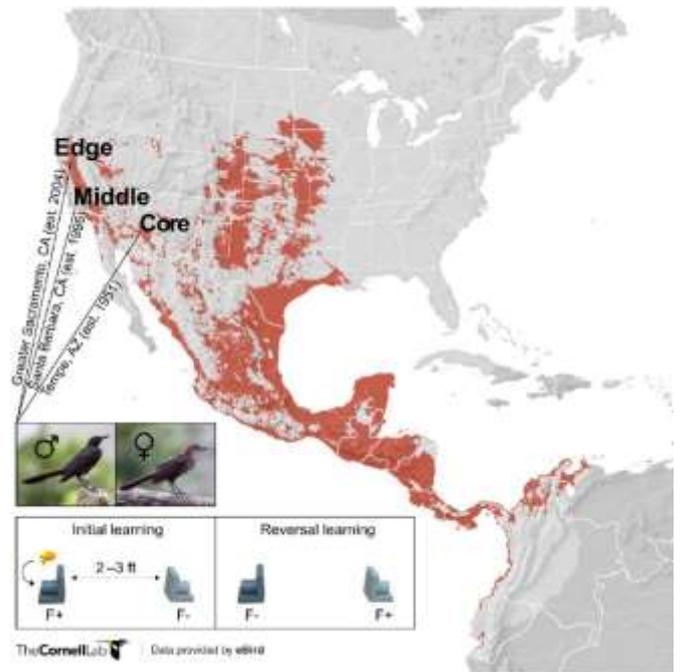
La investigación se basa en nuevos análisis del comportamiento alimentario de los zancudos. En tres poblaciones diferentes, los investigadores examinaron primero la rapidez con la que los grackles aprendieron que la comida estaba escondida en un lugar en particular en lugar de otro. A continuación, cuando se cambió la ubicación de la comida, los investigadores examinaron la rapidez con la que los zancudos volvieron a aprender dónde encontrarla.

"Nuestro hallazgo conductual clave es que, en las tres poblaciones, los zancudos machos fueron más rápidos que las hembras para volver a aprender la ubicación de comida que estaba fuera de la vista. Este sólido resultado significa que los zancudos machos son recolectores más eficientes en entornos inciertos", dijo Breen.

En condiciones de incertidumbre, ¿cómo es que los machos llevan la delantera en el aprendizaje con respecto a las hembras? "A diferencia de las hembras, los machos exhiben un pronunciado aprendizaje sensible al riesgo. Es decir, éstos últimos prestan mucha atención a si han encontrado comida recientemente y, si es así, se limitan a alimentarse desde ese lugar, en lugar de apostar por explorar otro lugar", explicó Deffner. Los investigadores dijeron que pudieron inferir esta estrategia a partir del comportamiento alimentario de los zancudos a través de modelos cognitivos.

"Estas diferencias sexuales en el aprendizaje de los zancudos tienen sentido biológico", dijo Breen, y agregó: "En esta especie, los machos son los que se dispersan y se mueven hacia nuevos territorios; es decir, lideran la invasión urbana de su especie. Por lo tanto, como líderes de la invasión urbana, los zancudos macho deben proceder con cautela: los nuevos barrios plantearán nuevos desafíos". Los autores dijeron que pensaban que las hembras que llegaban más tarde podrían superar estos mismos desafíos aprendiendo de los machos ya establecidos y, por lo tanto, presumiblemente "conocedores".

En sus computadoras, los investigadores también simularon artificialmente la evolución, para examinar los tipos de estrategias de aprendizaje que emergen victoriosas de entornos impredecibles como los entornos urbanos. Deffner explicó: "En este entorno urbano, los animales ficticios necesitan aprender a encontrar comida. La estrategia de aprendizaje que utilizan para encontrar comida determina cuánto pueden comer. Y la cantidad que pueden comer determina si pueden tener crías que también aprendan más o menos de la misma manera. A lo largo de muchas generaciones, entonces, los animales con la



Participantes y protocolo experimental. Treinta y dos machos y 17 hembras capturados en la naturaleza, temporalmente cautivos, que habitan en una población central (17 machos, 5 hembras), media (4 machos, 4 hembras) o borde (11 machos, 8 hembras) de su área de reproducción en América del Norte.
© eLife, DOI: 10.7554/eLife.89315

mejor estrategia de aprendizaje llegarán a dominar el entorno urbano. Es importante destacar que estos 'ganadores' nos darán una idea de cómo los animales en general pueden prosperar en el Antropoceno".

¿Qué estrategia de aprendizaje prefieren los entornos urbanos impredecibles? "Sorprendentemente, en tiempos de incertidumbre, descubrimos que los sensibles al riesgo tenían más probabilidades de dominar sobre los estudiantes con otras estrategias. Este resultado implica que los estudiantes sensibles al riesgo, como los machos, están mejor adaptados para

hacer frente a entornos caóticos, inducidos por el hombre o de otro tipo", dijo Breen.

eLife, 02 de abril de 2024, DOI: 10.7554/eLife.89315

La libertad en las redes sociales es una ilusión: los algoritmos dictan qué contenido leen los usuarios

¿Cómo influyen los algoritmos en nuestra formación de opinión? ¿Somos libres de movernos o decidir libremente en las redes sociales? Philipp Lorenz-Spreen, investigador del IMP para el Desarrollo Humano en Berlín, que está involucrado en el discurso autoorganizado en línea y su impacto en la democracia, es muy escéptico. La idea de que las personas pueden moverse libremente en las plataformas sociales es una ilusión: "Todo lo que ves en tu feed o donde se llama tu atención está predeterminado y construido por la plataforma respectiva. Por lo tanto, no puede existir tal cosa como un espacio neutral". El hecho de que los usuarios entren en un espacio que restringe su propia libertad de elección accediendo a su perfil en Instagram, Facebook o TikTok sigue siendo invisible para ellos al principio. "Como usuarios, todo lo que vemos es una interfaz de usuario agradable y fluida. No tenemos ninguna información sobre cómo y de dónde proviene el contenido que vemos, o por qué no vemos otro contenido". La información sobre por qué se muestra el contenido en el feed y qué fuentes tiene realmente no suele estar disponible.

Sin embargo, crear más transparencia también es difícil para las propias plataformas, cree Lorenz-Spreen. "Si, por ejemplo, a nosotros, como usuarios, se nos mostrara todo el tiempo cómo funciona el algoritmo en segundo plano, nos abrumaría e interrumpiría el uso". Ve una solución más en los enfoques lúdicos: "Las plataformas podrían permitir a los usuarios cambiar el algoritmo de una manera lúdica. Si, por ejemplo, pudieras ponerte a ver más contenido político, al mismo tiempo desarrollarías una conciencia de que el contenido está preseleccionado".

Pero las plataformas comerciales buscan retener a sus usuarios durante el mayor tiempo posible para tener éxito económico. Así, las redes sociales utilizan las necesidades humanas para el entretenimiento y la validación. Pero esto lleva a la formación de cámaras de eco social en estas plataformas. "Las personas son criaturas sociales y les gusta rodearse de otras personas que comparten puntos de vista similares. Somos homófilos y luchamos por una visión coherente del mundo. Como resultado, a menudo surgen grupos

de personas que tienen puntos de vista similares", dice Lorenz-Spreen. Las redes sociales actúan como catalizador en este sentido, continúa. "De esta manera, las plataformas satisfacen su necesidad comercial de retener a los usuarios durante el mayor tiempo posible, al tiempo que promueven la formación de cámaras de eco sociales".

Pero en los espacios donde la propia visión del mundo se confirma desde todos los lados, las personas son más susceptibles a fenómenos como la propaganda, el discurso de odio y la desinformación: "Una explicación para esto es el falso consenso, es decir, la sensación de que de repente miles de personas están de acuerdo contigo, y crees que esta es la mayoría", dice Lorenz-Spreen. Además, hay un problema democrático: "Las cámaras de eco social no son adecuadas para la cultura del debate", dice Lorenz-Spreen.

Este hallazgo puede incluso medirse: en el Instituto Max Planck de Matemáticas en Ciencias de Leipzig, Eckehard Olbrich investiga la influencia de las redes sociales en la democracia y la visualización de la esfera pública digital. En el proyecto "Odyceus", desarrolló instrumentos para medir el alcance de las cámaras de eco en las redes sociales. "Una idea empírica fue que las cámaras de eco no están cerradas. Por lo tanto, puede haber un intercambio entre los campos individuales, aunque puede ser bastante hostil", dice. Olbrich y su equipo utilizaron clústeres para investigar, por ejemplo, la interacción entre las redes políticamente de izquierda y políticamente de derecha en X (antes Twitter) en un estudio de caso en Sajonia. "Descubrimos que las cuentas de derecha reaccionan más activamente al contenido de izquierda que al revés".

¿Cuáles son las consecuencias de las cámaras de eco para los individuos y para la sociedad? Según la Oficina Federal de Estadística, alrededor de una cuarta parte de todos los usuarios de Internet entraron en contacto con discursos de odio el año pasado. Un estudio del Instituto para la Democracia y la Sociedad Civil ha determinado lo que el odio y la incitación hacen a los afectados y al diálogo público. El resultado: alrededor de dos tercios de las personas que se han visto afectadas por ella informan de efectos negativos como estrés emocional, ansiedad, inquietud o depresión. Las personas que entran en contacto con discursos de odio en Internet también son intimidadas y, a veces, expulsadas del diálogo público. En un estudio publicado en 2024 por el "Centro de Competencia

contra el Odio en Internet", alrededor de la mitad de los encuestados afirmaron que era menos probable que participaran en debates en Internet en respuesta al discurso de odio y tendían a ocultar sus opiniones políticas.

Philipp Lorenz-Spreen, junto con Lisa Oswald, Stephan Lewandowsky y Ralph Hertwig, investigaron cómo el uso de las redes sociales influye en la democracia. El equipo de investigación analizó alrededor de 500 artículos científicos que muestran relaciones correlativas y causales entre el uso de las redes sociales y el comportamiento político. Descubrieron que las redes sociales tienen efectos tanto positivos como negativos en la democracia. Aunque aumentan la participación política y motivan a más personas a protestar o participar en el compromiso cívico, también hacen que sea más fácil que otros medios informar a las personas de acuerdo con su nivel de educación. Pero también hay desventajas. "Vemos muchas correlaciones entre la confianza en las instituciones democráticas y el uso de las redes sociales. La confianza disminuye cuanto más personas usan las redes sociales". La causa exacta es objeto de más investigación, pero está claro que la confianza en las instituciones es una piedra angular del funcionamiento de una democracia.

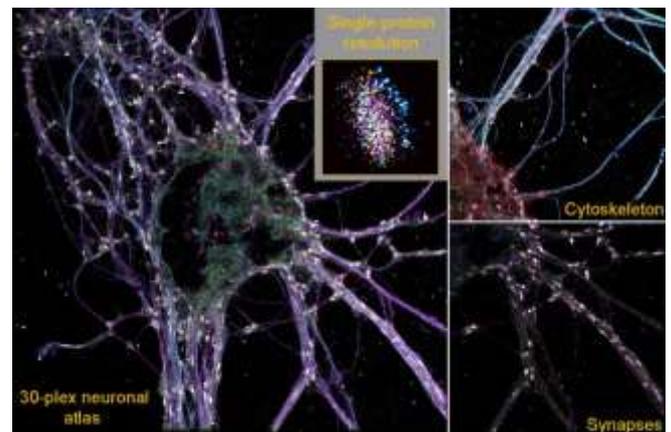
El estudio también muestra que las redes sociales favorecen la propaganda y el populismo: "Los partidos populistas tienen un éxito particular en las plataformas sociales, lo que se traslada al mundo offline. Esto tiene que ver con la confianza en las propias instituciones del Estado. Cuanto más débil es esta confianza, más fácil es para el populismo lidiar con el enemigo". En las redes sociales, esto funciona particularmente bien a través del contenido abreviado y el sentimiento de grupo en las cámaras de eco sociales.

Descubren un nuevo tipo de sinapsis a través de la proteómica espacial

Investigadores dirigidos por Ralf Jungmann, Director del IMP de Bioquímica en Munich, desarrollaron un método de imagen de superresolución (SUM-PAINT) para mapear las distribuciones de proteínas en las neuronas y descubrieron un nuevo tipo de sinapsis. El estudio se realizó en colaboración con Eugenio F. Fornasiero, jefe de grupo del Departamento de Fisiología Neurosensorial y Sensorial del Centro Médico Universitario de Göttingen y Felipe Opazo, jefe de grupo del Departamento de Fisiología

Neurosensorial y del Centro de Imagen Bioestructural de la Neurodegeneración de la UMG y de la Helmholtz Munich.

"La complejidad de los sistemas vivos abarca desde organismos y tejidos completos, hasta la estructura de intrincadas redes celulares, pasando por la organización e interacción de biomoléculas individuales. Para comprender esta complejidad en su totalidad, la posición, la identidad y la interacción de las biomoléculas individuales deben estudiarse simultáneamente. Estos métodos, que combinan múltiples señales, se denominan métodos de multiplexación. Se deben superar cuatro desafíos críticos para lograr una comprensión integral de la organización de las proteínas: sensibilidad, rendimiento, resolución espacial y capacidad de multiplexación", explica Eduard Unterauer, coautor del estudio.



La imagen general de la izquierda muestra un atlas neuronal con 30 especies de proteínas diferentes con una resolución espacial con la que se pueden visualizar proteínas individuales. El lado derecho muestra una selección de proteínas citoesqueléticas y proteínas diana sinápticas, destacando el amplio espacio de parámetros para el análisis exploratorio de datos. © Eduard Unterauer. Revista Cell

Para explorar más a fondo estos grandes conjuntos de datos, el equipo de investigación desarrolló una canalización de análisis basada en el aprendizaje automático. Al analizar 1.600 características de los conjuntos de datos de imágenes, como el contenido de proteínas, la distribución o la forma, los científicos descubrieron un tipo de sinapsis química previamente desconocido. Estas sinapsis constituyen solo alrededor del 1% de todas las sinapsis. No se habrían detectado con otras técnicas de imagen.

Con SUM-PAINT, el equipo proporciona un flujo de trabajo integrado para la generación y el análisis de

datos que puede ser utilizado por investigadores de todo el mundo. SUM-PAINT es relativamente fácil de usar con los microscopios disponibles en el mercado.

"Estamos convencidos de que SUM-PAINT no solo es un hito en el camino hacia el desciframiento de la complejidad de la biología celular a nivel molecular, sino también un avance potencial en el descubrimiento de nuevos enfoques terapéuticos para enfermedades neurodegenerativas", afirma Ralf Jungmann, jefe del grupo de investigación de Imagen Molecular y Bionanotecnología del MPI de Bioquímica y titular de la Cátedra de Física Molecular de la Vida en la LMU.

Al proporcionar una visión detallada de la ubicación e interacción de un gran número de proteínas a nivel molecular, SUM-PAINT abre oportunidades sin precedentes para investigar detalles previamente ocultos de los trastornos neurológicos. De esta manera, el nuevo método podría contribuir a una comprensión más profunda de los mecanismos subyacentes de enfermedades como el Parkinson o la demencia de Alzheimer.

Centrándose en el complejo entorno de las células neuronales en el cerebro, el equipo creó el primer atlas neuronal con resolución de una sola molécula para 30 tipos de proteínas diferentes. Con un rendimiento mejorado y capacidades de multiplexación, pudieron desentrañar la complejidad de la composición de proteínas sinápticas de casi 900 sinapsis individuales.

Cell; Volumen 187, Número 7, Marzo 2024; DOI: 10.1016/j.cell.2024.02.045

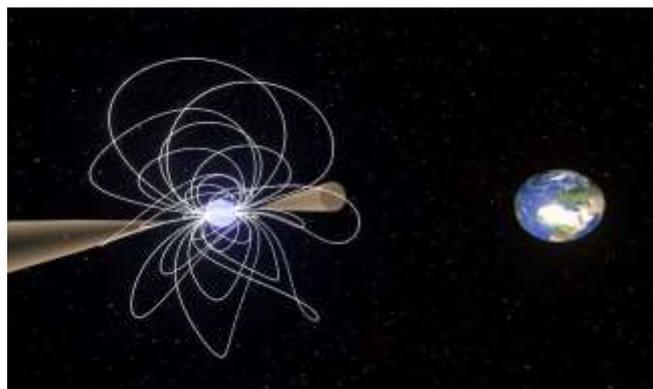
Los gránulos de estrés protegen las células de los efectos de la radiación UV

Los magnetares son estrellas de neutrones jóvenes, con campos magnéticos miles de millones de veces más fuertes que nuestros imanes terrestres más potentes. La lenta desintegración de sus campos magnéticos crea una enorme cantidad de tensión en su dura corteza exterior hasta que finalmente se fractura. Esto retuerce el campo magnético y libera grandes cantidades de rayos X y rayos gamma energéticos a medida que se desenrolla.

Estas estrellas exóticas se detectaron inicialmente en 1979, cuando un intenso estallido de rayos gamma emitido por una de ellas fue captado por naves espaciales de todo el Sistema Solar. Desde entonces, se

han encontrado otros 30 magnetares, la gran mayoría de los cuales solo se han detectado como fuentes de rayos X y rayos gamma. Sin embargo, desde entonces se ha descubierto que unos pocos también emiten destellos de ondas de radio.

El primero de estos magnetares "ruidosos" se conoce con el nombre de XTE J1810-197. Los astrónomos lo descubrieron inicialmente como una fuente brillante de rayos X después de un estallido en 2003, luego



Representación artística de un magnetar en precesión con un campo magnético retorcido y su haz de radio apuntando hacia la Tierra.
© Gregory Desvignes / MPIfR

descubrieron que emitía pulsos brillantes de ondas de radio mientras giraba cada 5,4 segundos.

Desafortunadamente, la intensidad de los pulsos de radio disminuyó rápidamente, y en dos años se había desvanecido por completo de la vista. El XTE J1810-197 permaneció en este estado silencioso de radio durante más de una década. El 11 de diciembre de 2018, los astrónomos que utilizaban el telescopio Lovell de 76 metros de la Universidad de Manchester en el Observatorio Jodrell Bank notaron que XTE J1810-197 estaba emitiendo una vez más pulsos de radio brillantes. Esto fue confirmado rápidamente tanto por el radiotelescopio Effelsberg de 100 metros del MPI de Radioastronomía en Bonn como por Murriyang, el radiotelescopio Parkes de 64 metros de CSIRO en Australia.

Tras la confirmación, investigadores del Instituto Max Planck de Radioastronomía en Bonn junto con colegas del Centro de Astrofísica Jodrell Bank y el Instituto Kavli de Astronomía y Astrofísica iniciaron una intensa campaña para rastrear cómo evolucionaba la emisión de radio del magnetar a lo largo del tiempo.

Se encontró que los pulsos de radio reactivados de XTE J1810-197 estaban altamente polarizados linealmente, pareciendo moverse hacia arriba y hacia abajo, de izquierda a derecha, o alguna combinación de los dos. Las mediciones cuidadosas de la dirección de polarización permitieron determinar cómo se orientan el campo magnético y la dirección de giro del magnetar con respecto a la Tierra.

El seguimiento de la dirección de polarización reveló algo notable: la dirección del giro de la estrella se tambaleaba lentamente. Al comparar la oscilación medida con las simulaciones, se pudo determinar que la superficie del magnetar se había vuelto ligeramente abultada debido al estallido. La cantidad de bultos era diminuta, a solo un milímetro de ser una esfera perfecta, y desapareció gradualmente a los tres meses de que XTE J1810-197 despertara.

Normalmente, los magnetares solo emiten cantidades muy pequeñas de ondas de radio polarizadas circularmente, que viajan en forma de espiral. Inusualmente, se detectó una enorme cantidad de polarización circular en XTE J1810-197 durante el estallido de 2018. Las observaciones revelaron que las ondas de radio normalmente polarizadas linealmente se estaban convirtiendo en ondas polarizadas circularmente.

Durante mucho tiempo se había predicho que esta "conversión lineal a circular" ocurriría cuando las ondas de radio viajan a través de la sopa de partículas sobrecalentadas que reside en los campos magnéticos de las estrellas de neutrones. Sin embargo, las predicciones teóricas sobre cómo debería cambiar el efecto con la frecuencia de observación no coincidían con nuestras observaciones, aunque no nos sorprendió demasiado. El entorno alrededor de un magnetar en estallido es un lugar complicado, y hay muchos efectos que pueden estar en juego que las teorías relativamente simples no están diseñadas para explicar.

El descubrimiento de la ligera oscilación y la polarización circular en la emisión de radio de XTE J1810-197 representa un emocionante avance en la forma en que se pueden estudiar los estallidos de magnetares de radio-ruido. También pinta una imagen más completa del estallido de 2018.

Ahora se sabe que el agrietamiento de la superficie del magnetar hace que se distorsione y se tambalee durante un breve período de tiempo, mientras que el campo magnético se llena de partículas súper calientes que zumban casi a la velocidad de la luz.

Nature Astronomy, 8 de abril de 2024; DOI: 10.1038/s41550-024-02226-7

Altos niveles de ozono complican el apareamiento de insectos

Las feromonas de insectos son moléculas de olor utilizadas para la comunicación química dentro de una especie. Las feromonas sexuales juegan un papel crucial en el apareamiento de muchos insectos. Los olores específicos de la especie atraen a machos y hembras de la misma especie. Al mismo tiempo, mantienen los límites naturales entre las especies.

Un equipo de investigación dirigido por Nanji Jiang, Bill Hansson y Markus Knaden, del Departamento de Neuroetología Evolutiva del Instituto Max Planck de Ecología Química en Jena, ya había demostrado que los niveles elevados de ozono interrumpen gravemente la comunicación química dentro de las especies de moscas: el ozono rompe los dobles enlaces carbono-carbono que se encuentran en la mayoría de las feromonas de insectos. Como resultado, las moscas macho ya no pueden distinguir entre hembras y otros machos y, por lo tanto, cortejan a ambos sexos. En su nuevo estudio, los investigadores estudiaron si la degradación de las feromonas sexuales por el ozono también afecta a los límites de apareamiento entre diferentes especies. "Nuestro estudio actual indica que incluso los niveles de ozono ligeramente elevados, que hoy en día no son infrecuentes en los días de verano en muchos lugares, hacen que las moscas se hibriden con mayor frecuencia con especies estrechamente relacionadas, lo que podría conducir a una disminución de las poblaciones de insectos debido a la infertilidad de los híbridos resultantes", dice el primer autor Nanji Jiang.

Los científicos eligieron cuatro especies del género *Drosophila* para sus experimentos. Mientras que *Drosophila melanogaster* y *Drosophila simulans* son especies cosmopolitas que se encuentran en todo el mundo, sus parientes *Drosophila sechellia* y *Drosophila Mauritiana* son endémicas de las islas y, como sus

nombres indican, solo se encuentran en las Seydelles y Mauricio respectivamente. Las cuatro especies usan feromonas muy similares, pero las mezclan de una manera específica para cada especie. Por lo tanto, era crucial para el equipo de investigación poder medir los cambios cuantitativos dentro de las mezclas de feromonas después de la exposición al ozono.

En los experimentos de apareamiento, las moscas fueron expuestas durante dos horas a concentraciones de ozono que a menudo se miden en días particularmente calurosos. Los científicos dieron a las hembras listas para aparearse la oportunidad de elegir entre un macho de la misma especie y un macho de una especie diferente. Después de unas horas,



En un experimento de apareamiento, una hembra de *Drosophila simulans* es cortejada por un macho de *Drosophila mauritiana*. © Anna Schroll

separaron a las hembras de los machos y les permitieron poner huevos. Para determinar si la hembra se había apareado con un macho de su propia especie o con otro de otra especie, los investigadores analizaron los órganos sexuales de la descendencia masculina, ya que las especies y los híbridos pueden distinguirse en función de su morfología. Los resultados de estas pruebas mostraron que la hibridación se produjo con mayor frecuencia bajo la influencia del ozono, mientras que se encontraron pocos híbridos cuando las moscas estuvieron previamente expuestas solo al aire ambiente.

Las moscas de la fruta dependen no solo de las señales químicas para aparearse, sino también del canto de canciones específicas de la especie, que producen al vibrar sus alas. Muchas especies también utilizan señales visuales para atraer a sus parejas de apareamiento. A pesar de estas "ayudas" adicionales,

los niveles elevados de ozono parecieron impedir que algunas de las moscas hembras del estudio distinguieran entre congéneres y machos de otras especies. "Aunque esperábamos que la interrupción de la comunicación de feromonas por el ozono condujera a un ligero aumento de los híbridos, nos sorprendió descubrir que algunas hembras eran completamente incapaces de discriminar entre congéneres y machos de otras especies, a pesar de otras posibles señales acústicas o visuales", dice Bill Hansson, jefe del Departamento de Neuroetología Evolutiva.

Los híbridos machos de las moscas suelen ser estériles o menos fértiles que los no híbridos. Por lo tanto, la descendencia híbrida masculina puede contribuir a la extinción de las poblaciones. A diferencia de los híbridos masculinos, los híbridos femeninos suelen ser fértiles y, en algunos casos, incluso fueron los preferidos por los machos en este estudio. Por lo tanto, los híbridos femeninos podrían ser una fuente de flujo genético continuo, lo que a largo plazo podría conducir a la aparición de especies híbridas.

Nature Communications; Artículo número 2872; 11 de abril de 2024 DOI: 10.1038/s41467-024-47117-7(2024)

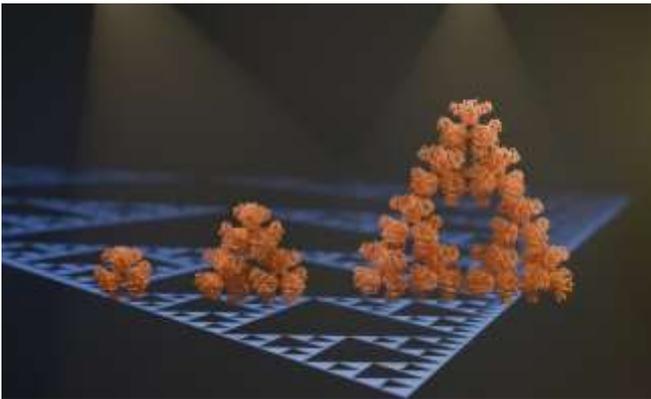
Descubrimiento de la primera molécula fractal en la naturaleza

Muchas estructuras en la naturaleza tienen cierta regularidad: sus partes individuales se asemejan a la forma de toda la estructura. Tales formas, que se repiten de la más grande a la más pequeña, se llaman fractales. Pero los fractales regulares que coinciden casi exactamente en todas las escalas son muy raros en la naturaleza.

Las moléculas también tienen una cierta regularidad. Pero si se los observa a una gran distancia, ya no puedes ver ningún signo de esto. Entonces se ve una materia lisa cuyas características ya no coinciden con las de las moléculas individuales. El grado de estructura fina que vemos depende de nuestro aumento, a diferencia de los fractales, donde la autosimilitud persiste en todas las escalas. De hecho, los fractales regulares a nivel molecular son completamente desconocidos en la naturaleza. Existen extensos catálogos de estructuras moleculares complejas autoensambladas. Sin embargo, nunca ha habido un fractal regular entre ellos. Resulta que casi todos los

autoensamblajes de aspecto regular conducen al tipo de regularidad que se suaviza a gran escala.

Un equipo internacional de investigadores dirigido por Instituto Max Planck de Microbiología Terrestre y de la Universidad Phillips, ambos en Marburgo, ha descubierto una enzima microbiana, la citrato sintasa de una cianobacteria, que se ensambla espontáneamente en un patrón fractal regular conocido como el triángulo de Sierpiński. Esta es una serie de triángulos que se repiten infinitamente formados por triángulos más pequeños. "Nos topamos con esta estructura por accidente y casi no podíamos creer lo que vimos cuando tomamos imágenes por primera vez con un microscopio electrónico", dice la primera autora, Franziska Sendker. "La proteína forma estos hermosos triángulos y, a medida que el fractal crece, vemos estos vacíos triangulares cada vez más grandes en el medio de ellos, lo que es totalmente diferente a cualquier conjunto de proteínas que hayamos visto antes", continúa.



La citrato sintasa se ensambla espontáneamente en un patrón fractal conocido como triángulo de Sierpinski.
© MPI de Microbiología Terrestre/ Hochberg

Con la estructura en la mano, quedó claro cómo exactamente esta proteína se las arregla para ensamblarse en un fractal: normalmente, cuando las proteínas se autoensamblan, el patrón es muy simétrico: cada cadena de proteínas individual adopta la misma disposición en relación con sus vecinas. Estas interacciones simétricas siempre conducen a patrones que se suavizan a gran escala. La clave de la proteína fractal era que su ensamblaje violaba esta regla de simetría. Diferentes cadenas de proteínas hicieron interacciones ligeramente diferentes en diferentes posiciones en el fractal. Esta fue la base para formar el

triángulo de Sierpiński, con sus grandes vacíos internos, en lugar de una red regular de moléculas.

"El autoensamblaje es utilizado a menudo por la evolución para regular las enzimas, pero en este caso a la cianobacteria en la que se encuentra esta enzima no parece importarle mucho si su citrato sintasa puede o no ensamblarse en un fractal", dice el biólogo evolutivo Georg Hochberg, uno de los autores principales del estudio. Cuando el equipo manipuló genéticamente la bacteria para evitar que su citrato sintasa se ensamblara en los triángulos fractales, las células crecieron igual de bien en una variedad de condiciones. "Esto nos llevó a preguntarnos si esto podría ser solo un accidente inofensivo de la evolución. Tales accidentes pueden ocurrir cuando la estructura en cuestión no es demasiado difícil de construir".

Para probar su teoría, el equipo recreó el desarrollo evolutivo de la disposición fractal en el laboratorio. Para ello, utilizaron un método estadístico para calcular la secuencia proteica de la proteína fractal tal y como era hace millones de años. Al producir bioquímicamente estas proteínas antiguas, pudieron demostrar que la disposición surgió de repente a través de un número muy pequeño de mutaciones y luego se perdió inmediatamente de nuevo en varios linajes de cianobacterias, de modo que solo permaneció intacta en esta única especie bacteriana. "Aunque nunca podemos estar totalmente seguros de las razones por las que sucedieron las cosas en el pasado, este caso en particular tiene todas las características de una estructura biológica aparentemente compleja que surgió sin ninguna buena razón porque era simplemente muy fácil evolucionar", dice Hochberg.

Revista Nature; 10 de abril de 2024; DOI: 10.1038/s41586-024-07287-2

Identifican los orígenes de un viento galáctico causado por la intensa formación estelar

Los estallidos estelares son fases de formación estelar rápida y eficiente. La mayoría de las galaxias han experimentado períodos de intensa formación estelar en la historia temprana del universo hace más de 10.000 millones de años. Sin embargo, investigar estas condiciones es difícil debido a su gran distancia. Algunas galaxias con brotes de formación estelar están relativamente cerca. Una de esas galaxias es Messier 82 (M82): situada a 12 millones de años luz de distancia

en la constelación de la Osa Mayor, es de tamaño relativamente compacta y alberga un frenesí de actividad de formación estelar.

"M82 es la galaxia prototípica con un hermoso flujo de salida multifásico y, por lo tanto, un gran laboratorio para estudiar este tipo de entornos extremos", dijo Leindert Boogaard, investigador postdoctoral en el Instituto Max Planck de Astronomía en Heidelberg y coautor del estudio.



Esta imagen del instrumento NIRCам muestra la región de estallido estelar en la galaxia M 82. El núcleo de la galaxia brilla intensamente (polvo de color marrón oscuro). Pequeñas manchas rojas muestran las áreas localizadas donde la radiación de una estrella joven cercana está iluminando hidrógeno molecular, mientras que las manchas verdes marcan áreas concentradas de hierro, la mayoría de las cuales son remanentes de supernovas.
© NASA, ESA, CSA, STScI, A. Bolatto (Universidad de Maryland)

Aprovechando el magnífico poder de resolución del instrumento NIRCам (Near-Infrared Camera) del JWST en longitudes de onda infrarrojas, un equipo de investigadores liderado por Alberto Bolatto (Universidad de Maryland, EE.UU.) logró obtener una visión detallada sin precedentes de las condiciones físicas que favorecen la formación de nuevas estrellas.

"Hasta ahora, detectábamos gas ionizado tanto frío como caliente en las grandes salidas. Las últimas observaciones del JWST proporcionan una nueva visión de las condiciones aparentemente contradictorias con una resolución y sensibilidad sin precedentes". La

capacidad del JWST para mirar a través del infrarrojo es una ventaja para navegar por las condiciones turbias de la formación estelar. Además, estas imágenes NIRCам del centro del estallido estelar se obtuvieron utilizando un modo del instrumento que evitó que la fuente muy brillante abrumara al detector y reveló un nivel de detalle que históricamente ha sido oscurecido.

Un área de enfoque para este equipo de investigación fue comprender cómo este viento galáctico, que es causado por la rápida tasa de formación estelar y las supernovas posteriores, se lanza e influye en su entorno circundante. Al resolver una sección central de M82, los científicos examinaron dónde se origina el viento y obtuvieron información sobre cómo interactúan los componentes calientes y fríos. El instrumento NIRCам es muy adecuado para rastrear la estructura del viento galáctico a través de la emisión de moléculas conocidas como hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Los HAP se consideran pequeños granos en el límite entre las moléculas grandes y las partículas de polvo hollín que sobreviven en temperaturas más frías pero se desintegran en condiciones de calor.

Para sorpresa del equipo, la nueva vista de la emisión de HAP destaca la fina estructura del viento galáctico, un aspecto previamente desconocido. Representada como filamentos rojos, la emisión se extiende lejos de la región central donde reside el corazón de la formación estelar. Otro hallazgo inesperado fue la estructura similar entre la emisión de HAP y la del gas caliente e ionizado. "Fue inesperado ver que la emisión de HAP se asemejaba al gas ionizado", dijo Bolatto, autor principal del estudio. "Se supone que los HAP no viven mucho tiempo cuando se exponen a un campo de radiación tan fuerte, por lo que tal vez se repongan continuamente. Desafía nuestras teorías y nos muestra que se requiere más investigación".

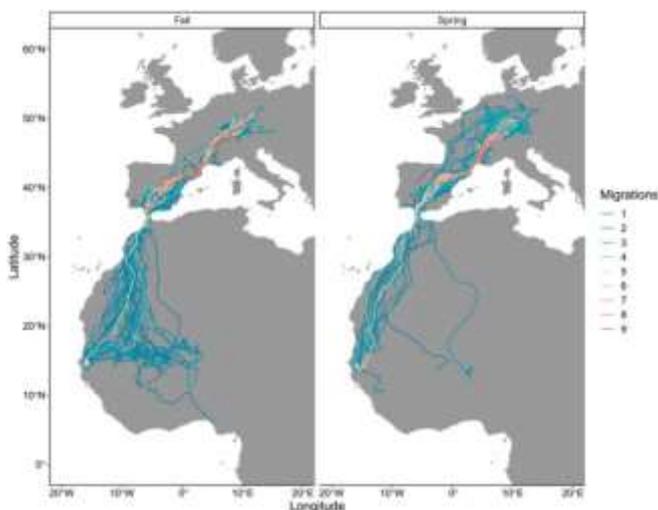
Astrophysics of Galaxies (astro-ph.GA), 2024, arXiv:2401.16648 [astro-ph.GA]

Las cigüeñas prefieren volar junto a sus congéneres.

Un equipo de investigadores del Instituto Max Planck del Comportamiento Animal en Constanza analizó un conjunto de datos de 10 años que proporcionó las ubicaciones GPS precisas de 158 cigüeñas del sur de Alemania cada hora durante su vida. "Pudimos ver las migraciones completas que estas cigüeñas realizaron

cada año durante toda su vida, desde un juvenil de tres meses en su primera migración hasta un niño de nueve años muy experimentado que tomó uno de sus últimos vuelos", dice Hester Brønnvik, estudiante de doctorado en el Instituto y primera autora del estudio

A continuación, los investigadores reconstruyeron una imagen del paisaje social que estas 158 cigüeñas habrían encontrado durante sus migraciones. Para ello, extrajeron datos de 400 cigüeñas para generar estimaciones de dónde se encontraban las bandadas en el paisaje. "Esto no nos dice definitivamente si las cigüeñas volaron con otras", explica Brønnvik. "Más bien, nos da una probabilidad, diciéndonos si la ruta de una cigüeña probablemente la pondría en el camino de otras cigüeñas". A continuación, utilizaron un modelo estadístico que comparó las rutas que las cigüeñas volaban con los lugares que no volaban a pesar de estar disponibles para ellas.



Las rutas migratorias de los 158 individuos incluidos en el análisis de selección de rutas. Los colores indican la edad, y cada ave se etiqueta en su nido y luego se rastrea hasta por 9 años. ©Current Biology, DOI: 10.1016/j.cub.2024.03.052

El análisis mostró que todas las cigüeñas, sin importar la edad, seleccionaban rutas con altas densidades de otras cigüeñas. Sin embargo, la fuerza de esta selección disminuyó a medida que las aves envejecían y adquirirían experiencia migratoria. En otras palabras, las aves estaban dispuestas a elegir rutas con menos cigüeñas si les proporcionaba buenas condiciones de vuelo.

Los autores explican que este cambio de estrategia en la vida podría deberse a que los jóvenes confían en la

información obtenida de sus compañeros para ayudarlos a sobrevivir, ya que aún no han aprendido lo suficiente de vuelos anteriores. Las cigüeñas necesitan encontrar térmicas invisibles para apoyar su vuelo, o bolsas de comida durante las escalas", dice la autora principal Andrea Flack, quien dirige el grupo de Migración Colectiva en el Instituto Max Planck de Comportamiento Animal. "Seguir a otros podría ayudarte a encontrar estos recursos esenciales más rápido". Pero a medida que las aves adquieren experiencia, pueden destetarse de esta información social, independizándose de la bandada. "Esto podría ayudarlos a cronometrar sus migraciones para cumplir con sus propios objetivos reproductivos", dice Flack.

La novedad del estudio es que la toma de decisiones de un migrante de larga distancia se ha obtenido a gran escala. Dice Flack: "En última instancia, queremos saber cómo las decisiones de las cigüeñas migratorias se ven afectadas por quienes las rodean. Nuestro estudio proporciona la primera pista de cuán importante es el colectivo para esas decisiones".

Current Biology, 17 de abril de 2024, DOI: 10.1016/j.cub.2024.03.052

Eritropoyetina para tratar enfermedades neurológicas y psiquiátricas

Científicos han analizado el efecto de la eritropoyetina (EPO), una hormona secretada fundamentalmente por los riñones, sobre el cerebro humano, así como su potencial como terapia para el tratamiento de enfermedades neurológicas y psiquiátricas.

La investigación, que pone de manifiesto los efectos del tratamiento con eritropoyetina sobre la estructura, conectividad, plasticidad y actividad de las neuronas inhibitoras, es fruto de la colaboración con el Instituto Max Planck de Ciencias Multidisciplinares en Gotinga y el Instituto Central de Salud Mental de Mannheim, y en ella también ha participado Vicent Teruel, investigador del Departamento de Anatomía y Embriología Humana de la UV.

La mayoría de los estudios sobre la EPO se han centrado en su papel sobre la regulación de la producción de células sanguíneas o hematopoyesis. No obstante, desde hace años, tras los resultados de estudios en modelos animales y de ensayos clínicos, hay evidencia de que la EPO tiene, además, efectos beneficiosos, independientes de la hematopoyesis,

sobre la cognición, además de poseer propiedades neuroprotectoras y neuroregenerativas.

Las bases celulares y moleculares de estos efectos de la EPO sobre el sistema nervioso central han empezado a elucidarse a través del trabajo de los laboratorios de los investigadores de este trabajo y otros, y revelan un impacto muy notable de la hormona sobre la estructura y el funcionamiento de las neuronas excitadoras, los componentes principales de los circuitos del cerebro. "En el presente trabajo, hemos demostrado que la EPO también tiene un efecto muy relevante sobre las neuronas inhibitoras o interneuronas, una subpoblación neuronal que controla de manera muy precisa la actividad y la sincronización de las neuronas excitadoras. Estas neuronas inhibitoras son también importantes porque están alteradas en diferentes trastornos que afectan al sistema nervioso", explica Juan Nácher.

En el trabajo se han identificado, mediante herramientas de biología celular y molecular de última generación, la expresión de receptores de EPO en las neuronas inhibitoras y se han descrito los efectos del tratamiento crónico con EPO sobre distintas categorías de neuronas inhibitoras en el hipocampo, una región clave para la formación de la memoria y que se encuentra alterada en distintos trastornos neurológicos y psiquiátricos.

"Hemos puesto en evidencia que este tratamiento modifica las interacciones moleculares entre las neuronas inhibitoras y excitadoras. También induce reducciones en la complejidad estructural de las interneuronas y su conectividad, así como cambios en las moléculas que regulan la plasticidad de estas neuronas inhibitoras. Además, el tratamiento disminuye el metabolismo y la actividad de las interneuronas", añade el investigador Juan Nácher.

Los resultados sugieren que los efectos positivos del tratamiento con EPO sobre enfermedades del sistema nervioso podrían ser debidos, al menos en parte, a un control restrictivo de la hormona sobre las neuronas inhibitoras, que facilitaría la plasticidad de las neuronas excitadoras, favoreciendo cambios en su conectividad y actuando sobre el balance entre excitación e inhibición, que se encuentra alterado en diferentes enfermedades del sistema nervioso central.

Molecular Psychiatry; 15 de abril de 2024; DOI: 10.1038/s41380-024-02528-2

Nueva información sobre la distribución de iones ayuda a comprender qué procesos han dado forma a la atmósfera de Venus

Los investigadores están particularmente interesados en por qué Venus y la Tierra han tomado caminos evolutivos tan diferentes desde su formación y ofrecen condiciones completamente diferentes en la actualidad. Mientras que nuestro planeta natal se convirtió en un mundo amigable con la vida con mucha agua y una atmósfera rica en oxígeno, Venus ha perdido en gran medida su agua anterior. La alta proporción de dióxido de carbono en su atmósfera también favorece un efecto invernadero extremo y por lo tanto genera altas temperaturas superficiales de más de 450 grados centígrados en promedio. "Los procesos que todavía tienen lugar en la ionosfera venusiana hoy en día proporcionan pistas importantes sobre cómo ha evolucionado el planeta", dice Norbert Krupp, científico del Instituto Max Planck para la Investigación del Sistema Solar.

A diferencia de la Tierra, Venus no genera por sí mismo un campo magnético en su interior que una las partículas de la atmósfera al planeta. Las partículas cargadas del viento solar, el flujo constante de partículas del Sol, sólo inducen un campo magnético débil. Por lo tanto, las partículas ligeras o rápidas pueden abandonar fácilmente la esfera de influencia del planeta. Por otro lado, los iones y moléculas pesados, como los iones de carbono, deberían permanecer unidos, al igual que en la Tierra o Marte.

Ahora, la sonda espacial Bepi ha aportado nuevos y valiosos datos sobre el desarrollo especial de Venus. En un viaje hacia Mercurio, esta sonda – que mide los iones de carbono que escapan de la atmósfera - pasó por Venus por segunda vez el 10 de agosto de 2021, volando a través de una región previamente inexplorada en el lado nocturno del planeta.

"Durante más de dos décadas, nos hemos guiado por las mediciones de la sonda espacial SOHO", explica Markus Fränz, científico del Instituto Max Planck para la Investigación del Sistema Solar. En 1996, SOHO, el Observatorio Solar y Heliosférico de la ESA y la NASA, descubrió iones de carbono de Venus cerca de la Tierra. En ese momento, la Tierra se encontraba exactamente en el rebufo solar de Venus. Bajo estas raras condiciones, los iones del entorno nocturno de Venus podrían penetrar en el espacio e incluso llegar a la

Tierra. En el sitio de Venus, la detección de iones de carbono a una distancia mayor del planeta aún no había tenido éxito. Por eso, los investigadores del equipo del MPPE insistieron en determinar la distribución de partículas cargadas y no cargadas en el entorno del planeta lo mejor que pudieron durante el sobrevuelo de Bepi. Así, fue posible confirmar por primera vez las mediciones de SOHO de 1996 en las proximidades de Venus. "Aparentemente, los iones de carbono en la magnetosfera venusiana reciben suficiente energía para escapar al espacio", resume Harald Krüger, también científico del Instituto Max Planck para la Investigación del Sistema Solar. Esto se



© Nature Astronomy, Hadid et al.; LPP, CNRS; Venus: ESA/MPPE

muestra mediante las mediciones de los sensores MPPE. Investigaciones comparables realizadas por sondas Venus más antiguas, como Venus Express, no habían sido capaces de distinguir de forma fiable los iones de carbono de otros iones y moléculas con masas similares. Además, Venus Express pasó a través de la magnetosfera de Venus demasiado cerca de la superficie, un área bastante desfavorable para buscar los iones expulsados. En la actualidad, solo los instrumentos de BepiColombo ofrecen la resolución de masa necesaria.

"Obviamente, hay una química atmosférica compleja en la atmósfera de Venus que es fundamentalmente diferente de la de la Tierra y Marte", dice Fränz. Además de los iones de carbono, los investigadores también encontraron alrededor de tres veces más iones de oxígeno que escapaban. El exceso de iones de oxígeno apunta a moléculas de agua o iones como una posible fuente.

Durante el sobrevuelo, BepiColombo se acercó a Venus desde el lado nocturno. Allí, la magnetosfera venusiana suele ser alargada y se extiende hacia el espacio. Las mediciones actuales se tomaron a una distancia de unos 36.000 kilómetros del planeta. Ninguna otra

misión espacial había cruzado esta región antes: las trayectorias de la sonda espacial Venus Express de la ESA, que orbitó el planeta durante unos ocho años a partir de 2006, pasaron más cerca de la superficie del planeta en el lado nocturno; El Pioneer Venus Orbiter de la NASA, que fue lanzado a finales de la década de 1970, mantuvo una mayor distancia.

Nature Astronomy, 12 de abril de 2024; DOI: 10.1038/s41550-024-02247-2

Nueva medida para la física de partículas: la masa de un neutrino en reposo

La historia de este misterio comienza en la década de 1930, cuando unos físicos se dieron cuenta de que algo no encajaba en la desintegración beta radiactiva de un núcleo atómico. Faltaba algo, algo desconocido. Imaginaron entonces unas "partículas fantasma" que absorbían parte del momento de los átomos en transformación. A mediados de los 50 "capturaron" esta partícula, el neutrino.

Pero los neutrinos solo interactúan con otras partículas de materia a través de la interacción débil que también subyace a la desintegración beta de un núcleo atómico. Por esta razón, cientos de billones de neutrinos del cosmos, especialmente del sol, pueden atravesar nuestro cuerpo cada segundo sin causar ningún daño. Las colisiones de neutrinos extremadamente raras con otras partículas de materia solo se pueden detectar con detectores enormes.

Los neutrinos solares trajeron otra revelación innovadora: los tres tipos de neutrinos conocidos hasta la fecha pueden transformarse entre sí. Sin embargo, estas "oscilaciones de neutrinos" tuvieron graves consecuencias para la visión del mundo de la física de partículas. Anteriormente, se suponía que los neutrinos no tenían masa en reposo, como los fotones. Esto sería compatible con el modelo estándar de la física de partículas, la mejor descripción del mundo de partículas hasta la fecha. Sin embargo, las oscilaciones forzaron una masa en reposo para los neutrinos, una indicación más de que debe existir una nueva física más allá del modelo estándar.

Pero ¿cómo conocer el peso del neutrino? "Una forma es la desintegración beta del tritio", explica Christoph Schweiger, estudiante de doctorado en el departamento de Klaus Blaum en el Instituto Max

Planck de Física Nuclear en Heidelberg. Aquí, uno de los dos neutrones del hidrógeno superpesado se desintegra en un protón y emite un electrón y un neutrino, transformando así el átomo en helio más ligero. Este proceso es "pesado" por el experimento KATRIN en el Instituto de Tecnología de Karlsruhe.

"La vía complementaria es la captura de electrones del isótopo artificial holmio-163", continúa Schweiger. Aquí, el núcleo atómico captura un electrón de la capa interna de electrones, por lo que un protón se convierte en un neutrón, lo que da como resultado el elemento disprosio-163. Esto también libera un neutrino, entre otras cosas. La colaboración internacional ECHO, en la que participan los científicos de Heidelberg, intenta medir este proceso de desintegración energéticamente con extrema precisión. De acuerdo con $E = mc^2$ de Einstein, la masa y la energía son equivalentes, por lo que la medición de la energía se puede equiparar con el pesaje de las masas. Como "calorímetro", ECHO mide con extrema precisión la energía total liberada en esta desintegración: esto corresponde a un máximo del valor Q menos la masa en reposo del neutrino liberado. Para ello, el isótopo de holmio-163 se incorpora a una capa de átomos de oro. Estos átomos podían tener algún tipo de influencia en el isótopo, por lo que decidieron combinar la medida inicial con una nueva obtenida a través de otra metodología y así detectar hipotéticos errores.

Esta herramienta es la "pentatrapa", un instrumento combinado de cinco trampas de Penning. Estas trampas atrapan átomos utilizando electricidad estática y campo magnético. Este aparato funciona haciendo vibrar y midiendo la vibración de distintos átomos, en este caso iones de disprosio-163 y holmio-163.

En principio, una trampa Penning funciona como un columpio. Si se colocan a dos niños de diferentes pesos uno al lado del otro en dos columpios del mismo tipo y se los empuja con la misma fuerza, se observará gradualmente un cambio en las frecuencias de los columpios. Esto se puede utilizar para calcular la diferencia de peso entre los dos niños. En el caso del experimento pentatrap, esta es la diferencia de masa entre un ion holmio-163 y un ion disprosio-163. Además, cuanto más rápido se balanceen ambos niños, antes se obtendrá el resultado, que también es mucho más preciso para el mismo tiempo de observación que

para el balanceo lento. Por esta razón, el equipo eliminó 38, 39 y 40 electrones de los iones "altamente cargados" en tres series diferentes de mediciones, lo que hace que su "baile circular" sea considerablemente más rápido. "Si todo funciona, una medición solo tomará unas pocas semanas", dice Schweiger.

A partir de las diferencias de masa como resultado de varias mediciones de frecuencia, a través de $E = mc^2$ los científicos de Heidelberg finalmente pudieron determinar un valor Q para la captura de electrones que era 50 veces más preciso que antes. Además de la diferencia de frecuencia entre los dos iones, una segunda variable tiene una influencia significativa en el valor Q determinado: la energía almacenada en el



PENTATRAP consta de cinco trampas Penning dispuestas una encima de la otra (torre amarilla en el centro). En estas trampas construidas de forma idéntica, los iones en el estado cuántico excitado y en el estado fundamental pueden medirse en comparación. © IMP de Física Nuclear

sistema de electrones restante de un ion altamente cargado. Como un ion tan grande es un sistema de múltiples partículas, el cálculo fue correspondientemente complejo. Resultó que los cálculos dieron como resultado casi exactamente los mismos valores Q para los tres estados de carga medidos con 38, 39 y 40 electrones eliminados. Esto dejó claro que las incertidumbres sistemáticas en el experimento y la teoría podían ser descartadas, enfatiza Schweiger con entusiasmo. ¿Y qué significa esto para las masas de los neutrinos?

El experimento estimó una masa máxima de 0,8 electronvoltios multiplicado por la velocidad de la luz al cuadrado (eVm^2). Esto es: $1,4 \cdot 10^{-33}$ gramos. O lo

que sería lo mismo, 0,0014 quectogramos (qg) utilizando los nuevos prefijos del Sistema Internacional. La estimación mínima estaría en 0.12 eVm². Para los responsables del estudio, esta medida supone una llave a un "mundo desconocido", la tan ansiada nueva física que podría ayudarnos a resolver algunas aparentes contradicciones de nuestros modelos actuales y otras preguntas que aún no sabemos contestar. Por ahora tendremos que conformarnos con un pequeño paso. Aunque no tan pequeño como un neutrino.

Nature Physics, 19 de abril de 2024; DOI: [10.1038/s41567-024-02461-9](https://doi.org/10.1038/s41567-024-02461-9)

La adaptación del metabolismo del azúcar comienza en el cerebro

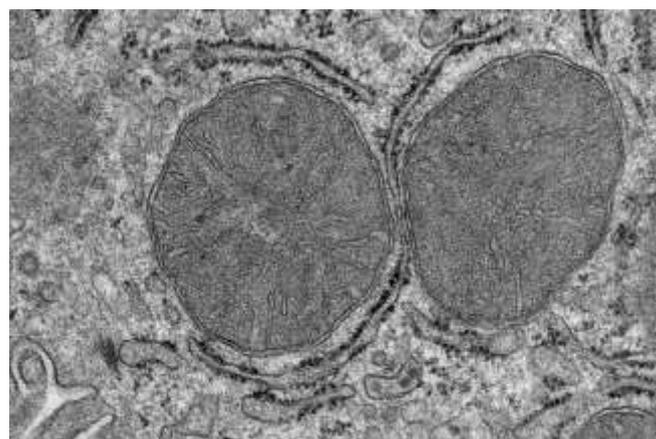
¿Qué sucede en el cuerpo cuando tenemos hambre y vemos y olemos la comida? Un equipo de investigadores del Instituto Max Planck para la Investigación del Metabolismo en Colonia pudo demostrar en ratones que las adaptaciones en las mitocondrias del hígado suceden sólo unos minutos después. Estimuladas por la activación de un grupo de células nerviosas en el cerebro, las mitocondrias de las células hepáticas cambian y preparan al hígado para la adaptación del metabolismo del azúcar.

Los investigadores alimentaron a ratones hambrientos que solo podían ver y oler la comida sin comerla. Después de unos minutos, los investigadores analizaron las mitocondrias en el hígado y encontraron que se activaban los procesos que son normalmente estimulados por la ingesta de alimentos. Los estudios muestran que es suficiente que los ratones vean y huelan la comida durante unos minutos para influir en las mitocondrias de las células hepáticas. Esto está mediado por una fosforilación en una proteína mitocondrial no caracterizada previamente. La fosforilación es una modificación importante para la regulación de la actividad proteica. Los investigadores también muestran que esta fosforilación afecta a la sensibilidad del hígado a la insulina. De este modo, los investigadores han descubierto una nueva vía de señalización que regula la sensibilidad a la insulina en el organismo.

El efecto sobre el hígado está mediado por un grupo de células nerviosas llamadas neuronas POMC. Estas neuronas se activan en cuestión de segundos al ver y

oler los alimentos, lo que indica al hígado que se prepare para los nutrientes entrantes. Los investigadores también demostraron que la activación de las neuronas POMC por sí sola es suficiente para adaptar las mitocondrias en el hígado, incluso en ausencia de alimentos.

"Cuando nuestros sentidos detectan los alimentos, nuestro cuerpo se prepara para la ingesta de alimentos produciendo saliva y ácido digestivo. Sabíamos por estudios anteriores que el hígado también se prepara para la ingesta de alimentos. Ahora hemos analizado



Micrografía electrónica de las mitocondrias en células hepáticas. Las mitocondrias cambian de forma en cuanto se percibe el alimento. © IMP para la Investigación del Metabolismo/ S. Henschke

más de cerca las mitocondrias en las células hepáticas, porque son orgánulos celulares esenciales para el metabolismo y la producción de energía, y nos hemos dado cuenta de lo sorprendentemente rápido que se produce esta adaptación", explica Sinika Henschke, primera autora del estudio.

Jens Brüning, jefe del estudio y director del Instituto Max Planck para la Investigación del Metabolismo explica: "Nuestro estudio muestra cuán estrechamente están vinculados la percepción sensorial de los alimentos, los procesos adaptativos en las mitocondrias y la sensibilidad a la insulina. Comprender estos mecanismos también es importante porque la sensibilidad a la insulina está alterada en la diabetes mellitus tipo 2".

Science; 25 de abril de 2024; Volumen 384, Número 6694; DOI: [10.1126/science.adk1005](https://doi.org/10.1126/science.adk1005)

Publican las primeras imágenes tomadas por el satélite Einstein Probe

Las primeras imágenes tomadas por el satélite Einstein Probe fueron reveladas al público después de la 7ésimo Taller conjunto del Consorcio de la Sonda Einstein celebrado en Pekín del 24 al 26 de abril de 2024. Desde su lanzamiento, el satélite y sus instrumentos han pasado por una fase de puesta en marcha durante la cual se han evaluado y calibrado sus funcionalidades y rendimiento.

"WXT tiene una combinación única de campo de visión, capacidad de monitoreo y alta sensibilidad diseñada para hacer nuevos descubrimientos en el cielo transitorio de rayos X. Con estos primeros datos de luz, ahora sabemos que esta promesa se hará realidad", dice Arne Rau, astrofísico del IMP de Física Extraterrestre en Garching y miembro del Comité de Gestión Científica de la Sonda Einstein. Hasta ahora, 10 de los 12 módulos del WXT han completado su calibración. El instrumento cumple y, a veces, supera sus requisitos científicos con una precisión posicional de ~2 minutos de arco, una resolución angular de 4-5 minutos de arco y un área de captación de luz de aproximadamente 3 cm² (a una energía de 1 keV). El rendimiento en órbita de la óptica WXT fue bien predicho por la calibración terrestre en las instalaciones PANTER de MPE.

Las pruebas en órbita del FXT han verificado de manera similar el rendimiento de sus dos unidades, que se asemejan mucho al diseño del telescopio de rayos X eROSITA del IMP de Física Extraterrestre. Para el FXT de Einstein Probe, MPE suministró el módulo de espejo de repuesto de eROSITA y trabajó con la ESA y socios de la industria para proporcionar el segundo módulo de espejo. "Es muy gratificante ver que ambos módulos de espejo del FXT en órbita muestran el rendimiento que hemos medido en nuestras pruebas de rayos X en tierra", dice Peter Friedrich, quien dirigió la contribución óptica del IMP a la sonda Einstein, "Personalmente, estoy muy contento de que el módulo de repuesto de reemplazo eROSITA ahora también haya encontrado un nuevo uso científico".

MPE también contribuyó con los módulos detectores pnCCD de última generación para ambas unidades FXT, basados en la tecnología de sensores del Laboratorio de Semiconductores de la Sociedad Max Planck que también se utiliza para eROSITA. "Los módulos

detectores CCD de FXT desarrollados en MPE para la espectroscopia de fotones de rayos X resuelta espacial y temporalmente han cumplido las altas expectativas que teníamos en ellos antes del lanzamiento del satélite. Estamos muy contentos de haber contribuido de forma decisiva al éxito de la misión Einstein Probe", añade Norbert Meidinger, responsable de los detectores en el IMP. La combinación de espejo y

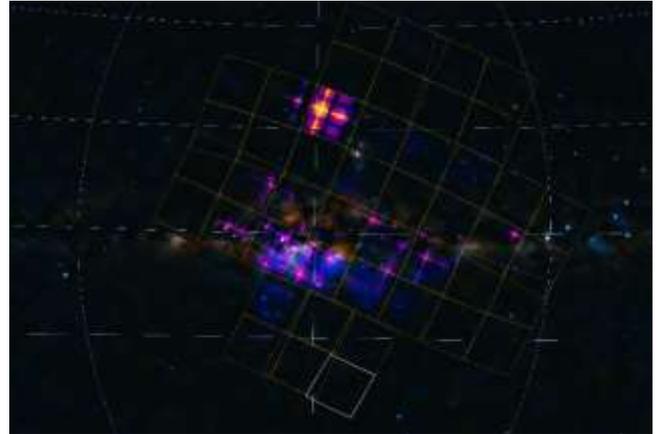


Imagen capturada por WXT dirigida al centro de la Vía Láctea durante unos 40.000 segundos. La óptica de ojo de langosta de WXT resaltó casi todas las fuentes de rayos X brillantes, con manchas en forma de cruz identificadas en púrpura, mientras que las estructuras azules similares a nubes retrataron la emisión de gas caliente en primer plano que rodea la galaxia.
@ EPSC, NAO/CAS; DSS; ESO

detector proporciona una precisión de posicionamiento de la fuente de <10 segundos de arco y un área de recolección de luz de ~300 cm² a 1,25 keV, junto con un excelente rendimiento en términos de energía y resolución de tiempo. Al igual que el WXT, el FXT cumplió y a veces superó sus requisitos científicos.

Incluso durante esta fase inicial de comprobación, Einstein Probe ha comenzado a hacer nuevos descubrimientos. "El WXT comenzó a encontrar nuevos transitorios casi tan pronto como se encendió. A estas alturas hemos descubierto más de una docena de nuevos transitorios de rayos X y más de un centenar de llamadas de estrellas de nuestra galaxia", añade Rau. Estos hallazgos se informaron rápidamente a la comunidad en más de 20 telegramas globales, lo que llevó a un esfuerzo de seguimiento mundial con telescopios terrestres y espaciales, incluido el propio instrumento GROND del IMP en el telescopio MPG de 2,2 m en La Silla. Estos primeros resultados confirman el potencial de la sonda Einstein para descubrir nuevas fuentes y potencialmente nuevos fenómenos

astrofísicos, especialmente eventos energéticos asociados con agujeros negros, estrellas de neutrones y sus fusiones.

El proyecto es la primera gran colaboración espacial entre MPE y CAS, que combina tecnologías únicas de China y Europa hacia un objetivo científico común. "Einstein Probe aprovecha los desarrollos de instrumentos que hicimos para eROSITA para abrir nuevas oportunidades científicas", dice Paul Nandra, director del grupo de alta energía de MPE, quien agrega: "La colaboración ha funcionado perfectamente, ¡esperamos con ansias la próxima!"

En los próximos meses, el satélite continuará llevando a cabo sus actividades de calibración en órbita antes de entrar en la fase operativa, a partir de mediados de junio de 2024.

Evalúan el papel de la separación de fases líquido-líquido en la formación de compartimentos celulares.

Las proteínas, que cumplen la mayoría de las funciones de nuestro cuerpo interactuando con otras proteínas se mueven por la célula con 40 millones de socios potenciales de interacción. Sin embargo, aunque la probabilidad de que una proteína se encuentre con la pareja adecuada en el momento adecuado por casualidad puede parecer baja, la célula ha encontrado una estrategia para unir proteínas: las señales espaciales guían a las proteínas a compartimentos celulares definidos, como la membrana plasmática o la mitocondria.

El proceso de división celular, por ejemplo, se inicia mediante procesos de señalización en la membrana celular, que activan enzimas cuyas señales finalmente llegan al núcleo celular para desencadenar la transcripción de genes específicos. Durante la división celular posterior, una multitud de interacciones proteicas específicas conducen a la formación de un complejo proteico de múltiples capas en los centrómeros de los cromosomas, lo que garantiza una distribución sin errores de los cromosomas en una célula madre a sus dos hijas.

La naturaleza ha desarrollado una cierta química para la interacción de las proteínas: las proteínas destinadas entre sí están equipadas con interfaces evolutivamente conservadas y expuestas con identidades químicas detalladas en su estructura 3D que son

complementarias entre sí. Estos motivos se encuentran en todas las especies y permiten interacciones proteicas altamente específicas.

A principios del siglo pasado, se observaron por primera vez los primeros compartimentos celulares no delimitados por límites físicos. Ahora sabemos que los nucléolos, los cuerpos P o los gránulos de estrés concentran macromoléculas, principalmente proteínas y ARN, y tienen funciones importantes en la célula. En los últimos años, la idea de que estos compartimentos se forman mediante un proceso llamado desmezcla líquido-líquido o separación de fase líquido-líquido, comparable a la formación espontánea de gotas de aceite en el agua, ha cobrado un impulso considerable. Según este punto de vista, los compartimentos sin membrana son "condensados" cuya formación se basa en interacciones transitorias, débiles e inespecíficas de proteínas "conductoras", lo que en última instancia provoca su acumulación allí a concentraciones más altas que en el medio circundante.

Andrea Musacchio, director del Instituto Max Planck de Fisiología Molecular en Dortmund, junto con su equipo de investigación ha desarrollado una estrategia para evaluar un ensayo de separación de fases líquido-líquido ampliamente utilizado y su poder predictivo, y lo ha aplicado al complejo cromosómico de pasajeros. "En nuestra opinión, una de las principales debilidades de los ensayos es que no modelan el disolvente con suficiente precisión. El disolvente define la solubilidad de una proteína y, por lo tanto, su capacidad para interactuar con otras proteínas".

Con el fin de imitar el entorno natural de la célula lo más fielmente posible, el científico añadió lisados de células bacterianas o de mamíferos diluidos a los tampones estándar de separación de fase líquido-líquido. Incluso a concentraciones muy diluidas, los lisados evitaron por completo la formación de condensados. Para evaluar qué tan general era esto, los científicos repitieron el mismo experimento con varias proteínas adicionales, todas las cuales mostraron propiedades de separación de fase líquido-líquido en el ensayo estándar. Y, de hecho, en todos los casos la adición de lisados celulares disolvió los "condensados". "Estos resultados confirman nuestra suposición de que el entorno celular amortigua eficazmente las interacciones débiles inespecíficas que se cree que causan la separación de fases líquido-líquido *in vitro*", dice Musacchio.

Las interacciones y funciones de las proteínas en la célula están fuertemente reguladas por las llamadas modificaciones postraduccionales. La adición o eliminación selectiva de grupos fosfato en lugares críticos, por ejemplo, puede interrumpir la interacción entre dos proteínas con efecto inmediato. Estas modificaciones naturales pueden ser imitadas en el laboratorio por mutaciones y son el método de elección cuando se trata de investigar muchos procesos celulares. Al introducir mutaciones en cuatro residuos implicados en el reconocimiento de señales fosforiladas, Musacchio generó un mutante del complejo de pasajeros cromosómicos que no puede ser reclutado por los centrómeros y no se acumula allí. Sin embargo, este mutante mostró un potencial completo de separación de fase líquido-líquido en el ensayo *in vitro*, lo que demuestra que el ensayo es incapaz de predecir la localización y función del complejo cromosómico de pasajeros.

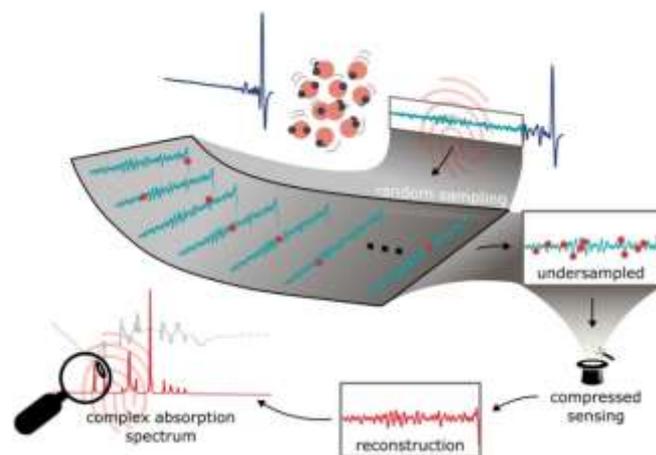
"Nuestros resultados muestran que la separación de fase líquido-líquido de un solo componente *in vitro* no puede predecir la solubilidad y la localización en el entorno complejo y abarrotado de la célula. La lista de andamios putativos de separación de fase líquido-líquido identificados a través de los ensayos establecidos necesitará un reexamen exhaustivo, y la estrategia de validación que presentamos aquí puede guiar este esfuerzo", dice Musacchio.

Molecular Cell, 2024, ISSN 1097-2765, DOI: 10.1016/j.molcel.2024.03.022.

Nuevo método para acelerar el análisis espectroscópico

La espectroscopia láser ultrarrápida permite la determinación de la dinámica en escalas de tiempo extremadamente cortas, lo que la convierte en una herramienta muy útil en muchas aplicaciones científicas e industriales. Una desventaja importante es el considerable tiempo de medición que suele requerir esta técnica, lo que a menudo conduce a largos tiempos de adquisición que abarcan desde minutos hasta horas. Investigadores dirigidos por Hanieh Fattahi, líder del grupo del Instituto Max Planck de la Ciencia de la Luz en Erlangen en colaboración con socios de Alemania y Francia han desarrollado una técnica para acelerar el análisis espectroscópico.

Los pulsos ultracortos desempeñan un papel importante en las aplicaciones espectroscópicas. Su amplio ancho de banda espectral permite la caracterización simultánea de la muestra a varias frecuencias, eliminando la necesidad de mediciones repetidas o sintonización láser. Además, su confinamiento temporal extremo permite el aislamiento temporal de la respuesta de la muestra del pulso de excitación principal. Esta respuesta, que transporta información espectroscópica completa, dura de decenas de femtosegundos a nanosegundos (10^{-15} a 10^{-9} segundos) y comúnmente es sondeada por un pulso más corto a varios retardos de tiempo. Cuando se combina con otras técnicas, como la espectroscopia coherente multidimensional o la obtención de imágenes hiperespectrales, la espectroscopia ultrarrápida facilita la identificación de constituyentes desconocidos.



Resumen visual de la detección comprimida de huellas dactilares moleculares resueltas en campo.
© Hanieh Fattahi

Sin embargo, la ambición de las mediciones en tiempo real se enfrenta a obstáculos, principalmente debido al extenso registro de datos requerido en todo el espectro de gran ancho de banda para cada píxel, lo que introduce retrasos considerables en la captura de datos, extiende el tiempo de procesamiento y aumenta el volumen de datos.

"La respuesta de las moléculas a los pulsos de excitación ultracortos suele ser escasa en muchas muestras, lo que implica que la respuesta se produce solo a frecuencias específicas conocidas como huellas dactilares moleculares. Al aleatorizar estratégicamente los puntos de medición en el tiempo, un enfoque

establecido llamado detección comprimida puede reconstruir eficientemente la señal mediante el uso de menos puntos de datos que el límite dictado por el criterio de Nyquist", explica Kilian Scheffter, estudiante de doctorado en el IMP. "Sin embargo, el principal desafío ha sido cambiar la superposición temporal de los pulsos de la sonda y los pulsos de excitación de femtosegundos al azar. En colaboración con nuestros socios en Alemania y Francia, hemos empleado con éxito ondas acústicas para modular esta superposición temporal de forma aleatoria. Esta innovación amplía la aplicación de la detección comprimida a la medición espectroscópica en tiempo real".

"La aceleración de la espectroscopia en el dominio del tiempo ofrece varias ventajas, por ejemplo, en la simplificación de la obtención de imágenes sin etiquetas de especímenes frágiles, el monitoreo ambiental en tiempo real y el diagnóstico al aire libre de gases tóxicos y peligrosos, y la fieldoscopia molecular", dijo.

Ultrafast Science; 12 de abril de 2024; DOI: 10.34133/ultrafastscience.0062

Arrecifes de coral están perdiendo su color y amenazan con morir, como consecuencia de las altas temperaturas de los océanos del mundo

Durante años, los modelos climáticos han estado prediciendo que los arrecifes de coral se blanquearán con más frecuencia y de manera más severa a medida que el océano continúe calentándose. Las temperaturas excepcionalmente cálidas del agua de mar son causadas, entre otras cosas, por la quema de combustibles fósiles y la deforestación. Estos eventos de blanqueamiento están ocurriendo cada vez con más frecuencia. "Los intervalos entre los eventos de blanqueamiento son cada vez más cortos, por lo que los corales no tienen tiempo suficiente para recuperarse", dice Mathilde Godefroid, quien investiga los arrecifes de coral en el Instituto Max Planck de Microbiología Marina en Bremen.

Cuando las temperaturas del agua de mar son más altas de lo normal durante un período de tiempo más largo, los corales comienzan a sufrir estrés por calor. Las altas temperaturas alteran la simbiosis entre los corales y las microalgas (zooxantelas) que viven en sus tejidos. Las algas producen moléculas que dañan tanto a las propias algas como al coral. En respuesta, los

corales expulsan a sus compañeros simbióticos para minimizar el daño. Aunque esto ayuda a las células de coral durante un corto período de tiempo, las perjudica a largo plazo, ya que las microalgas cubren hasta el 90 por ciento de las necesidades energéticas del coral a través de la fotosíntesis.

Las algas también dan color a los corales: cuando se desprenden, el tejido del coral se vuelve transparente y se revela el esqueleto blanco que hay debajo: por lo tanto, los corales parecen blanquearse. "Si las temperaturas ambientales vuelven a la normalidad relativamente rápido, los corales pueden reconstruir sus simbiontes y sobrevivir al blanqueamiento, incluso si esto los somete naturalmente a mucho estrés. Sin embargo, si el aumento de las temperaturas persiste o se añaden otros factores de estrés, los corales ya no pueden recuperarse. Luego mueren", explica Mathilde Godefroid.



Blanqueamiento de corales alrededor de las Maldivas en el Océano Índico en abril de 2019.
© Reinhard Dirscherl/ picture alliance

Los eventos globales de blanqueamiento de corales ocurrieron por última vez en 1998, 2010 y de 2014 a 2017, el último de los cuales afectó a más de la mitad de todos los arrecifes. En la Gran Barrera de Coral, frente a la costa este de Australia, la mitad de los arrecifes murieron como resultado. Según Terry Hughes, de la Universidad James Cook de Australia, esta es la quinta vez en ocho años que la Gran Barrera de Coral se ve afectada por este fenómeno. Este año, el 75 por ciento incluso se vio afectado por la decoloración.

La magnitud y la velocidad del calentamiento global son decisivas para el futuro de los arrecifes de coral del mundo: con un aumento de la temperatura de 1,5

grados, se espera que entre el 70 y el 90 por ciento de los arrecifes desaparezcan. Con un aumento de dos grados, como podría lograrse para 2050, casi todos los arrecifes del mundo morirán. Sin embargo, el ritmo del calentamiento también es importante: un aumento más lento de la temperatura da a los corales la oportunidad de adaptarse. "Entonces, si logramos limitar el calentamiento y tomar medidas de protección locales, es posible que podamos preservar algunos arrecifes o algunas especies de coral resistentes. Pero la ventana de oportunidad para la acción es cada vez más pequeña. Solo hay una manera de preservar las poblaciones de coral saludables a largo plazo: estabilizar las temperaturas oceánicas mediante la reducción de nuestras emisiones de gases de efecto invernadero", dice Mathilde Godefroid.

Institutos Max Planck

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

Instituto Max Planck de Investigación sobre Bienes Colectivos, Bonn

Fundado inicialmente como un instituto Max Planck que investiga la provisión de bienes colectivos, el instituto se ha convertido en un centro internacional que centra en su investigación principalmente en la economía aplicada y en el derecho del comportamiento. El instituto tiene tres divisiones: Derecho y Economía del Comportamiento; Economía Experimental; y Diseño y Comportamiento de Mercado.

Los investigadores de diversas disciplinas, como la economía, el derecho, la psicología y la sociología, conforman un entorno verdaderamente interdisciplinario que facilita una fertilización cruzada de ideas. La experiencia de investigación del instituto abarca una amplia gama de temas, incluida la formación de preferencias económicas, la toma de decisiones en equipo, el análisis de los mercados de bienes de crédito, la definición de problemas normativos que requieren intervención legal, los efectos de las intervenciones legales, la generación y aplicación de reglas, los procesos psicológicos de las

intervenciones de los espectadores contra las violaciones de las normas, los procesos cognitivos y afectivos que conducen a las elecciones, y el razonamiento sobre las normas sociales.

El Instituto Max Planck de Investigación sobre Bienes Colectivos cuenta con una Escuela Internacional de Investigación Max Planck (IMPRS):

[IMPRS sobre Instituciones Conductualmente Inteligentes](#)

[Más información sobre el Instituto](#)

Instituto Max Planck de Biomedicina Molecular, Münster

El Instituto Max Planck de Biomedicina Molecular investiga la formación de células, tejidos y órganos. Los científicos hacen uso de métodos moleculares-biológicos y celulares-biológicos en un intento por descubrir cómo las células intercambian información, qué moléculas controlan su comportamiento y qué fallas en el diálogo entre las células causan el desarrollo de enfermedades. La labor del Instituto está dedicada a tres esferas estrechamente interrelacionadas. Un campo en el que el Instituto está activo es la investigación con células madre. Los científicos estudian cómo se pueden generar células madre y cómo podrían usarse para tratar enfermedades. Otra área de investigación es la de los procesos inflamatorios, donde uno de los objetivos es comprender completamente los efectos del envenenamiento de la sangre. El tercer campo de investigación es el crecimiento de los vasos sanguíneos, con el objetivo de identificar nuevas dianas para el desarrollo de terapias: los vasos sanguíneos juegan un papel importante en muchas enfermedades.

El Instituto Max Planck de Biomedicina Molecular cuenta con una Escuela Internacional de Investigación Max Planck (IMPRS):

[IMPRS para Biomedicina Molecular](#)
[Más información sobre el Instituto](#)

Instituto Max Planck de Microbiología Marina, Bremen

El Instituto Max Planck de Microbiología Marina investiga las bacterias marinas que transforman compuestos de carbono, nitrógeno, azufre y hierro, desempeñando así un papel crucial en el ciclo global de los materiales. Estas bacterias muestran adaptaciones muy variadas, por ejemplo, a los gradientes alimentarios de los sedimentos, a las bajas y altas temperaturas y a las altas presiones en las profundidades marinas. Los científicos del Instituto investigan los gradientes y equilibrios de materiales y la influencia de las corrientes y los animales que habitan en los sedimentos en las regiones costeras de Europa, América del Sur, África y el Ártico, así como en las fuentes hidrotermales y en las profundidades marinas. Se presta especial atención a las bacterias que, por ejemplo, regulan el ciclo global del nitrógeno en el entorno con poco oxígeno. Otras bacterias se especializan en la descomposición de los hidratos de carbono de las plantas y el aceite. Las tecnologías de biología molecular se utilizan en la investigación con miras a lograr una mejor comprensión de la variedad, estructura y función de las comunidades marinas microbianas. La compleja regulación y evolución de los microorganismos relevantes para el medio ambiente se analizan en detalle a través de la secuenciación de genomas bacterianos completos y grandes fragmentos de ADN ambiental.

Como resultado de la colaboración entre este Instituto y el Centro Universitario Regional del Este de la Universidad de la República en Uruguay, funciona actualmente el grupo independiente “Ecología Microbial Marina” liderado por la Dra. Cecilia Alonso.

El Instituto Max Planck de Microbiología Marina cuenta con una Escuela Internacional de Investigación Max Planck (IMPRS):

[IMPRS de Microbiología Marina](#)
[Más información sobre el Instituto](#)