



Boletín mensual El desarrollo de la cooperación científica entre América Latina y los Institutos Max Planck Noviembre 2023

Cooperación con América Latina

Visitas al Departamento de Astronomía de la Universidad de Concepción en el marco del Grupo Asociado “The byron cycle in Galaxies”

El departamento de Astronomía de la Universidad de Concepción recibió a la Dra. Natascha M. Foerster Schreiber, del Instituto Max Planck de Física Extraterrestre entre el 13 y el 17 de noviembre, donde se reunió con diversos académicos y astrónomos que componen el Departamento.

La Dra. Foerster participa en el Grupo Asociado “The byron cycle in Galaxies” dirigido por el Dr. Rodrigo Herrera Camus con sede en el departamento de Astronomía de la UdeC., por medio del cual la astrónoma realiza investigaciones sobre galaxias y su evolución a lo largo del tiempo.



(Izq). Dra. Dra. Natascha Foerster Schreiber ©IMP de Física Extraterrestre (Der.) Dr. Ing. Rodrigo Herrera Camus © Dept. De Astronomía, UdeC

El Dr. Herrera Camus destacó que “estos lazos de colaboración son súper importantes, porque los observatorios que operan en el norte son

internacionales, y de hecho ella viene a Chile precisamente porque uno de los instrumentos instalados en el Very Large Telescope (VLT), llamado “Eris”, fueron construidos por el Max Planck”.

Gracias a la vista de la investigadora, se puede seguir avanzando en investigaciones en la frontera del conocimiento y la astronomía, destacando en esta ocasión un estudio de las galaxias cuando el universo tenía solo 3 mil millones de años de edad. “Es súper importante entender ese momento porque galaxias, como la nuestra (Vía Láctea), se formaron principalmente en esa etapa. Por tanto, lo que hace Natasha es estudiar cómo se formaron las estrellas en ese momento clave del Universo”, concluyó el Dr. Rodrigo Herrera.

Esta visita se suma a la de Frank Eisenhauer, astrofísico ganador del Premio Gruber de Cosmología 2022- similar del Nobel en dicha área- en el mes de marzo a la UdeC. En aquella oportunidad, el Prof. Eisenhauer, brindó una charla magistral “Astronomía a la más alta resolución angular-óptica adaptativa, interferometría y agujeros negros” ante más de 200 personas. “La charla pensada para académicos y estudiantes de física, astronomía e ingeniería recorrió los últimos 25 años, periodo en que se han registrado avances científicos-tecnológicos que han evolucionado y revolucionado las observaciones por ser muy precisas y aumentar nitidez y calidad.

“Es un cambio radical (...) Es totalmente diferente ahora de lo que se podía hacer 25 años atrás”, aseveró Eisenhauer en una entrevista con el Diario Concepción. Contó que “la nueva instrumentación que hemos desarrollado permite observar objetos astronómicos 100 veces menos brillantes que en el pasado”. Este es un salto sustancial con enormes implicancias desde el presente para el futuro, especialmente para dos áreas: por un lado el estudio de los agujeros negros, para estudiar no sólo la Teoría de la Relatividad General sino también la de mecánica cuántica y por otro el estudio y caracterización de los planetas extrasolares.

Y recaló que “Chile es esencial para el desarrollo de la astronomía, porque es el mejor lugar del mundo para

instalar telescopios”. En el norte los cielos son privilegiados gracias a las condiciones naturales del árido Desierto de Atacama. Por eso ha sido permanente su vínculo con Chile.



Dr. Frank Eisenhauer durante la ponencia en la UdeC. ©Esteban Paredes Drake, Dirección de Comunicación UdeC

Comenzó trabajando con el telescopio VLT del Observatorio Europeo Austral (ESO) en 2003, antes que “Gravity” fuera realidad. Incluso, los experimentos hechos fueron base para su proyecto estrella y sobre todo para que decidiera dedicarse a la instrumentación astronómica, pese sus inicios en lo teórico. Se definió “muy involucrado con la construcción del Telescopio Extremadamente Grande”. Es un observatorio de 40 metros que está instalando el ESO como propuesta para la nueva generación de telescopios y adelantó que “permitirá observar objetos aún menos brillantes y más profundo al Universo”.

Entrevistas a líderes de grupo en América Latina

Este mes les acercamos el testimonio de la Dra. Victoria Gradin, Líder del Grupo Independiente “Brain-body basis of social conflict approach-avoidance in depression and in health”. El grupo, que comenzó a funcionar en el 2023 es el resultado de una colaboración entre la Facultad de Psicología de la Universidad de la República en Montevideo, Uruguay y el Dr. Michael Gaebler, del IMP para la Investigación Cognitiva y Humana en Leipzig.

El grupo busca comprender las bases neurales de trastornos como la depresión o la ansiedad social. Para esto utilizan tareas experimentales sociales

interactivas en combinación con fMRI, lo que les permite estudiar el funcionamiento cerebral durante interacciones sociales. Victoria nos cuenta en la entrevista que su grupo de trabajo está integrado por varios estudiantes de grado, estudiantes de posgrado y un postdoc. “La formación de recursos humanos es una tarea que disfruto mucho. Me gusta mucho la discusión, el debate que se da en nuestras reuniones de equipo. Lo que sí es complicado y muy duro a veces, es ver lo difícil que es para los/as jóvenes que se forman como investigadores el poder acceder a cargos estables.”

Victoria resalta la importancia de la colaboración con el Dr. Gaebler para el avance de la investigación ya que “... las neurociencias cognitivas, y en particular la neuroimagenología son nuevas en Uruguay. Es importante entonces, que colaboramos con investigadores/as del exterior que puedan apoyar los esfuerzos que se vienen haciendo en nuestro país... Están siendo sumamente ricos los intercambios con el Dr. Gaebler, y se han abierto posibilidades de investigación (en cuanto a la adquisición y análisis de datos) que no serían posibles solo desde Uruguay.”

Una gran parte del trabajo que realizan se basa en el uso de la resonancia magnética



Dra. Victoria Gradin ©CIBPsi

funcional (fMRI), para lo que es necesario tener acceso a un escáner de resonancia magnética. Para este trabajo colaboran con el Centro Uruguayo de Imagenología Molecular (CUDIM), que posee el único escáner de 3T de Uruguay. La resonancia magnética funcional “permite ver el cerebro humano en funcionamiento. Permite ver qué regiones cerebrales se activan cuando las personas realizan una determinada tarea(...)A un participante de un estudio se le pide que se recueste en la camilla del escáner. Una vez dentro del escáner, con un sistema de espejos se logra que la persona desde dentro vea imágenes que se proyectan en una pantalla. Y se le dan botoneras que sostiene en sus manos. De esta manera, la persona

puede realizar tareas de computadora desde dentro del escáner.”

[Entrevista completa](#)

Oportunidades de investigación en Institutos Max Planck e IMPRS

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

[Acceder al resumen](#)

Noticias destacadas de Institutos Max Planck

Primera imagen de alta resolución de filamentos gruesos de células musculares

Un equipo internacional, dirigido por Stefan Raunser, director del Instituto Max Planck de Fisiología Molecular en Dortmund, en colaboración con Mathias Gautel del King's College de Londres, ha obtenido con éxito la primera imagen 3D de alta resolución del mundo del filamento grueso en su entorno celular natural, utilizando una técnica de vanguardia conocida como criotomografía electrónica. Esto ofrece una visión de la organización molecular y la disposición de los componentes dentro del filamento grueso.

Los músculos esqueléticos y cardíacos se contraen por la interacción de dos tipos de filamentos proteicos paralelos en el sarcómero: delgados y gruesos. El sarcómero se subdivide en varias regiones, llamadas zonas y bandas, en las que estos filamentos se disponen de diferentes maneras. El filamento delgado consiste en F-actina, troponina, tropomiosina y nebulina. El filamento grueso está formado por miosina, titina y proteína C de unión a miosina (MyBP-C). Esta última puede formar enlaces entre los filamentos, mientras que la miosina, la llamada proteína motora, interactúa con el filamento delgado para generar fuerza y contracción muscular. Las alteraciones en las proteínas de filamento grueso se

asocian con enfermedades musculares. Una imagen detallada del filamento grueso sería de inmensa importancia para el desarrollo de estrategias terapéuticas para curar estas enfermedades, pero hasta ahora no se ha presentado.

"Si se quiere entender completamente cómo funciona el músculo a nivel molecular, hay que imaginar sus componentes en su entorno natural, uno de los mayores retos de la investigación biológica actual que no puede ser abordado por los enfoques experimentales tradicionales", dice Raunser. Para superar este obstáculo, su equipo desarrolló un flujo de trabajo de criotomografía electrónica diseñado específicamente para la investigación de muestras musculares: los científicos congelaron rápidamente muestras de músculo cardíaco de mamíferos, producidas por el grupo Gautel en Londres, a una temperatura muy baja (-175 °C). Esto preserva su hidratación y estructura fina y, por lo tanto, su estado nativo. A continuación, se aplica un haz de iones enfocado (fresado FIB) para adelgazar las muestras



Ilustración de los filamentos gruesos y delgados que interactúan en el sarcómero cardíaco basada en datos de criotomografía electrónica estructural.
© MPI MOPH

hasta un grosor ideal de unos 100 nanómetros para el microscopio electrónico de transmisión, que adquiere múltiples imágenes a medida que la muestra se inclina a lo largo de un eje. Finalmente, los métodos computacionales reconstruyen una imagen tridimensional en alta resolución.

En los últimos años, el grupo de Raunser aplicó con éxito el flujo de trabajo personalizado, lo que dio lugar a dos publicaciones innovadoras recientes: produjeron

las primeras imágenes de alta resolución del sarcómero y de una proteína muscular nebulosa llamada nebulina. Ambos estudios proporcionan información sin precedentes sobre la organización 3D de las proteínas musculares en el sarcómero, por ejemplo, cómo la miosina se une a la actina para controlar la contracción muscular y cómo la nebulina se une a la actina para estabilizarla y determinar su longitud.

En su estudio actual, los científicos produjeron la primera imagen de alta resolución del filamento grueso cardíaco que abarca varias regiones del sarcómero. "Con una longitud de 500 nanómetros, esta es la estructura más larga y más grande jamás resuelta por crió-ET", dice Davide Tamborini, del Instituto Max Planck de Dortmund, primer autor del estudio. Aún más impresionantes son los nuevos conocimientos adquiridos sobre la organización molecular del filamento grueso y, por lo tanto, sobre su función. La disposición de las moléculas de miosina depende de su posición en el filamento. Los científicos sospechan que esto permite que el filamento grueso detecte y procese numerosas señales de regulación muscular y, por lo tanto, regule la fuerza de la contracción muscular dependiendo de la región del sarcómero. También revelaron cómo las cadenas de titina corren a lo largo del filamento. Las cadenas de titina se entrelazan con la miosina, actuando como un andamio para su ensamblaje y probablemente orquestando una activación del sarcómero que depende de la longitud.

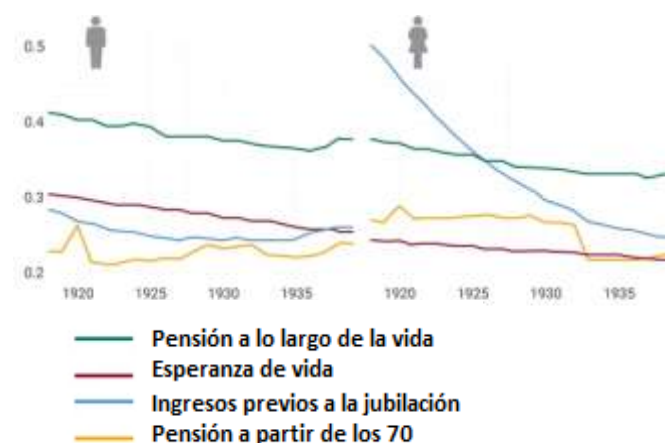
"Nuestro objetivo es obtener una imagen completa del sarcómero algún día. La imagen del filamento grueso en este estudio es "sólo" una instantánea del estado relajado del músculo. Para comprender completamente cómo funciona el sarcómero y cómo se regula, queremos analizarlo en diferentes estados, por ejemplo, durante la contracción", dice Raunser. La comparación con muestras de pacientes con enfermedades musculares contribuirá, en última instancia, a una mejor comprensión de enfermedades como la miocardiopatía hipertrófica y al desarrollo de terapias innovadoras.

Nature; Noviembre 2023; DOI: 10.1038/s41586-023-06690-5

Las desigualdades en la esperanza de vida son el principal impulsor de la desigualdad en las pensiones vitalicias

En las sociedades modernas, existe una gran desigualdad en la cuantía de la pensión que reciben hombres y mujeres a lo largo de su vida. Esta desigualdad es producto de una expectativa de vida extensa como así también de la desigualdad en la cuantía de la pensión que reciben. En un artículo reciente, Jiaxin Shi, del Instituto Max Planck de Investigación Demográfica en Rostock, y Martin Kolk, de la Universidad de Estocolmo, examinaron las desigualdades en las pensiones vitalicias en Suecia.

En el estudio, los investigadores analizaron datos de personas nacidas en Suecia entre 1918 y 1939. Utilizaron datos hasta 2018 de los registros administrativos suecos, incluidos todos los pagos de pensiones derivados de los registros fiscales suecos. Midieron las pensiones vitalicias como las pensiones acumuladas de todas las partes del sistema de pensiones sueco desde los 65 años hasta el fallecimiento.



El coeficiente de Gini (o índice de Gini) mide el grado de desigualdad en la distribución del ingreso, por ejemplo, en un país o región, en relación con el ingreso per cápita de los hogares. © MPIDR

El estudio concluye que las pensiones vitalicias se distribuyen de manera más desigual que los ingresos previos a la jubilación y los ingresos anuales de las pensiones. "La desigualdad en las pensiones vitalicias está relacionada principalmente con la desigualdad en la esperanza de vida y, en menor medida, con la desigualdad en los ingresos previos a la jubilación", dijo Shi. Además, los investigadores observan una tendencia en las cohortes de nacimiento observada de que "la desigualdad en las pensiones vitalicias está disminuyendo en las cohortes más recientes. Una de las principales razones es que los hombres y las mujeres viven más tiempo y llegan a edades más avanzadas de manera más consistente. Pero para las

mujeres, el aumento de su participación en la fuerza laboral también ha contribuido de manera importante a la disminución de la desigualdad en las pensiones de por vida".

La investigación también concluye que el impacto de la política de pensiones en las pensiones vitalicias tiende a ser relativamente pequeño, a menos que afecte al número de años de pensión. Se ha comprobado que el aumento general de la edad legal de jubilación está asociado a un aumento de la desigualdad en las pensiones de por vida. "El principal impulsor de la desigualdad en las pensiones vitalicias son las diferencias en la esperanza de vida. Las personas con niveles más altos de educación e ingresos previos no solo reciben pensiones anuales, sino que también tienen una mayor esperanza de vida y han acumulado más años de pagos de pensiones. Por lo tanto, la desigualdad en las pensiones vitalicias se debe a una distribución desigual de los factores socioeconómicos previos a la jubilación. Además, las diferencias de mortalidad debidas a otros factores, como los genes y el vecindario, que son difíciles de cuantificar y no se incluyeron en este estudio, también son razones importantes por las que observamos grandes desigualdades en las pensiones vitalicias", dice Shi.

Hay dos factores clave que afectan a las pensiones vitalicias: los ingresos anteriores del trabajo y las contribuciones a la pensión asociadas, y la esperanza de vida de una persona. "Estudiar la distribución de las pensiones vitalicias no solo ayuda a comprender cómo funcionan los sistemas de pensiones, sino que también abre perspectivas adicionales sobre la desigualdad en la vejez. Proporciona una nueva forma de ver la estratificación social en general", dice Jiaxin Shi. "La ventaja o desventaja social a edades más tempranas persiste en la edad adulta, combinada con las desigualdades en la esperanza de vida. La mayor esperanza de vida y las pensiones vitalicias más elevadas se concentran entre las personas con un nivel socioeconómico más alto, que tienden a acumular más pensiones y, por lo tanto, es probable que leguen más a sus hijos. Por lo tanto, las desigualdades en las pensiones pueden ser uno de los mecanismos por los cuales la desigualdad persiste a través de las generaciones", dijo.

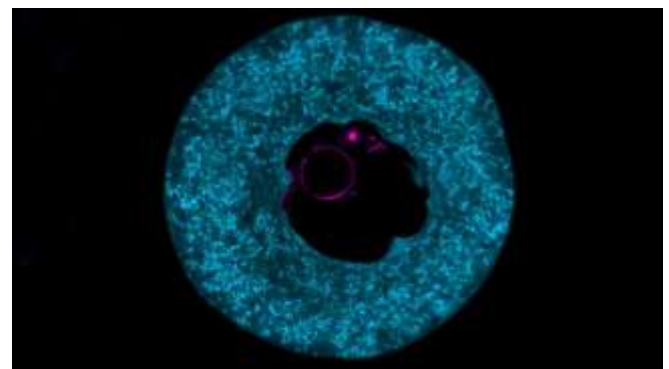
Sociological Science; Octubre 2023; DOI: 10.15195/v10.a24

Investigadores dilucidan cómo los óvulos almacenan proteínas y proporciona información importante

sobre cómo los errores en el almacenamiento pueden conducir a la infertilidad.

Los científicos dirigidos por Melina Schuh, Instituto Max Planck de Ciencias Multidisciplinarias en Gottingen, han utilizado técnicas de imagen para visualizar que PADI6 y SCMC son los componentes principales de las estructuras que llenan el interior del óvulo. "El mundo de la investigación ha estado desconcertado durante décadas sobre la función y la composición de esta estructura, a la que nos referimos como redes citoplasmáticas", explica Schuh, directora del Instituto.

Cuando los científicos eliminaron las proteínas PADI6 y SCMC de los óvulos de ratón, la red citoplasmática se perdió, con consecuencias fatales. "Los óvulos de ratón que carecían de las redes citoplasmáticas también carecían de las proteínas requeridas por el embrión temprano. El desarrollo del embrión se detuvo poco después de la fecundación", dice el biólogo celular. "Por lo tanto, sospechamos que las redes citoplasmáticas podrían servir como sitios de almacenamiento de proteínas".



Un óvulo de ratón, naturalmente lleno de la proteína PADI6 (azul), un marcador y componente principal de la red citoplasmática. El ADN en el núcleo de la célula se muestra en magenta.

© MPI de Ciencias Multidisciplinarias/ Ida Marie Astad Jentoft

El almacenamiento de proteínas en el óvulo no es en absoluto trivial. Esto se debe a que los óvulos se crean en los ovarios de un mamífero hembra desde el nacimiento y permanecen funcionales allí durante meses o incluso años. Los óvulos tienen que mantener sus proteínas en stock durante un tiempo correspondientemente largo sin degradarse o activarse en el momento equivocado. En el siguiente paso, los científicos investigaron qué proteínas están contenidas en las redes citoplasmáticas. En cooperación con grupos dirigidos por Henning Urlaub y

Juliane Liepe del Instituto Max Planck, utilizaron espectrometría de masas y bioinformática para determinar el inventario exacto de proteínas de las redes.

Como mostraron los resultados, las redes citoplasmáticas se unen a muchas proteínas que son cruciales para el desarrollo embrionario. "Nuestros resultados son fuertes indicios de que nuestra suposición es correcta: las redes citoplasmáticas son los sitios de almacenamiento de proteínas del óvulo y suministran proteínas vitales al embrión temprano", señala Schuh.

Como descubrieron más adelante, las proteínas PADI6 y SCMC asumen la tarea de recolectar y almacenar proteínas para el desarrollo temprano del embrión. "Esto explica por qué los embriones dejan de desarrollarse poco después de la fertilización si estas proteínas faltan o no pueden cumplir su función", dice Ida Jentoft, primera autora del estudio. "Entonces nos interesaba saber si un sitio de almacenamiento de proteínas defectuoso puede ser reemplazado si, por ejemplo, PADI6 y SCMC están ausentes debido a mutaciones genéticas".

En los experimentos, el equipo logró reintroducir artificialmente las proteínas de red faltantes en óvulos de ratón en crecimiento. Con este enfoque, también puede ser posible reconstruir la red citoplasmática en óvulos humanos defectuosos. Según Jentoft, este podría ser un nuevo enfoque prometedor para tratar la infertilidad causada por mutaciones en los genes PADI6 y SCMC.

Cuando se les pregunta por qué se han tardado tantas décadas en descifrar la función de las enigmáticas estructuras reticular del óvulo, Schuh y Jentoft tienen una respuesta corta: el tamaño del óvulo y la falta de métodos. Los óvulos son los gigantes entre los diversos tipos de células de los mamíferos. Lo que los predestina para almacenar proteínas hace que sea difícil mirar dentro de ellos.

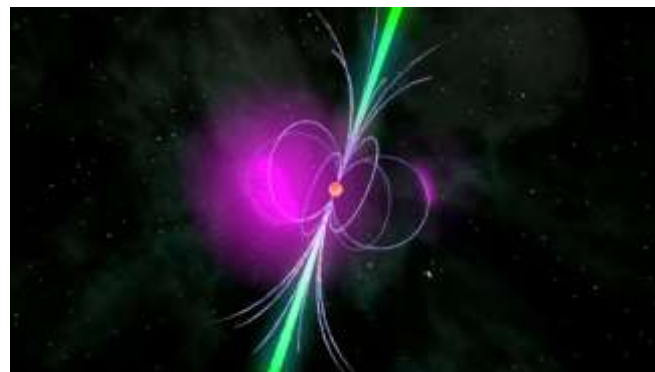
"El mayor desafío metodológico fue hacer que los óvulos fueran accesibles para los métodos de imagen que utilizamos: microscopía óptica de alta resolución y criotomografía electrónica (crio-ET). Este último permite examinar las estructuras moleculares del óvulo en 3D en condiciones casi naturales. Esto no era posible hasta ahora", explica la directora de Max Planck. El avance del equipo en este procedimiento se

vio favorecido por un truco probado de la medicina reproductiva.

Para la crio-ET, las células primero deben ser congeladas por choque. Los investigadores aprovecharon el hecho de que las clínicas congelan rutinariamente óvulos humanos para la inseminación artificial para almacenarlos. Para proteger los óvulos durante la congelación, las clínicas utilizan crioprotectores. "Tuvimos la idea de utilizar los mismos crioprotectores para lograr la congelación rápida requerida de los óvulos", informa Rubén Fernández-Busnadiego, del Centro Médico Universitario de Göttingen. "Con esta técnica, podemos examinar las redes citoplasmáticas en el óvulo y comenzar a descifrar su estructura en detalle", agrega Schuh. Los científicos esperan que las nuevas técnicas conduzcan a importantes avances en la investigación de óvulos, así como a nuevos enfoques terapéuticos en el futuro.

Cell, Noviembre 2023; DOI: 10.1016/j.cell.2023.10.003

Con Einstein@Home y Zooniverse, todos pueden identificar púlsares previamente desconocidos desde sus casas



Faro cósmico: Un púlsar de radio es una estrella de neutrones compacta que acelera partículas cargadas a velocidades relativistas en su campo magnético extremadamente fuerte. Las ondas de radio (verde) se emiten en forma de cono por encima de los polos magnéticos. La rotación hace girar los conos de luz de radio a través de la línea de visión del radiotelescopio, lo que hace que el púlsar se encienda periódicamente en los datos.
© NASA/Fermi/Cruz de Wilde

Desde su lanzamiento en 2005, el proyecto Einstein@Home – coordinado por Instituto Max Planck de Física Gravitacional (Instituto Albert Einstein) en Hannover y la Universidad de Wisconsin-Milwaukee - ha estado buscando y encontrando nuevas estrellas de

neutrones y restos compactos de estrellas masivas explotadas incorporando el juicio de los voluntarios y sus capacidades informáticas domésticas. "Conseguir que los voluntarios se involucren más directamente en Einstein@Home y que vean y clasifiquen activamente a los candidatos a púlsares ha sido nuestro plan durante mucho tiempo. Es genial ver que esto se convierte en realidad con este nuevo proyecto Zooniverse", dice Bruce Allen, director de Einstein@Home y director del Instituto Max Planck de Física Gravitacional. Einstein@Home reúne la potencia de cómputo no utilizada en las PC de más de 15.000 voluntarios, lo que lo convierte en uno de los proyectos más grandes de su tipo en el mundo. Desde 2009, Einstein@Home ha analizado datos del radiotelescopio de Arecibo y ha encontrado 31 nuevos púlsares de radio, un tipo especial de estrella de neutrones. Einstein@Home ahora está trabajando junto con Zooniverse. En este exitoso portal web para la ciencia ciudadana, los voluntarios pueden clasificar representaciones gráficas de los resultados de la Einstein@Home con el fin de descubrir más púlsares en los datos de Arecibo.

Las estrellas de neutrones son restos compactos de explosiones de supernovas y consisten en materia extremadamente densa. Tienen unos 25 kilómetros de diámetro y pesan más que nuestro Sol. Debido a sus fuertes campos magnéticos y su rápida rotación, emiten haces de ondas de radio como un faro cósmico. Cuando estos rayos apuntan hacia la Tierra durante la rotación de la estrella de neutrones, se hace visible como un púlsar de radio. Los púlsares son excelentes herramientas astrofísicas que permiten la investigación en varias áreas de la astronomía, como probar la teoría de la relatividad general de Einstein, comprender el comportamiento de la materia extremadamente densa, estudiar el gas delgado entre las estrellas y el campo magnético de nuestra galaxia, y buscar ondas gravitacionales de baja frecuencia.

Hasta la fecha, Einstein@Home ha descubierto 31 púlsares de radio en datos del telescopio de Arecibo, 24 púlsares de radio en datos del Observatorio Parkes en Australia y 39 púlsares emisores de rayos gamma en datos del Observatorio Espacial de Rayos Gamma Fermi de la NASA. El objetivo a largo plazo del proyecto es la detección de ondas gravitacionales continuas de estrellas de neutrones que aún no se han observado.

"Einstein@Home ha analizado más de 150.000 observaciones realizadas por el radiotelescopio de

Arecibo", dice Alexandra Botnariuc del Instituto Max Planck de Física Gravitacional. "¡Esto nos da la gigantesca cifra de 60.000 millones de candidatos a púlsares! Son demasiados para mirar cada uno individualmente, y la mayoría de ellos no son señales astrofísicas reales de todos modos". Desarrolló e implementó un algoritmo para reducir este número mediante la detección de candidatos similares que probablemente sean causados por la misma señal astrofísica, y mediante la identificación de los más parecidos a los púlsares entre ellos.

Para poner la pelota en marcha, el equipo de investigación preparó gráficos de diagnóstico para los 50.000 candidatos a púlsar Einstein@Home más prometedores y estableció un nuevo proyecto de Zooniverse llamado "Pulsar Seekers". "El número de candidatos es tan grande que no es práctico que una sola persona haga el trabajo. Esto hace que el esfuerzo humano colectivo de los participantes de Zooniverse sea invaluable para identificar verdaderos candidatos a púlsares", dice Rahul Sengar, investigador postdoctoral de la Universidad de Wisconsin-Milwaukee que lidera el proyecto Pulsar Seekers.

Los ciudadanos recibirán un tutorial corto y sencillo sobre Zooniverse para enseñarles a distinguir los púlsares reales del ruido. "Si todo va bien, y varios miles de voluntarios de Zooniverse participan en 'Pulsar Seekers', podrán clasificar nuestros primeros 50.000 candidatos a púlsares, separar el trigo de la paja y tal vez encontrar algunos púlsares nuevos y emocionantes, en solo unos días", dice Colin Clark del Instituto Max Planck de Física Gravitacional.

El telescopio espacial Euclid ofrece las primeras imágenes científicas

Euclid, el último telescopio espacial de la Agencia Espacial Europea (ESA), ha publicado sus primeras imágenes en color desde el espacio. Estas imágenes son el resultado de la combinación de datos de sus dos instrumentos: VIS (Instrumento Visible) y NISP (Espectrógrafo y Fotómetro de Infrarrojo Cercano), diseñados para capturar la luz visible e infrarroja cercana utilizando detectores de gran área. La tarea más importante de Euclides es llevar a cabo el mapeo tridimensional más detallado del universo, develando así algunos de sus oscuros secretos. Los miembros alemanes del consorcio Euclid, incluidos los Institutos Max Planck de Astronomía y Física Extraterrestre, han desarrollado componentes técnicos clave del

telescopio. También proporcionan servicios logísticos para gestionar los inmensos flujos de datos y garantizar la calidad de los datos publicados.

Los telescopios espaciales anteriores, como el Hubble o el James Webb, se construyeron para examinar áreas muy pequeñas del cielo con gran detalle. Euclid, por su parte, amplía la visión con una calidad de imagen igualmente alta: gracias a su gran óptica, a sus instrumentos sensibles y a su posición fuera de la perturbadora atmósfera terrestre, ofrece imágenes de grandes secciones del cielo en un tiempo de observación relativamente corto, que también son notablemente nítidas y contienen la tenue luz de galaxias lejanas. Con las imágenes publicadas, los miembros del consorcio Euclid demuestran todo el potencial de Euclid utilizando cinco objetos seleccionados. Cada imagen cubre un área un poco más grande que la luna llena. Al final de la misión, aproximadamente 40.000 secciones de imágenes se fusionarán, formando una vasta área de aproximadamente 14.000 grados cuadrados en el cielo. Esto constituye un tercio de todo el cielo, excluyendo nuestra propia galaxia, la Vía Láctea.



La fuerza de Euclides radica en su diversidad: esta pequeña sección del gran plano de la imagen de Euclides muestra un detalle del cúmulo de galaxias de Perseo. Son claramente reconocibles los diversos tipos y formas de galaxias que forman parte del cúmulo en primer plano a una distancia de 240 millones de años luz y una serie de manchas tenues y difusas en el fondo, galaxias cuya luz ha estado viajando durante miles de millones de años antes de que Euclides la fotografiara. © ESA/Euclid/Consortio Euclid/NASA, Procesamiento de imágenes por J.-C. Cuillandre, G. Anselmi; CC BY-SA 3.0 IGO

Las imágenes que se han publicado ahora muestran algo muy claro: cada imagen será un tesoro de nuevos conocimientos sobre la física de estrellas individuales, la Vía Láctea o galaxias distantes. "El telescopio recogerá enormes cantidades de datos y detectará más objetos de lo que antes era posible", dice Maximilian Fabricius, del Instituto Max Planck de Física

Extraterrestre en Garching, cerca de Múnich, y de la Universidad Ludwig Maximilian de Múnich. Knud Jahnke, científico de instrumentos en el Instituto Max Planck de Astronomía en Heidelberg, confirma: "Todos necesitamos adaptarnos a la gran cantidad de información que Euclides proporcionará".

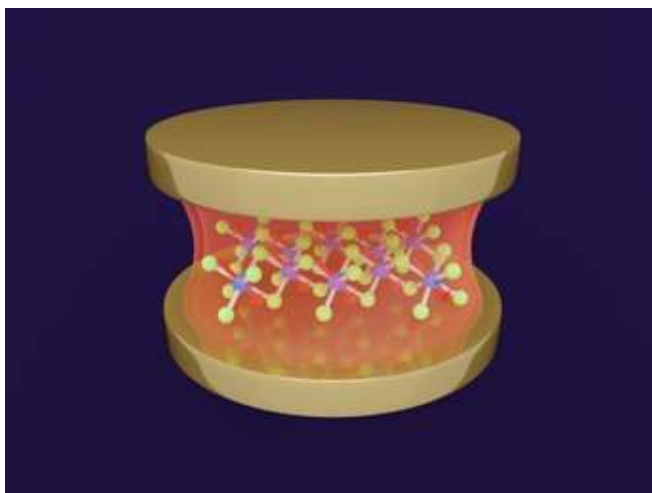
Un ejemplo es el cúmulo de galaxias de Perseo. Estos cúmulos de galaxias se erigen como algunas de las estructuras más grandes y masivas del universo. Sin las redes de materia oscura, las galaxias representadas aquí estarían distribuidas uniformemente por el cielo. "Con el enorme campo de visión de Euclides y su excepcional sensibilidad, las galaxias dentro del cúmulo de galaxias de Perseo se pueden medir hasta sus regiones más externas y débiles", explica Matthias Kluge, científico del Instituto Max Planck de Física Extraterrestre y de la Universidad Ludwig-Maximilians. También hay otras galaxias en la misma imagen que no están conectadas al cúmulo de Perseo. Cuanto más se mire en el universo, más galaxias más antiguas encontrará, dada la velocidad finita a la que viaja la luz, y más galaxias encontrará en varias etapas de desarrollo".

Aproximadamente el 95 por ciento de nuestro universo parece consistir en misteriosos elementos "oscuros", que también juegan un papel en la formación del cúmulo de galaxias de Perseo. Mientras que la materia oscura determina el efecto gravitacional entre y dentro de las galaxias e inicialmente frenó la expansión del universo, la energía oscura está impulsando la actual expansión acelerada del cosmos. Sin embargo, la naturaleza de la materia oscura y la energía oscura sigue siendo difícil de alcanzar. Lo que sí saben los

científicos es que estas sustancias causan alteraciones sutiles en la apariencia y los movimientos de los objetos observables a través de los telescopios. Para detectar la influencia "oscura" en el universo visible, Euclides observará las formas, distancias y movimientos de miles de millones de galaxias a una distancia de hasta 10.000 millones de años luz durante los próximos seis años. Aquí, la información espectral del instrumento infrarrojo NISP se complementa con espectros ópticos de telescopios terrestres, que determinarán con gran precisión las distancias y los movimientos de las galaxias fotografiadas por Euclides y traducirán las fotos bidimensionales de Euclides en el mapa tridimensional más completo del universo visible jamás creado.

Fluctuaciones cuánticas del vacío para cambiar el estado magnético de un material

Un capítulo reciente en la investigación de física de materiales ha sido el uso de luz láser intensa para modificar las propiedades de materiales magnéticos. Configurando cuidadosamente las propiedades de la luz láser, es posible modificar drásticamente la conductividad eléctrica y las propiedades ópticas de distintos materiales. Sin embargo, esto requiere una estimulación continua con láseres de alta intensidad y conlleva algunos problemas prácticos, principalmente que es difícil evitar que el material se caliente. Por ello, existe un gran interés en encontrar formas de obtener un control similar de los materiales mediante la luz, pero sin emplear láseres intensos.



Dentro de la cavidad óptica, las partículas de luz emergen y desaparecen. Estas fluctuaciones pueden cambiar el orden magnético del α -RuCl₃ de un antiferromagnético en zigzag a un ferromagnético.
© J. Harms, MPSD

Ahora, un equipo de científicos del Instituto Max Planck de Estructura y Dinámica de la Materia en Hamburgo, la Universidad de Stanford y la Universidad de Pensilvania, en Alemania el primero y en Estados Unidos las otras dos, han ideado un método muy distinto para cambiar las propiedades magnéticas de un material en una cavidad óptica sin utilizar luz láser. Su estudio demuestra que la cavidad basta por sí sola para hacer que una clase de material antiferromagnético se vuelva ferromagnético.

Concretamente, el equipo, encabezado por Emil Viñas Boström, del Instituto Max Planck de Estructura y Dinámica de la Materia, ha demostrado que, incluso en

una cavidad óptica aparentemente oscura, el α -RuCl₃ (cloruro de rutenio (III)) se ve afectado por modificaciones ínfimas del entorno electromagnético y cambia su estado magnético en consecuencia. Al parecer, se trata de un efecto de la mecánica cuántica, derivado del hecho de que la cavidad vacía (técnicamente sumida en un estado que clasificamos como "vacío") nunca está realmente vacía sino que en ella ocurren fluctuaciones cuánticas que hacen aparecer y desaparecer partículas de luz, lo que a su vez afecta a las propiedades del material.

La cavidad óptica confina el campo electromagnético a un volumen muy pequeño, aumentando así el acoplamiento efectivo entre la luz "fantasma" y el material. El nuevo estudio demuestra que ajustando el escenario para favorecer la aparición de los tipos de fluctuaciones cuánticas deseadas es posible provocar cambios drásticos en las propiedades magnéticas de un material. Al no necesitar excitación luminosa, este método evita, en principio, los problemas asociados a un uso extensivo del láser.

npj Computational Materials; volumen 9, artículo número 202 (2023); DOI: 10.1038/s41524-023-01158-6

Un sofisticado dispositivo utiliza ondas de radio para determinar si los Estados realmente están cumpliendo con los tratados de armas nucleares

Un equipo mixto formado por científicos del Instituto Max Planck de Seguridad y Privacidad de Bochum, la Universidad Ruhr de Bochum, la Escuela de Asuntos Públicos e Internacionales de la Universidad de Princeton, la Universidad de Connecticut, la Universidad de Harvard, PHYSEC GmbH y la Technische Universität Berlin desarrolló un sistema que permite vigilar cambios en arsenales de armas nucleares. Utilizando este sistema, un Estado puede garantizar que no haya cambios en el arsenal de armas nucleares de otro sin una vigilancia permanente in situ. El objetivo principal no es necesariamente vigilar las ojivas activas, es decir, las que están listas para su uso, sino más bien garantizar que la proporción mucho mayor de ojivas inactivas permanezca inactiva.

"Nuestro sistema utiliza dos antenas para registrar una huella digital de radio de la habitación", explica el Dr. Johannes Tobisch.

Una de las antenas emite una señal de radio que se refleja en las paredes y objetos de la habitación. La otra antena registra la señal reflejada. La señal grabada es característica: si los objetos se movieran mínimamente, esto cambiaría notablemente la huella de la radio. De este modo, se pueden detectar de forma fiable cambios importantes, como la retirada de una ojiva nuclear almacenada.



Para garantizar la seguridad suficiente, se necesitan varios espejos. Los investigadores utilizaron 20 de ellos para sus experimentos. © RUB, Marquard

Sin embargo, este método solo puede funcionar si un Estado (A) mide la huella digital de radio precisamente en el momento en que el otro Estado (B) lo solicita. Por lo tanto, es necesario evitar que el Estado B registre la huella digital de radio y envíe la grabación en lugar de una señal recién medida. "Sería como si alguien pegara una foto frente a una cámara de vigilancia", ilustra Johannes Tobisch. Por esta razón, inicialmente se instala una configuración con 20 espejos metálicos giratorios en la habitación que se va a monitorear. Estos espejos especiales son capaces de reflejar las ondas de radio de la misma manera que un espejo óptico refleja idealmente la luz en longitudes de onda visibles. Si cambia la posición de los espejos, también cambia la huella digital de la radio. El Estado A registraría las huellas digitales de radio para diferentes posiciones de espejo durante una visita única in situ y las almacenaría en una base de datos secreta. El Estado A podría ahora solicitar a distancia al Estado B que lleve a cabo una medición para una posición específica del espejo utilizando ondas de radio cada hora, por ejemplo, y transmitir la grabación. Si esta firma no coincide con la firma registrada para esta configuración de espejo en particular, debe haber habido un cambio

en la habitación. Este método requiere que ambos estados estén dispuestos a instalar un sistema de este tipo en primer lugar. Y, sin embargo, este procedimiento ofrece dos ventajas decisivas para ambos Estados: la transparencia del procedimiento puede actuar como un incentivo para instalar el equipo en un área sensible como una instalación de almacenamiento de armas nucleares y ya no sería necesaria una vigilancia activa in situ. "El setenta por ciento de las armas nucleares del mundo se mantienen almacenadas como reserva militar o a la espera de ser desmanteladas", subraya el Dr. Sébastien Philippe. "La presencia y el número de tales armas en un sitio dado no se pueden verificar fácilmente a través de imágenes satelitales u otros medios que no pueden ver dentro de las bóvedas de almacenamiento". Debido a las dificultades para vigilarlas, estas 9.000 armas nucleares no se contabilizan en los acuerdos vigentes de control de armas nucleares. "Esta nueva tecnología de verificación aborda este desafío de larga data y contribuye a los futuros esfuerzos diplomáticos que buscarían limitar todos los tipos de armas nucleares", dice Philippe. Para probar la idea, los investigadores instalaron un contenedor con barriles móviles en el campus de la Universidad Ruhr de Bochum, Alemania, que monitorearon utilizando tecnología de ondas de radio. Con esta configuración, demostraron que las huellas digitales de radio podían reproducirse de forma fiable para los ajustes individuales de los espejos. Las diferentes configuraciones de espejo también produjeron una variedad de huellas digitales de radio fácilmente distinguibles. Si los investigadores movían uno de los barriles en el contenedor, unos pocos milímetros de desplazamiento eran suficientes para aparecer en la huella digital de radio. Para que este procedimiento de control sea seguro, debe asegurarse de que el número de configuraciones de espejo posibles sea lo suficientemente alto. De lo contrario, el Estado B podría medir todas las configuraciones posibles y sus firmas radioeléctricas en el tiempo transcurrido entre las solicitudes del Estado A y, a continuación, transmitir la huella digital radioeléctrica apropiada y especialmente grabada cuando se realice una solicitud. Sin embargo, hay tantas posibilidades que este escenario es altamente improbable. Con 20 espejos, cada uno de los cuales tiene ocho posiciones posibles, esto da como resultado 8^{20} configuraciones posibles, un número con 18 ceros.

El equipo también analizó si es posible descifrar cómo las posiciones de los espejos y las huellas digitales de

radio se corresponden entre sí utilizando el aprendizaje automático. De hecho, los algoritmos pueden predecir las huellas digitales de radio si reconocen una serie de posiciones de espejo y las señales de radio correspondientes. Sin embargo, encontrar la conexión lleva más tiempo cuantos más espejos haya en la configuración. "Con 20 espejos, un atacante tardaría ocho semanas en decodificar la función matemática subyacente", señala Johannes Tobisch, y añade: "Gracias a la escalabilidad del sistema, es posible aumentar aún más el factor de seguridad".

Nature Communications volumen 14, artículo 6566 (2023); DOI: 10.1038/s41467-023-42314-2

El ciclo de ayuno y alimentación es crucial para un envejecimiento saludable

Ya se ha demostrado en muchos organismos modelo que una dieta reducida, ya sea a través de la restricción calórica o de períodos de ayuno, tiene un efecto positivo en la salud. Con el fin de encontrar el momento más oportuno para el ayuno, investigadores del IMP de Biología del Envejecimiento en Colonia introdujeron intervenciones de ayuno a diferentes edades de los killis – una especie de peces que tienen un envejecimiento rápido - y encontraron que estas intervenciones en la vejez no producen los mismos beneficios que en animales más jóvenes.

Los investigadores ayunaron a peces jóvenes y viejos durante unos días o los alimentaron dos veces al día. En sus experimentos con los animales, encontraron que el tejido adiposo visceral (grasa) de los peces viejos se volvió menos sensible a la alimentación. "Se sabe que el tejido adiposo reacciona con mayor fuerza a las variaciones en la ingesta de alimentos y tiene un papel importante en el metabolismo. Por eso lo analizamos más de cerca", explica Roberto Ripa, autor principal del estudio.

Los investigadores descubrieron que la incapacidad de responder a la fase de alimentación pone el tejido graso de los peces viejos en un estado permanente de ayuno: el metabolismo energético se detiene, la producción de proteínas se reduce y el tejido no se renueva. "Habíamos asumido que los peces viejos no podrían cambiar al ayuno después de alimentarse. Sorprendentemente, fue todo lo contrario, los peces

viejos estaban en un estado de ayuno permanente, incluso mientras comían", dice Adam Antebi, director



Los killis envejecen a cámara rápida. Los colores brillantes de su juventud se desvanecen después de unos pocos meses.

© K. Link/ Instituto Max Planck de Biología del Envejecimiento

del Instituto Max Planck de Biología del Envejecimiento y líder del estudio.

Cuando los investigadores observaron más de cerca cómo el tejido graso de los peces viejos difería del de los jóvenes, se encontraron con una proteína específica llamada AMP quinasa. Esta quinasa es un sensor de energía celular, y está formada por diferentes subunidades, de las cuales la actividad de la subunidad $\gamma 1$ disminuye con la edad. Cuando los científicos aumentaron la actividad de esta subunidad a través de la modificación genética, se contrarrestó el estado de ayuno y los peces viejos estaban más sanos e incluso vivían más tiempo.

Curiosamente, también se encontró un vínculo entre la subunidad $\gamma 1$ y el envejecimiento humano. Se midieron niveles significativamente más bajos de la subunidad particular en muestras de pacientes de edad avanzada. Además, fue posible demostrar en las muestras humanas: cuanto menos frágil es una persona en la vejez, mayor es el nivel de la subunidad $\gamma 1$. "Por supuesto, todavía no sabemos si en los seres humanos la subunidad $\gamma 1$ es realmente responsable de un envejecimiento más saludable. En el siguiente paso, intentaremos encontrar moléculas que activen precisamente esta subunidad e investigar si podemos usarlas para influir positivamente en el envejecimiento", explica Adam Antebi.

Nature Aging; Noviembre 2023; DOI: 10.1038/s43587-023-00521-y

Consecuencias de la ‘acidificación oceánica’ en el Mediterráneo

Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) producidas por la actividad humana han aumentado de forma alarmante en las últimas décadas. Alrededor del 25 % del CO₂ antropogénico ha sido absorbido por los océanos desde la Revolución Industrial, modificando la química del agua y disminuyendo el pH, fenómeno conocido como acidificación de los océanos.

Un estudio, realizado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales de la Universitat Autònoma de Barcelona, la Universidad de St. Andrews (Reino Unido), el Instituto Max Planck de Química de Maguncia y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Barcelona evalúa el impacto de los cambios inducidos por el CO₂ en el mar Mediterráneo sobre los foraminíferos, un grupo concreto de organismos planctónicos calcificadores.

Los investigadores estudiaron registros de los últimos dos mil años en diferentes enclaves del Mediterráneo: el mar de Alborán, frente a la costa de Barcelona y el estrecho de Sicilia. Seleccionaron el Mediterráneo occidental como zona de estudio al tratarse de una región especialmente afectada por la presión antropogénica y el cambio climático.

Debido a su elevada alcalinidad y a la rápida circulación de las masas de agua en la cuenca, las aguas mediterráneas son muy propensas a absorber CO₂ antropogénico, lo que ha provocado un descenso del pH en 0,08 unidades desde la Revolución Industrial, afectando así a la calcificación biogénica del plancton marino.

Los foraminíferos son un tipo común de zooplancton calcificador marino que vive en la parte superior del océano, muy sensible a los cambios climáticos y ambientales. Estos organismos unicelulares construyen un caparazón, de varios cientos de micrómetros de tamaño, que está hecho de carbonato cálcico.

A pesar de la extrema robustez de la concha, esas estructuras de calcita son muy sensibles a los cambios en la química del agua de mar, lo que las convierte en una herramienta ideal para estudiar los impactos a largo plazo de las alteraciones del carbono en los ecosistemas marinos.

“El estudio demuestra que el impacto del CO₂ ya se deja notar en la química de las conchas o caparazones de los organismos calcificadores planctónicos”, explica Sven Pallacks, autor principal del estudio. Esto se refleja en una disminución acelerada del peso de las conchas a lo largo del siglo XX.

El estudio descubrió que la acidificación de los océanos causada por las emisiones antropogénicas es el factor más importante de la disminución de la masa de calcita de los foraminíferos, mientras que el calentamiento de los océanos mitiga potencialmente este efecto. “Se demuestra así la alteración, en toda la cuenca, de la producción de calcita marina bajo el aumento de las concentraciones atmosféricas de CO₂ y la acidificación de las aguas superficiales en el mar Mediterráneo”, explica Patrizia Ziveri, oceanógrafa del ICTA-UAB.

Al reconstruir los registros, evaluaron el impacto de la acidificación sobre la calcificación de los foraminíferos planctónicos. No obstante, los resultados pueden extrapolarse a otros organismos planctónicos calcificadores que viven en las aguas superficiales del Mediterráneo, como los cocolitóforos o los pterópodos, que desempeñan un papel importante en la modulación del CO₂ atmosférico.

Los resultados del estudio indican que la acidificación antropogénica del océano en la superficie del mar Mediterráneo perjudicó la calcificación de los foraminíferos durante el siglo XX. Dado que el plancton calcificador es un componente fundamental tanto en la constitución de la red trófica marina como del ciclo biogeoquímico, la acidificación tendría efectos negativos sobre los servicios que ofrecen los ecosistemas marinos, incluida la regulación del clima, el funcionamiento de los ecosistemas oceánicos y la seguridad alimentaria, lo que pone de relieve una vez más la importancia de la mitigación del cambio climático mediante una reducción drástica de las emisiones de CO₂.

Communications Earth & Environment volumen 4, Artículo 301 (2023); DOI: 10.1038/s43247-023-00947-7

Nueva imagen de los fuertes campos magnéticos de un agujero negro supermasivo

La colaboración Event Horizon Telescope (EHT), con importantes contribuciones del IMP de Radioastronomía en Bonn y el Institut de

Radioastronomie Millimétrique, ha publicado nuevos resultados que describen por primera vez cómo la luz del borde del agujero negro supermasivo M87* gira en espiral mientras escapa de la intensa gravedad del agujero negro. Esta firma, conocida como polarización circular, es consecuencia de la rotación del campo eléctrico en las ondas de radio. A medida que viaja, transporta información sobre el campo magnético y los tipos de partículas energéticas alrededor del agujero negro.

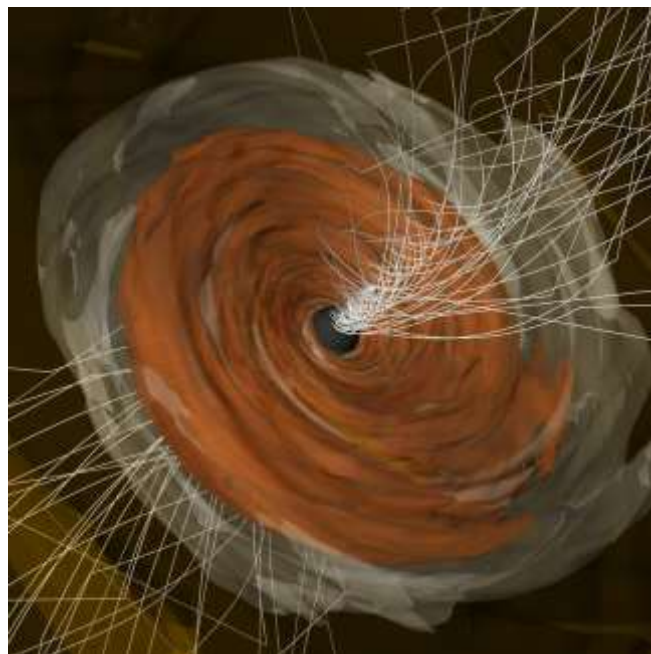
En 2019, el Telescopio del Horizonte de Sucesos (EHT, por sus siglas en inglés) alcanzó un hito al presentar su primera imagen, que muestra un anillo brillante de plasma sobrecalentado del enigmático agujero negro M87. Luego, en 2021, los científicos del EHT dieron a conocer una imagen que mostraba las orientaciones de los campos eléctricos de la luz dentro de la imagen. Este aspecto particular de la imagen, conocido como polarización lineal, sirvió como la primera pista de la presencia de campos magnéticos bien ordenados y fuertes en las proximidades del agujero negro. El conjunto de observación incluye, entre otros, el radiotelescopio APEX en Chile, construido por el MPIfR.

"Sobre esta base, nuestras nuevas mediciones de polarización circular, que revelan la forma en que los campos eléctricos de luz giran en espiral alrededor de la dirección lineal identificada en el análisis de 2021, proporcionan una confirmación aún más convincente de la existencia de estos poderosos campos magnéticos" dice Eduardo Ros, investigador del MPIfR y coautor del trabajo publicado.

"La señal en polarización circular es aproximadamente 100 veces más débil que los datos no polarizados que usamos para hacer la primera imagen de un agujero negro", dice Ioannis Myserlis, astrónomo del Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM). "Encontrar esta señal débil en los datos fue como tratar de escuchar una conversación junto a un martillo neumático. Tuvimos que probar cuidadosamente nuestros métodos para determinar en qué podíamos confiar realmente". Para realizar este cuidadoso análisis, el equipo creó varios métodos nuevos para reconstruir una imagen polarizada a partir de las mediciones escasas y ruidosas del EHT y los probó a fondo. "Probar nuestros diferentes métodos de análisis con datos simulados y entre sí fue fundamental", dice Freek Roelofs, becario postdoctoral en el Centro de Astrofísica Harvard y Smithsonian. En un artículo

complementario Roelofs descubrió que cuando reforzó algunas suposiciones sobre la imagen en su análisis, los datos revelaron una sorprendente diferencia en la luz levógira y diestra a través del anillo que vemos. Sin embargo, otros métodos que hacían suposiciones más débiles no vieron esta diferencia.

El equipo realizó diferentes pruebas con los datos, y todos ellos encontraron evidencia inequívoca de que la luz polarizada circularmente existe cerca del horizonte de sucesos. Maciek Wielgus, investigador del MPIfR y miembro del equipo, dice: "Al final, debido a que las mediciones de polarización circular del EHT eran muy débiles, nuestro equipo aún no pudo obtener una imagen más detallada de la 'lateralidad' de la luz en espiral. En cambio, pudimos determinar que la parte polarizada circularmente o en espiral de la luz solo



Una simulación por ordenador de un disco de plasma alrededor del agujero negro supermasivo en el centro de la galaxia M87. Un nuevo análisis de la luz polarizada circularmente, o en espiral, en las observaciones del EHT muestra que los campos magnéticos cerca del agujero negro son fuertes. Estos campos magnéticos empujan hacia atrás la materia que cae y ayudan a lanzar chorros de materia a velocidades cercanas a la velocidad de la luz.
© George Wong

podía ser una pequeña fracción de la luz total que compone la imagen del agujero negro".

En un estudio reciente, el equipo del EHT utilizó una técnica de medición específica para investigar varias hipótesis sobre la forma y el comportamiento del

plasma y los campos magnéticos que rodean a un agujero negro. Esta investigación incluyó el uso de simulaciones de supercomputadoras de última generación. En particular, las observaciones de polarización circular han proporcionado apoyo adicional a los hallazgos anteriores que sugieren la presencia de poderosos campos magnéticos. Estos campos magnéticos ejercen una fuerza significativa, empujando contra la materia que cae en el agujero negro y facilitando la aparición de robustos chorros de plasma que se extienden lejos de la región central de la galaxia M87.

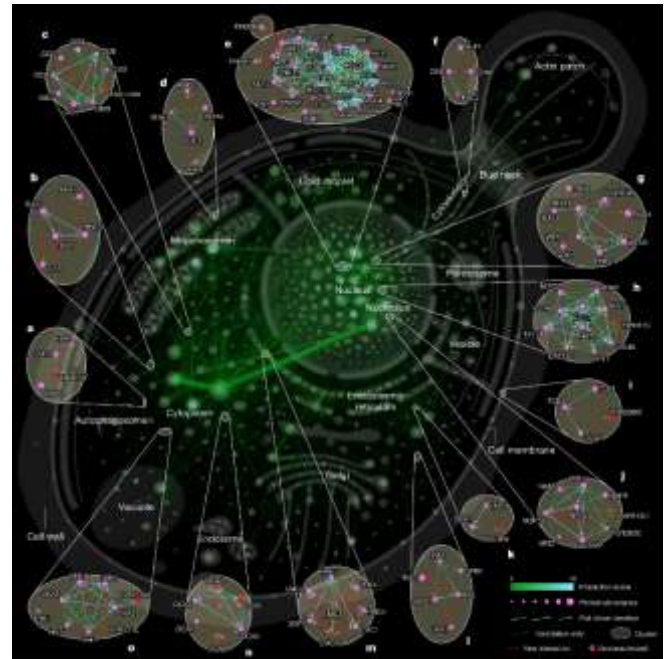
The Astrophysical Journal, 8 de noviembre de 2023, DOI: 10.3847/2041-8213/acff70

Un equipo de investigación mapea toda la arquitectura de la red de proteínas de una célula

Al igual que entre las personas de una sociedad, las conexiones e intercambios que hacen las proteínas son cruciales. Además, estas interacciones determinan, por ejemplo, si nuestras proteínas pueden realizar sus funciones y tareas correctamente y, por lo tanto, si nos mantenemos sanos o no. El equipo de investigación dirigido por el profesor Matthias Mann en el Instituto Max Planck de Bioquímica en Martinsried utilizó un enfoque innovador que permite filtrar nodos individuales de la red e investigar con qué otros nodos interactúan. El método se acrónima como AP-MS y combina la espectrometría de masas con una predicción de afinidad, un método en el que la proteína cuyas relaciones se van a investigar, se extrae del "mar" de todas las proteínas. La afinidad con las proteínas con las que interactúa directamente la proteína objetivo hace que también se extraigan. El espectrómetro de masas puede medir exactamente qué proteínas están involucradas. De esta manera, estas proteínas pueden ser identificadas como compañeras de interacción directa de la proteína objetivo. Al igual que un pescador que selecciona el cebo de acuerdo con su presa preferida, los investigadores marcan la proteína objetivo (cebo) con una pequeña proteína fluorescente (caña de pescar), que a su vez es extraída del proteoma (mar) por el anticuerpo que actúa como pescador, arrastrando a las otras proteínas (peces) con él.

En el estudio actual, los investigadores lograron reducir la gran cantidad de cuatro litros de material celular a solo 1,5 mililitros. Dado que las células vivas tardan una

cierta cantidad de tiempo en crecer en un cultivo celular, el nuevo enfoque de este estudio permite una investigación mucho más rápida y precisa de la red de proteínas en las células. De este modo, el nuevo flujo de trabajo ofrece resultados más detallados y una representación mapeada de la arquitectura de la proteína con menos entrada de células y, por lo tanto, menos tiempo requerido.



Mapa de interacción celular de todas las interacciones significativas. Los conglomerados se resaltan con círculos. Esta red se encuentra disponible en www.yeast-interactome.org, un sitio web totalmente navegable e interactivo.
© Revista Nature

El estudio subraya el papel crucial de la levadura como organismo modelo debido a su comparabilidad con nosotros los humanos. Aunque las levaduras se encuentran entre las formas de vida más simples de la naturaleza, comparten importantes funciones celulares con nosotros. Las interacciones moleculares de las levaduras muestran que la gran mayoría de las proteínas están estrechamente vinculadas, y cada proteína forma un promedio de 16 relaciones, dejándolas separadas por solo unos cuatro "apretones de manos". Por lo tanto, las proteínas parecen actuar tan socialmente como lo hacemos los humanos en nuestra red social. Estas mediciones precisas brindan a los científicos una mejor comprensión de las partículas en diferentes condiciones y pueden llevar a nuevos descubrimientos.

"Para comprender exactamente dónde van mal las cosas en las células enfermas, es esencial comprender cómo interactúan las proteínas entre sí en las células sanas. En nuestro estudio, pudimos descubrir muchas conexiones nuevas entre proteínas que también se encuentran en las células humanas y que están asociadas con enfermedades como el cáncer o la enfermedad de Huntington", explica André Michaelis, primer autor del estudio. Estas investigaciones sobre los compañeros de interacción de las proteínas que son cruciales para nuestra salud también podrían utilizarse para sacar conclusiones sobre posibles nuevos enfoques terapéuticos en el futuro.

Nature (2023). DOI: 10.1038/s41586-023-06739-5

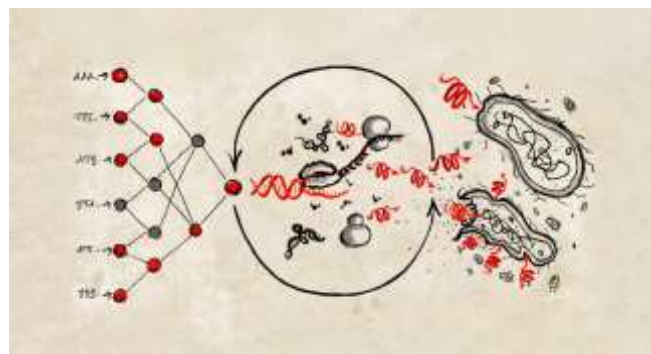
Un nuevo método combina la biología sintética con la inteligencia artificial

Los péptidos bioactivos juegan un papel clave en la salud y la medicina. Actualmente se utilizan más de 80 fármacos basados en péptidos, todos aislados de fuentes naturales. Sin embargo, se estima que la resistencia a los antibióticos causa más de un millón de muertes en todo el mundo cada año. Se espera que esta cifra aumente a diez millones para 2050, lo que crea una necesidad urgente de nuevos métodos para acelerar el desarrollo de nuevos antimicrobianos.

En colaboración con varios laboratorios del Instituto Max Planck de Microbiología Terrestre en Marburgo, la Universidad de Marburgo, el Instituto Max Planck de Biofísica en Frankfurt, el Instituto de Microbiología de la Bundeswehr, el Instituto iLung y el INRAe Francia, un equipo de científicos del Instituto Max Planck dirigido por Tobias Erb ha establecido una nueva línea para el desarrollo de péptidos bioactivos. "En el aprendizaje profundo, una red neuronal, algoritmos inspirados en el cerebro humano, aprende de grandes cantidades de datos. Este tipo de aprendizaje automático es muy prometedor para el descubrimiento de péptidos y el diseño de novo. Sin embargo, suele ir seguido de la síntesis química de péptidos para su validación experimental, lo que es bastante difícil y requiere mucho tiempo y limita gravemente el número de péptidos que se pueden sintetizar químicamente", explica Amir Pandi, autor principal del estudio.

Para superar estas limitaciones, el equipo de investigación estableció una línea de síntesis de proteínas libres de células para la producción rápida y

rentable de péptidos antimicrobianos directamente a partir de plantillas de ADN. El nuevo protocolo proporciona un método rápido, de bajo costo y alto rendimiento para la detección de péptidos antimicrobianos. El equipo utilizó primero el aprendizaje profundo generativo para diseñar miles de péptidos antimicrobianos de novo, y luego el aprendizaje profundo predictivo para reducirlos a 500 candidatos. Entre estos, el cribado con la tubería libre de células identificó 30 péptidos funcionales, que los investigadores caracterizaron aún más a través de simulaciones de dinámica molecular, actividad antimicrobiana y toxicidad.



© MPI f. Microbiología Terrestre/ Bobkova

En particular, seis de los péptidos de novo exhibieron una actividad de amplio espectro contra patógenos multirresistentes y no desarrollaron resistencia bacteriana. "Nos hemos beneficiado enormemente de esta combinación de biología sintética libre de células, inteligencia artificial y un enfoque de alto rendimiento. Al aumentar el número de candidatos que se pueden probar experimentalmente en menos de 24 horas, aumentó la posibilidad de encontrar péptidos antimicrobianos activos", dice Amir Pandi. "Por lo tanto, nuestra línea de síntesis de proteínas libres de células no solo complementa los avances recientes en el diseño computacional. También tiene el potencial de explorar la relación entre el diseño y la función de los péptidos bioactivos de forma más rápida y rentable". Tobias Erb añade: "Este nuevo método en la interfaz de la biología sintética y el aprendizaje automático será de interés para los científicos que trabajan en los campos de la biomedicina y los péptidos bioactivos".

Los próximos pasos incluyen mejorar aún más el rendimiento de la producción de péptidos, así como emplear enfoques de IA y biología sintética para diseñar nuevos péptidos antimicrobianos más

estables, menos tóxicos o agregar un modo de acción específico.

Nature Communications 14, 7197 (2023), DOI 10.1038/s41467-023-42434-9

No hay evidencia de transmisión generalizada de virus por parte de murciélagos africanos

Tanto a la comunidad científica como al público se les ha presentado a menudo representaciones de los murciélagos como portadores de numerosos virus peligrosos que se transmiten a los humanos. En un artículo científico pionero publicado en *Biology Letters*, un equipo internacional de biólogos, virólogos y conservacionistas desafía esta narrativa que rodea a los murciélagos. Contrariamente a las creencias generalizadas, esta revisión exhaustiva de los estudios publicados no encuentra evidencia, fuera de los virus



de Marburgo y Sosuga, de que las especies de murciélagos africanos sirvan como reservorios o huéspedes puente para los virus que se propagan a los humanos y causan enfermedades significativas.

El equipo de investigación, dirigido por Natalie Weber, examinó la literatura disponible, centrándose específicamente en los virus detectados en murciélagos en África. Revisaron meticulosamente 162 artículos publicados entre 1978 y 2020 y, basándose en datos de más de 80.000 murciélagos individuales de 167 especies de murciélagos, no encontraron pruebas sustanciales de que ninguna especie de murciélago, aparte de la especie *Rousettus aegyptiacus*, desempeñe un papel central en la transmisión de virus a los humanos en esta región. "No encontramos evidencia que respalde la narrativa prevaleciente de que los murciélagos albergan virus que se transmiten a los humanos. Por el contrario, nuestros hallazgos

revelan solo dos sistemas de virus de murciélagos en los que la transmisión está claramente documentada", dice Natalie Weber.

La coautora DeeAnn Reeder señala que "los hallazgos resaltan la necesidad de un enfoque más matizado e informado para el discurso público en torno al papel de la vida silvestre en la aparición de enfermedades". Por lo tanto, los autores proponen un esquema para ayudar a la evaluación estandarizada de los huéspedes del virus en el futuro y piden una mayor colaboración interdisciplinaria en los estudios de virus de murciélagos.

Esta revisión también reveló que las identificaciones erróneas de murciélagos y las asignaciones de especies obsoletas eran comunes en los estudios publicados sobre virus. Sin embargo, la identificación de especies es de gran importancia para las investigaciones de seguimiento, especialmente cuando se determina que un murciélago en particular alberga un virus de interés. Además, los murciélagos a menudo se consideran una entidad singular, pero es crucial reconocer la diversidad sustancial dentro de este grupo, que se ha diversificado durante decenas de millones de años; Solo África alberga no menos de 324 especies diferentes de murciélagos. "En lugar de afirmar en términos generales que los murciélagos albergan el virus de Marburgo, es más preciso especificar que la rousette egipcia, una especie específica de murciélago, alberga el virus de Marburgo", dice el coautor Sébastien Puechmaille. "Esta frase preserva la precisión y evita asociar incorrectamente todas las especies de murciélagos con el virus de Marburgo".

A medida que persisten las preocupaciones globales sobre las enfermedades infecciosas emergentes, los investigadores esperan que su trabajo contribuya a una comprensión más precisa de la compleja dinámica entre la vida silvestre, en particular los murciélagos, y la salud humana. Su estudio también plantea preocupaciones sobre el impacto de la comunicación reiterada de la investigación que vincula a los murciélagos y los virus, basada en la falta de evidencia, en la percepción pública de los murciélagos, así como en los conflictos entre humanos y murciélagos y los esfuerzos de conservación de los murciélagos. "El miedo y la persecución activa de los murciélagos están aumentando drásticamente y es probable que las poblaciones estén disminuyendo en toda África", afirma la coautora Dina Dechmann. "La comunicación

cuidadosa y científicamente sólida de los resultados, así como el equilibrio entre los riesgos potenciales y los beneficios, serán cruciales para permitir que los humanos y los murciélagos vivan uno al lado del otro en nuestro mundo cambiante". Las implicaciones de esta investigación se extienden más allá de África, fomentando un enfoque más reflexivo y basado en la evidencia para el estudio de las enfermedades zoonóticas en todo el mundo.

Biology Letters 19 2023; DOI: 10.1098/rsbl.2023.0358

Superconductividad foto inducida en un chip

La manipulación óptica de materiales para producir superconductividad a altas temperaturas es un foco de investigación clave del IMP para la Estructura y la Dinámica de la Materia en Hamburgo (MPSD). Hasta ahora, esta estrategia ha demostrado ser exitosa en varios materiales cuánticos, incluidos los cupratos, k -(ET) $_2$ -X y K3C60. Se ha observado una mayor coherencia eléctrica y resistencia a la desaparición en estudios anteriores sobre los estados impulsados ópticamente en estos materiales.

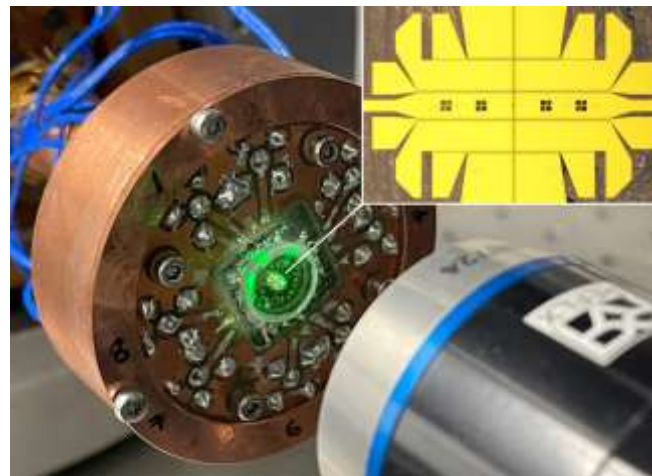
En este estudio, los investigadores del grupo de Andrea Cavalleri, del MPSD, desplegaron espectroscopía no lineal de THz en chip para abrir el ámbito de las mediciones de transporte de picosegundos (un picosegundo es una billonésima parte de un segundo). Conectaron películas delgadas de K3C60 a interruptores fotoconductores con guías de onda coplanares. Usando un pulso láser visible para activar el interruptor, enviaron un fuerte pulso de corriente eléctrica que duró solo un picosegundo a través del material. Después de viajar a través del sólido a aproximadamente la mitad de la velocidad de la luz, el pulso de corriente llegó a otro interruptor que sirvió como detector para revelar información importante, como las firmas eléctricas características de la superconductividad. Al exponer simultáneamente la K3C60 a la luz infrarroja media, los investigadores pudieron observar cambios de corriente no lineales en el material excitado ópticamente.

Este llamado comportamiento de corriente crítica y el efecto Meissner son las dos características clave de los superconductores. Sin embargo, ninguno de los dos se había medido hasta ahora, lo que hace que esta demostración del comportamiento crítico de la

corriente en el sólido excitado sea particularmente significativa.

Además, el equipo descubrió que el estado impulsado ópticamente de K3C60 se asemejaba a la de un llamado superconductor granular, que consistía en islas superconductoras débilmente conectadas.

El IMP se encuentra en una posición única para llevar a cabo tales mediciones en la escala de picosegundos, ya



Configuración de medición, en la que los haces de infrarrojo medio y visible se enfocan en el dispositivo optoelectrónico. © Eryin Wang, MPSD

que la configuración en el chip ha sido diseñada y construida internamente. "Desarrollamos una plataforma técnica que es perfecta para sondear fenómenos de transporte no lineal lejos del equilibrio, como los efectos Hall no lineales y anómalos, la reflexión de Andreev y otros", dice la autora principal Eryin Wang, científica del grupo de Cavalleri. Además, la integración de la superconductividad fuera de equilibrio en las plataformas optoelectrónicas puede dar lugar a nuevos dispositivos basados en este efecto.

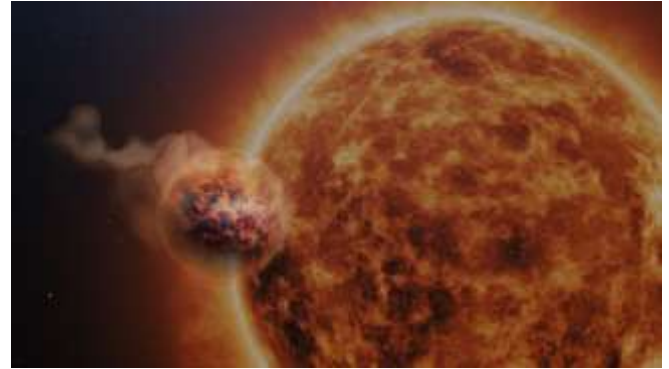
Andrea Cavalleri, fundador y actual director del grupo de investigación, añade: "Este trabajo subraya los avances científicos y tecnológicos en el Instituto, donde se desarrollan constantemente nuevos métodos experimentales para lograr nuevos conocimientos científicos. Hemos estado trabajando en métodos de transporte eléctrico ultrarrápidos durante casi una década y ahora estamos en condiciones de estudiar muchos fenómenos nuevos en materiales que no están en equilibrio y, potencialmente, introducir cambios duraderos en la tecnología".

Observaciones detectan vapor de agua, dióxido de azufre y nubes de arena en la atmósfera de WASP-107b.

WASP-107b es un exoplaneta gaseoso único que orbita una estrella ligeramente más fría y menos masiva que nuestro Sol. La masa del planeta es similar a la de Neptuno, pero su tamaño es mucho mayor, casi acercándose al tamaño de Júpiter. Esta propiedad hace que WASP-107b sea bastante "esponjoso" en comparación con los planetas gigantes gaseosos dentro del Sistema Solar. Permite a los astrónomos mirar aproximadamente 50 veces más profundo en su atmósfera que la profundidad de exploración lograda para un gigante del sistema solar como Júpiter.

Un equipo de astrónomos europeos, codirigido por investigadores del IMP de Astronomía en Heidelberg, aprovechó al máximo la notable esponjosidad de este exoplaneta observándolo con el Instrumento de Infrarrojo Medio (MIRI) a bordo del Telescopio Espacial James Webb (JWST). Esta oportunidad abrió una ventana para mirar profundamente en su atmósfera, desentrañando su compleja composición química. La razón detrás de esto es relativamente sencilla: las señales, o características espectrales, son mucho más prominentes en una atmósfera menos densa en comparación con una más compacta. El reciente estudio revela la presencia de vapor de agua, dióxido de azufre (SO₂), y nubes de silicato, pero en particular, no hay rastro del gas de efecto invernadero metano (CH₄). Estas detecciones proporcionan información crucial sobre la dinámica y la química de este cautivador exoplaneta. En primer lugar, la ausencia de metano insinúa un interior potencialmente cálido, lo que ofrece una visión tentadora del transporte de energía térmica en la atmósfera del planeta. En segundo lugar, el descubrimiento de dióxido de azufre (conocido por el olor de los fósforos quemados) fue una gran sorpresa. Los cálculos anteriores habían predicho su ausencia, pero los nuevos modelos climáticos de la atmósfera de WASP-107b ahora muestran que su naturaleza esponjosa se adapta a la formación de dióxido de azufre. A pesar de que su estrella anfitriona bastante fría emite una fracción relativamente pequeña de fotones de alta energía, pueden llegar a las profundidades de la atmósfera del planeta. Esta circunstancia permite las reacciones químicas necesarias para producir dióxido de azufre.

Pero eso no es todo lo que encontraron. Las características espectrales del dióxido de azufre y el vapor de agua disminuyen significativamente en comparación con lo que serían en un escenario sin nubes. Las nubes de gran altitud oscurecen parcialmente el vapor de agua y el dióxido de azufre en la atmósfera. Si bien se han inferido nubes hechas de diferentes sustancias en otros exoplanetas a través de



Representación artística del exoplaneta WASP-107b y su estrella madre. A pesar de que la estrella anfitriona bastante fría emite una fracción relativamente pequeña de fotones de alta energía, pueden llegar a las profundidades de la atmósfera esponjosa del planeta. © Escuela de Artes LUCA, Bélgica/ Klaas Verpoest; Ciencia: Achrène Dyrek (CEA y Université Paris Cité, Francia), Michiel Min (SRON, Países Bajos), Leen Decin (KU Leuven, Bélgica) / Equipo europeo MIRI EXO GTO / ESA / NASA

medios indirectos, esta es la primera instancia en la que los astrónomos pueden identificar definitivamente su composición química. En este caso, las nubes consisten en pequeñas partículas de silicato, una sustancia familiar que se encuentra en muchas partes del mundo como el componente principal de la arena.

"El JWST está revolucionando la caracterización de exoplanetas, proporcionando información sin precedentes a una velocidad notable", dice el autor principal Leen Decin de KU Leuven. "El descubrimiento de nubes de arena, agua y dióxido de azufre en este exoplaneta esponjoso por el instrumento MIRI del JWST es un hito fundamental. Remodela nuestra comprensión de la formación y evolución planetaria, arrojando nueva luz sobre nuestro propio Sistema Solar".

El coautor Paul Mollière, del IMP de Astronomía, afirma: "No se puede exagerar el valor del JWST: dondequiera que miremos con este telescopio, siempre vemos algo nuevo e inesperado. Este último resultado no es una excepción".

A diferencia de la atmósfera de la Tierra, donde el agua se congela a bajas temperaturas, las partículas de silicato pueden congelarse para formar nubes en planetas gaseosos que alcanzan temperaturas de alrededor de 1000 grados centígrados. Sin embargo, en el caso de WASP-107b, donde la atmósfera exterior se calienta hasta aproximadamente 500 grados Celsius, los modelos tradicionales predijeron que estas nubes de silicato deberían formarse más profundamente dentro de la atmósfera, donde las temperaturas son sustancialmente más altas. Además, las nubes de arena de gran altitud llueven hacia las capas inferiores. ¿Cómo es posible entonces que estas nubes de arena existan a grandes altitudes y continúen perdurando?

"El hecho de que veamos estas nubes de arena en lo alto de la atmósfera debe significar que las gotas de lluvia de arena se evaporan en capas más profundas y muy calientes. El vapor de silicato resultante se eleva de manera eficiente", explica el autor principal Michiel Min, del SRON (Instituto Holandés de Investigación Espacial). "Aquí, se recondensan para formar nubes de silicato una vez más. Esto es similar al ciclo de vapor de agua y nubes de la Tierra, pero con gotas de arena". Este ciclo continuo de sublimación y condensación a través del transporte vertical es responsable de la presencia sostenida de nubes de arena en la atmósfera de WASP-107b.

Nature; 15 de noviembre 2023; DOI: [10.1038/s41586-023-06849-0](https://doi.org/10.1038/s41586-023-06849-0)

El rol de las bacterias en la producción de metano en el océano

El metano, potente gas de efecto invernadero, se escapa constantemente del mar a la atmósfera y contribuye significativamente al calentamiento global. Este gas es producido principalmente por microorganismos ante todo en lugares donde no hay oxígeno. Sin embargo, hace unos años, investigadores demostraron que las bacterias son capaces de la llamada producción aeróbica de metano. Estas bacterias producen metano como producto de desecho durante la adquisición de fósforo, un nutriente que es crucial para la supervivencia y extremadamente raro en el mar. Con la ayuda de enzimas especiales, las bacterias pueden liberar fósforo de compuestos orgánicos, como el metilfosfonato. Es importante destacar que estas

enzimas también funcionan en presencia de oxígeno, por ejemplo, en aguas superficiales.

Investigadores del Instituto Max Planck de Microbiología Marina en Bremen presentaron un estudio en el que investigan la producción bacteriana de metano en las aguas superficiales de la isla caribeña de Barbados. Hay mucho oxígeno y poco fósforo en el agua. "Hasta ahora, este proceso solo se ha estudiado en unas pocas regiones, principalmente en el Pacífico", explica el primer autor Jan von Arx. "Ahora lo hemos examinado por primera vez en el Atlántico Norte tropical occidental". Los investigadores muestran que la producción de metano es mayor cerca de la superficie del agua. "Pero también pudimos detectar metano a profundidades de hasta 200 metros, a pesar de que a estas profundidades en realidad hay suficiente fosfato y las bacterias no necesitarían usar metilfosfonato", dice la autora principal Jana Milucka, jefa del Grupo de Investigación de Gases de Efecto Invernadero en el Instituto Max Planck en Bremen. Además, los tipos de bacterias que producen metano a pesar de la presencia de oxígeno también cambian con la profundidad: mientras que la cianobacteria *Trichodesmium*, un productor primario marino bien conocido y extendido, dominaba la producción de metano en la superficie, las llamadas alfa-proteobacterias predominaban a mayores profundidades. Al utilizar la fuente de fósforo metilfosfonato, que de otro modo no estaría disponible, es posible que las bacterias fijen más carbono en el agua superficial que si dependieran solo del fosfato. "Según nuestros cálculos, las bacterias pueden cubrir alrededor de una décima parte de sus necesidades de fósforo a partir del metilfosfonato", dice von Arx. "Esto les permite eliminar cantidades significativas de dióxido de carbono de la atmósfera en esta región. Esto subraya claramente la importancia ecológica de los fosfonatos en el ciclo del carbono de las regiones oceánicas pobres en nutrientes".

Por un lado, los microorganismos capturan dióxido de carbono, pero por otro lado liberan metano, un gas de efecto invernadero mucho más potente. "Nuestro estudio muestra una alta producción de metano en la columna de agua saturada de oxígeno, algo que durante mucho tiempo se consideró imposible, pero que ahora se observa cada vez más", dice Milucka. "Dado que las bacterias involucradas se encuentran en todos los océanos del mundo, el metano producido a partir del metilfosfonato probablemente contribuye

significativamente a la liberación de este gas de efecto invernadero del mar, especialmente en ambientes pobres en fosfato".

Nature Communications; Octubre 2023; DOI: 10.1038/s41467-023-42304-4

Un algoritmo de supercomputadora de código abierto predice patrones y dinámicas de materiales vivos y permite estudiar su comportamiento en el espacio y tiempo.

Científicos del Instituto Max Planck de Biología Celular y Genética Molecular (MPI-CBG) en Dresden, en colaboración con el Centro de Biología de Sistemas Dresden (CSBD) y la Universidad Técnica de Dresden, han logrado avances significativos en la comprensión de la forma y el comportamiento de los materiales vivos a través del desarrollo de un nuevo algoritmo. Este algoritmo, implementado en un código de supercomputadora de código abierto, puede resolver por primera vez las complejas ecuaciones de la teoría de la materia activa en escenarios realistas.

La materia activa se refiere a materiales compuestos por componentes individuales que pueden convertir un combustible químico en fuerzas mecánicas, lo que resulta en flujos coherentes y patrones de movimiento. Estos materiales desempeñan un papel crucial en la mecánica de las células y los tejidos, pero comprender su comportamiento ha sido desafiante debido a la complejidad de las ecuaciones matemáticas involucradas.

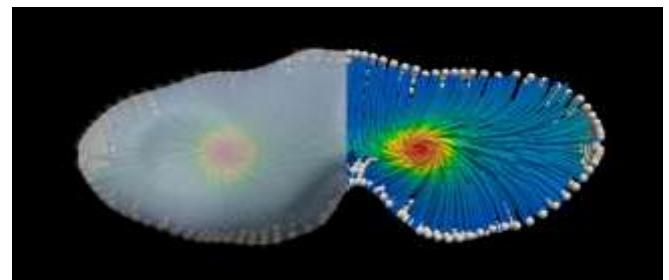
El nuevo algoritmo, desarrollado por científicos del grupo de investigación del profesor Ivo Sbalzarini en la Universidad Técnica de Dresden, permite la resolución precisa de las ecuaciones de la materia activa en tres dimensiones y en espacios de formas complejas. Este avance permite a los científicos comprender y analizar el comportamiento a largo plazo de los materiales activos, tanto en escenarios en movimiento como no en movimiento.

Al predecir el comportamiento de la materia activa, los investigadores pueden obtener información valiosa sobre los mecanismos de crecimiento y enfermedad. Por ejemplo, ahora es posible predecir con precisión la forma de los tejidos y el inicio de la inestabilidad o la desregulación. Este conocimiento tiene amplias

implicaciones para comprender los procesos biológicos y diseñar máquinas biológicas artificiales a nanoescala.

El software que implementa el algoritmo está disponible de forma gratuita a través de la biblioteca de código abierto OpenFPM, desarrollada por el grupo Sbalzarini. Esto democratiza la computación científica a gran escala, reduciendo el tiempo necesario para el desarrollo de código en la investigación científica y mejorando la productividad.

Este avance significativo en la teoría de la materia activa acerca a los científicos un paso más para



Simulación 3D de materia activa en una geometría que se asemeja a una célula en división.
© Singh y cols. *Física de Fluidos* (2023) / MPI-CBG

desvelar el misterio centenario de cómo las células y los tejidos adquieren su forma. Al aprovechar el poder de las supercomputadoras y los algoritmos innovadores, los investigadores ahora pueden explorar y comprender la dinámica de los materiales vivos con mayor detalle.

Physics of Fluids, Octubre 2023, Volumen 35, Número 10; DOI: 10.1063/5.0169546

Una relación universal para púlsares, magnetares y ráfagas de radio potencialmente rápidas

Las estrellas de neutrones son los núcleos colapsados de estrellas masivas, que concentran hasta el doble de la masa del Sol en una esfera de menos de 25 km de diámetro. Como resultado, la materia allí es la más densamente empaquetada en el Universo observable, comprimiendo electrones y protones en neutrones, de ahí el nombre. Más de 3000 estrellas de neutrones pueden ser observadas como púlsares de radio, cuando emiten un haz de radio que es visible como una señal pulsante desde la Tierra, cuando el púlsar giratorio hace brillar su luz hacia nuestros telescopios.

El campo magnético de los púlsares ya es mil billones de veces más fuerte que el campo magnético de la Tierra, pero hay un pequeño grupo de estrellas de neutrones que tienen campos magnéticos incluso 1000 veces más fuerte. Estos son los llamados magnetares. De los cerca de 30 magnetares conocidos, también se ha detectado que seis producen emisiones de radio, al menos ocasionalmente. Se ha sugerido que los magnetares extragalácticos son el origen de las ráfagas rápidas de radio (FRB), y para estudiar este vínculo, los investigadores del Instituto Max Planck de Radioastronomía en Bonn y colegas de la Universidad de Manchester, han inspeccionado los pulsos individuales de los magnetares en detalle y han detectado subestructuras en ellos. Resulta que una estructura de pulso similar también se observó en los púlsares, los púlsares de milisegundos de rotación rápida y en otras fuentes de estrellas de neutrones conocidas como transitorios de radio giratorios.



Representación artística de un magnetar, donde una estrella de neutrones emite luz de radio alimentada por la energía almacenada en el campo magnético ultrafuerte, provocando estallidos que se encuentran entre los eventos más poderosos observados en el Universo. © Michael Kramer / MPIfR

Para su sorpresa, los investigadores descubrieron que la escala de tiempo de los magnetares y la de los otros tipos de estrellas de neutrones siguen la misma relación universal, escalando exactamente con el período de rotación. El hecho de que una estrella de neutrones con un período de rotación de menos de unos pocos milisegundos y otra con un período de casi 100 segundos se comporten como magnetares sugiere que el origen intrínseco de la estructura del subpulso debe ser el mismo para todas las estrellas de neutrones radio-ruidosas. Revela información sobre el proceso de plasma responsable de la emisión de radio en sí, y ofrece un cambio para interpretar una estructura

similar observada en las FRB como el resultado de un período de rotación correspondiente.

"Cuando nos propusimos comparar la emisión de magnetares con la de las FRB, esperábamos similitudes", recuerda Michael Kramer, primer autor del artículo y director de MPIfR. "Lo que no esperábamos es que todas las estrellas de neutrones radio-ruidosas compartieran esta escala universal".

"Esperamos que los magnetares sean alimentados por la energía del campo magnético, mientras que los otros son alimentados por su energía de rotación", complementa Kuo Liu. "Algunos son muy viejos, otros son muy jóvenes, y sin embargo todos parecen seguir esta ley".

Gregory Desvignes describe el experimento: "Observamos los magnetares con el radiotelescopio de 100 metros en Effelsberg y comparamos nuestro resultado también con datos de archivo, ya que los magnetares no emiten emisión de radio todo el tiempo". "Dado que la emisión de radio magnetar no siempre está presente, es necesario ser flexible y reaccionar rápidamente, lo que es posible con telescopios como el de Effelsberg", confirma Ramesh Karuppusamy.

Nature Astronomy, Noviembre 2023; DOI: 10.1038/s41550-023-02125-3

Institutos Max Planck

Como cada mes, les acercamos una presentación de cuatro Institutos Max Planck e información sobre sus colaboraciones con América Latina.

Instituto Max Planck de Biogeoquímica, Jena

El Instituto Max Planck de Biogeoquímica de Jena investiga los ciclos globales de los elementos y los procesos químicos y físicos asociados. El carbono, el oxígeno, el hidrógeno y el nitrógeno son cuatro elementos cruciales para la vida cuyos compuestos son transportados por plantas, animales y microorganismos y distribuidos a través del aire y el agua. El Instituto Max Planck de Biogeoquímica tiene como objetivo comprender mejor el papel de los ecosistemas terrestres en los ciclos biogeoquímicos

globales y estudia los rápidos cambios actuales de dichos ciclos de elementos en el Sistema Tierra, específicamente las conexiones entre los ecosistemas terrestres, la atmósfera y el clima.

Las actividades asociadas con el aumento de la demanda humana de energía, agua y alimentos han alterado fundamentalmente los ciclos biogeoquímicos globales, causando un rápido aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera y, por lo tanto, cambiando el clima de la Tierra. Comprender las implicaciones de estos cambios para el estado futuro del sistema de la Tierra es un desafío científico importante que se necesita con urgencia en vista de las necesidades futuras de recursos de los ecosistemas para mantener poblaciones en crecimiento y niveles de vida humanos.

Los procesos que controlan las interacciones entre el clima, la superficie terrestre y la biogeoquímica abarcan muchos órdenes de magnitud a escala espacial: desde la actividad de las moléculas hasta los cambios en la vegetación visibles desde el espacio. Para controlar todas las interacciones complejas y dar saltos a gran escala, los científicos se basan en modelos conceptuales y computacionales y utilizan el aprendizaje automático para el análisis de datos.

En colaboración con este Instituto funciona, actualmente, el grupo Tandem “Understanding how land management alters C and N cycling in Uruguayan agroecosystems” con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay, a cargo de la Dra. Virginia Pravia Nin.

El Instituto tiene una participación en el [Proyecto ATTO](#) (Amazonian Tall Tower Observatory), una plataforma científica única para la investigación a largo plazo sobre el papel cambiante de los bosques amazónicos en el sistema de la Tierra. La investigación en ATTO busca mejorar la comprensión fundamental de las complejas interacciones físicas, químicas y biológicas entre la mayor extensión de bosque tropical del mundo y la atmósfera.

Este instituto cuenta con dos Escuelas Internacionales de Investigación Max Planck (IMPRS):

[IMPRS de Ciclos Biogeoquímicos](#)

[Más información sobre el Instituto](#)

Instituto Max Planck de Biología de las Infecciones, Berlin

El Instituto Max Planck de Biología de las Infecciones se centra en comprender cómo los microbios causan enfermedades y cómo los huéspedes responden a este desafío. Los investigadores se enfocan en entender las infecciones por virus, bacterias, parásitos, hongos y gusanos por dos razones: por un lado éstas presentan una de las cargas médicas más importantes de la tierra y por el otro, la interacción entre los microbios y su huésped son un motor esencial de la evolución

El instituto reúne a científicos de diversas disciplinas, y la escala de su investigación se extiende a través del nivel atómico, molecular, celular, tisular, orgánico, clínico y, finalmente, social.

Actualmente, funciona el grupo tandem “Mosquito Reproductive Biology” en colaboración con la Universidad de Antioquia en Colombia, liderado por el Dr. Frank Ávila. En el pasado existió, además, el grupo tandem “Mucosal immunology” liderado por la Dra. Pilar Lemos Ortega en la Universidad Nacional de Colombia.

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

[IMPRS de Enfermedades Infecciosas e Inmunobiología](#)

[Más información sobre el Instituto](#)

Instituto Max Planck de Historia del Derecho y Teoría del Derecho, Frankfurt

La investigación del Instituto examina el derecho, su constitución, legitimación, transformación y práctica. Se presta especial atención al posicionamiento de las formas históricas de "derecho" en el contexto de otros órdenes normativos. La creación de un departamento dedicado al desarrollo de una teoría jurídica multidisciplinaria en 2020 amplía sustancialmente el compromiso del Instituto con las cuestiones de teoría jurídica.

En la actualidad, el Instituto puede aprovechar sus más de 50 años de historia. Si bien en el momento en que Helmut Coing creó el Instituto en 1964 se hacía hincapié en la historia del derecho privado en Europa, los directores posteriores - Walter Wilhelm, Dieter

Simon, Michael Stolleis y Marie Theres Fögen - ampliaron gradualmente los campos de actividad a otras áreas de investigación, como la historia del derecho público, el derecho internacional y el derecho penal.

Durante bastante tiempo, se concedió una gran importancia a la evaluación de la legislación y de los principales textos de referencia académica. Hoy en día, sin embargo, la atención se centra principalmente en trabajar con otros materiales de origen relevantes. Mientras que tradicionalmente se hacía hincapié en la historia jurídica de Europa, bajo la dirección de Thomas Duve (desde 2009) y Stefan Vogenauer (desde 2015), el Instituto ha ampliado cada vez más su ámbito de aplicación para incluir también otras regiones. Se emplean perspectivas comparadas, globales e histórico-globales para superar las divisiones analíticas que separan estas regiones, para evaluar críticamente ciertos supuestos fundamentales sobre la historia jurídica y la teoría jurídica europeas y, además, para trazar Europa como una región global desde una perspectiva histórica jurídica.

En colaboración con la Universidad Adolfo Ibañez en Santiago de Chile funciona el grupo partner “A new look at the legal history of indigenous work” liderado por el Dr. David Rex.

[Más información sobre el Instituto](#)