



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

Cooperación con América Latina

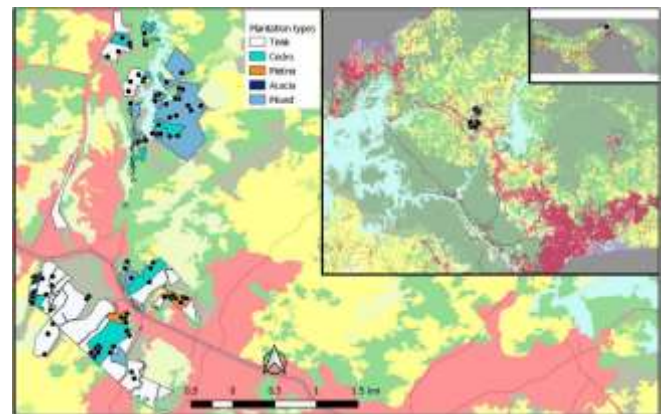
Cámaras trampa exponen la biodiversidad de las plantaciones madereras de Panamá

Un equipo de investigadores del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI por sus siglas en inglés), el Instituto Max Planck de Comportamiento Animal, la Universidad e Investigación de Wageningen y la Universidad de California en Davis colocó cámaras trampa —cámaras con sensores de movimiento— en plantaciones madereras a pequeña escala en el centro de Panamá. Centrada alrededor de Nuevo San Juan, Colón, dentro de la cuenca del Canal de Panamá, el área de estudio presentaba un mosaico diverso de tipos de plantaciones madereras, asentamientos humanos, campos agrícolas y redes de carreteras. Esta región es crítica para mantener la conectividad dentro del Corredor Biológico Mesoamericano, facilitando el movimiento de mamíferos medianos y grandes como jaguares, pumas, coatíes, tapires, osos hormigueros y pecaríes entre el Parque Nacional Soberanía al oeste y el Parque Nacional Chagres al este.

Los investigadores querían averiguar si las especies de mamíferos terrestres, incluidas las de interés para la conservación, utilizaban las plantaciones madereras de la zona, ya sea como hábitats o como corredores para acceder a fragmentos de bosque natural. También querían saber si el tipo de madera plantada tenía algún efecto sobre si los mamíferos utilizaban las plantaciones.

Mientras trabajaba en STRI antes de sus estudios de doctorado en MPI-AB, el autor principal, Claudio Monteza, comenzó el estudio de las cámaras trampa para obtener más información sobre la biodiversidad en los bosques no protegidos.

"La mayoría de los esfuerzos de conservación se centran en las áreas protegidas, por lo que queríamos saber cómo le iba a la vida silvestre en los muchos bosques no protegidos de Panamá", explica el científico panameño.



Mapa que muestra la distribución espacial de las cámaras trampa a lo largo del periodo de estudio, y la posición de la plantación con respecto al paisaje. © DOI: 10.1111/btp.13352

El equipo instaló cámaras trampa en cinco tipos de plantaciones. Cuatro eran monocultivos de los árboles maderables no nativos teca, cedro, melina y acacia; Uno era una mezcla de árboles nativos y no nativos. Las cámaras de 79 sitios recopilaban datos durante un año, lo que representa 3165 días de captura con cámaras.

Sus análisis de las imágenes encontraron que 16 especies de mamíferos terrestres, en su mayoría de tamaño pequeño o mediano y nocturnos, estaban utilizando las plantaciones. Tres de estas especies, el grisón mayor, el jaguarundi y el armadillo de cola desnuda del norte, son particularmente esquivas y los avistamientos son raros incluso en los bosques naturales. Sin embargo, no se detectaron grandes mamíferos de interés para la conservación. Estos resultados proporcionan una visión poco común del estado de la vida silvestre en las plantaciones y revelan su uso potencial como hábitat o corredores para mamíferos más pequeños.

"Está claro que estas plantaciones no tienen los recursos adecuados para sustentar a los grandes mamíferos", dice Monteza. "Recuerdo vívidamente cómo durante un año de trabajo de campo, solo observé agutíes y coatíes. Por lo tanto, fue alentador encontrar 16 especies nativas de mamíferos utilizando la tierra. Aunque estas zonas estén tan impactadas por la actividad humana y lejos de ser bosque protegido".

Sin embargo, no todas las plantaciones sustentan la vida silvestre por igual. Los monocultivos de teca, que representan hasta el 65% de las plantaciones madereras en Panamá, mostraron los registros más bajos de especies en comparación con otros tipos de plantaciones.

En esencia, si bien las plantaciones madereras brindan algunos beneficios de conservación para los mamíferos más pequeños al actuar como corredores y refugios, sus limitaciones para apoyar a los mamíferos de gran tamaño que son motivo de preocupación para la conservación resaltan la importancia de restaurar los hábitats naturales para los esfuerzos integrales de

"Estos resultados son valiosos para las prácticas forestales sostenibles", dice Monteza. "Nos dice qué especies de árboles logran el equilibrio entre el apoyo a la biodiversidad y los medios de vida de los propietarios privados. Espero que los responsables de la toma de decisiones tengan en cuenta a los pequeños propietarios privados de tierras para los planes de gestión".

Bio Tropica, Julio de 2024, Volumen 56, número 4; DOI: 10.1111/btp.13352

Investigación sobre plantas hormiga en la selva peruana: cómo una investigadora doctoral salvó su proyecto de investigación durante la pandemia

La gran curiosidad y el deseo de Andrea Müller de entender cómo funciona el mundo la llevaron a la ciencia. "Me pareció muy emocionante lo que los organismos, y las plantas en particular, pueden hacer y cómo interactúan con su entorno. Quería saber más sobre esto", dice, describiendo su entusiasmo por la investigación. La planta hormiga *Tococa quadrialata*, que crece en una estrecha asociación simbiótica con las hormigas, se convirtió en el tema de su doctorado. Ambas parejas simbióticas, planta y hormiga, se benefician de vivir juntas: mientras que las hormigas defienden a la planta contra los atacantes, la planta proporciona a los pequeños insectos alojamiento y

alimento. Andrea Müller quería averiguar si estas plantas también utilizan sus propias estrategias de defensa independientes de las hormigas, o si estas se han vuelto redundantes debido a la simbiosis con las hormigas. Investigó esta cuestión no solo en el laboratorio, sino también directamente en el lugar donde crecen las plantas de Tococa en su hábitat natural: en la selva de las tierras bajas del Amazonas, en el sureste de Perú. Resolver los problemas logísticos, como transportar nitrógeno líquido para congelar y transportar muestras de plantas desde la selva tropical, fueron los primeros obstáculos que tuvieron que superarse. Sin embargo, la joven investigadora doctoral se enfrentó al mayor reto cuando la pandemia de Covid-19 dio un vuelco repentino a todos los planes: "Acababa de volar de vuelta a Perú cuando el confinamiento hizo imposible todas las actividades de investigación posteriores en el lugar. Ni siquiera pude obtener mis muestras del laboratorio. Esperé seis semanas en Perú para un vuelo de regreso, mientras la investigación estaba fuera de discusión. Lo peor para mí fue que todo mi proyecto de repente estaba al borde del colapso".



Andrea Müller con una planta de tococa.
© privado

Tan pronto como se reabrieron las fronteras en 2021, Andrea Müller, cuya estancia de investigación fue financiada por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), regresó al Perú. Sin embargo, todavía estaba en medio de una pandemia, lo que hizo que su viaje de investigación fuera una verdadera aventura. "El hostel donde normalmente me quedaba estaba cerrado. Los caminos en la selva que conducían a mis plantas estaban desgastados y cubiertos de maleza", recuerda.

Al final, todos los esfuerzos dieron sus frutos: Andrea Müller pudo realizar más experimentos en la selva peruana y demostrar en sus estudios sobre la estrategia de defensa de las plantas de Tococa que las plantas hormiga se benefician doblemente de la simbiosis con las hormigas: a través de la protección ofrecida por las hormigas y a través de los desperdicios de alimentos y excreciones de hormigas, que tienen un efecto positivo en el metabolismo de la planta. A pesar de la simbiosis con las hormigas, que han asumido el papel de guardaespaldas de las plantas, la especie estudiada *Tococa quadrialata* no ha perdido completamente la capacidad de activar sus propios mecanismos de defensa en el curso de la evolución, aunque sean menos eficaces que la protección de las hormigas.

Andrea Müller descubrió que dos sustancias especiales de defensa de las plantas se encuentran con frecuencia en las hojas de las plantas de Tococa que comen las orugas: la fenilacetaldoxima (PAOx) y el glucósido correspondiente (PAOx-Glc). No solo describió por primera vez el hasta entonces desconocido PAOx-Glc y dilucidó su vía biosintética, sino que también pudo demostrar su función biológica como sustancia de defensa, lo que sorprendentemente también ocurre en muchas otras especies de plantas.

El año pasado, Andrea Müller completó con éxito su doctorado. Su tesis sobre los "Aspectos fisiológicos y fitoquímicos del mutualismo hormiga-planta" fue premiada "summa cum laude" y fue galardonada con el Premio Beutenberg Campus a la mejor tesis doctoral. Bajo el lema "Las Ciencias de la Vida se encuentran con la Física", este premio reconoce especialmente el uso y establecimiento de métodos de medición física en las ciencias de la vida. "Andrea desarrolló protocolos sensibles y confiables para la recolección de compuestos orgánicos volátiles en la selva tropical. Para ello, modificó el diseño de la cámara y el flujo de aire de los dispositivos de recogida de olores para mejorar la recuperación de volátiles. También trabajó en un nuevo sistema de detección no invasivo para las reacciones de defensa de las plantas que utiliza sensores fluorescentes específicos de polifenoles de infrarrojo cercano. Esta técnica permite la cuantificación rápida de sustancias de defensa de las plantas y podría ser útil para futuros estudios sobre el análisis de los mecanismos de defensa de las plantas", dice su supervisor Axel Mithöfer, resumiendo el logro científico de Andrea Müller.

Andrea destaca: "Sin todos mis colegas aquí y en Perú, no habría podido hacer todo esto. Mi proyecto es un excelente ejemplo de lo que es posible con una buena cooperación interdisciplinaria e internacional".

Plant Physiology; Volumen 194, Número 1, Enero 2024, DOI: 10.1093/plphys/kiad448

IScience; Volumen 25, número 10, Octubre 2022; DOI: 10.1016/j.isci.2022.105261

Entrevista al Dr. Esteban Vohringer en la Televisión de la Universidad de Concepción

El Dr. Esteban Vohringer, Director del primer Laboratorio asociado a la Sociedad Max Planck en Chile, brindó una entrevista a la Televisión de la Universidad de Concepción en la que relata su relación con la Sociedad Max Planck desde sus inicios en el 2005 cuando realizó su doctorado en el IMP de Química Biofísica hasta la actualidad como Director del Laboratorio que es resultado de una cooperación entre la Universidad de Concepción de Chile, el IMP de Ciencias Multidisciplinarias (ex IMP de Química Biofísica) y el IMP de Microbiología Terrestre.

Además, relata en detalle las actividades del Laboratorio, que se centra en usar simulaciones computacionales para entender cómo la naturaleza es capaz de fijar el CO₂ y transformarlo en biomasa.

[Link a entrevista](#)

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](#)

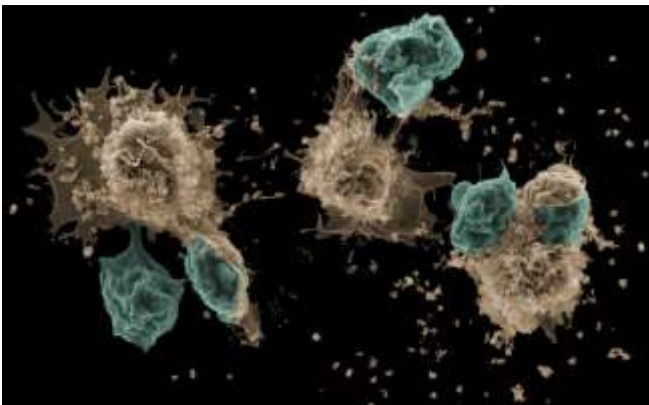
Noticias destacadas de Institutos Max Planck

Los mastocitos atrapan y utilizan neutrófilos vivos durante las reacciones alérgicas

La inflamación es la respuesta del cuerpo a estímulos dañinos, caracterizada por calor, dolor, enrojecimiento, hinchazón y pérdida de la función tisular. Cuando se equilibra, la inflamación protege al cuerpo eliminando los agentes nocivos e iniciando la reparación de los tejidos. Sin embargo, la inflamación excesiva puede causar destrucción de tejidos y enfermedades.

Los actores clave en este proceso son varias células inmunitarias, que trabajan juntas durante la inflamación. El tipo de células inmunitarias implicadas suele variar en función del estímulo perjudicial, lo que influye en el resultado de la respuesta inflamatoria.

Los mastocitos, que residen en los tejidos y son fundamentales para iniciar la inflamación, están llenos de gránulos que contienen sustancias proinflamatorias. Estos gránulos se liberan al encontrarse con peligros potenciales, incluidos los alérgenos, que causan reacciones alérgicas. En muchas personas, los mastocitos también reaccionan a factores ambientales aparentemente inofensivos, que luego actúan como alérgenos y causan alergias



Esta imagen de microscopía electrónica de barrido captura el momento en el que los mastocitos degranuladores (sepia) se atraen y comienzan a incorporar neutrófilos vivos (cian), formando estructuras de célula en célula donde los mastocitos atrapan a los neutrófilos vivos dentro de ellos.
© Marcus Frank y Karoline Schulz,
Universitätsmedizin Rostock, Alemania

Un grupo de investigación del Instituto Max Planck de Inmunobiología y Epigenética en Friburgo utilizó microscopía especializada para visualizar la dinámica en tiempo real de los mastocitos activados y otros tipos de células durante las reacciones alérgicas en tejidos de ratones vivos. Dirigido por Tim Lämmermann, desde octubre de 2023 director del Instituto de Bioquímica Médica de la Universidad de Münster, el equipo descubrió una interacción sorprendente: se encontraron neutrófilos dentro de los mastocitos. "Apenas podíamos creer lo que veíamos: había neutrófilos vivos dentro de mastocitos vivos. Este fenómeno fue completamente inesperado y probablemente no se habría descubierto en experimentos fuera de un organismo vivo y pone de manifiesto el poder de la microscopía intravital", dice Tim Lämmermann.

Los neutrófilos son los defensores de primera línea de nuestro sistema inmunitario, ya que responden rápida y ampliamente a las posibles amenazas. Circulan en la sangre y salen rápidamente de los vasos sanguíneos en los sitios de inflamación. Están bien equipados para combatir invasores como bacterias u hongos engullendo a los invasores, liberando sustancias antimicrobianas o formando trampas en forma de telaraña conocidas como "trampas extracelulares de neutrófilos". Además, los neutrófilos pueden comunicarse entre sí y formar enjambres celulares para combinar sus funciones individuales para la protección del tejido sano. Si bien se sabe mucho sobre el papel de los neutrófilos en las infecciones y lesiones estériles, su papel en la inflamación causada por reacciones alérgicas es menos conocido.

"Rápidamente quedó claro que las células inmunitarias de doble paquete no eran una mera coincidencia. Queríamos entender cómo los mastocitos atrapan a sus colegas y por qué lo hacen", explica Michael Mihlan, primer autor y coautor correspondiente del estudio. Una vez que el equipo pudo imitar el atrapamiento de neutrófilos observado en tejido vivo en cultivo celular, pudieron identificar las vías moleculares involucradas en este proceso. Los investigadores encontraron que los mastocitos liberan leucotrieno B4, una sustancia comúnmente utilizada por los neutrófilos para iniciar su propio comportamiento de enjambre.

Al secretar esta sustancia, los mastocitos atraen a los neutrófilos. Una vez que los neutrófilos están lo suficientemente cerca, los mastocitos los engullen en

una vacuola, formando una estructura de célula en célula a la que los investigadores se refieren como "trampa intracelular de mastocitos". "Es irónico que los neutrófilos, que crean trampas en forma de telaraña hechas de ADN e histonas para capturar microbios durante las infecciones, ahora sean atrapados por los mastocitos en condiciones alérgicas", dice Tim Lämmermann.

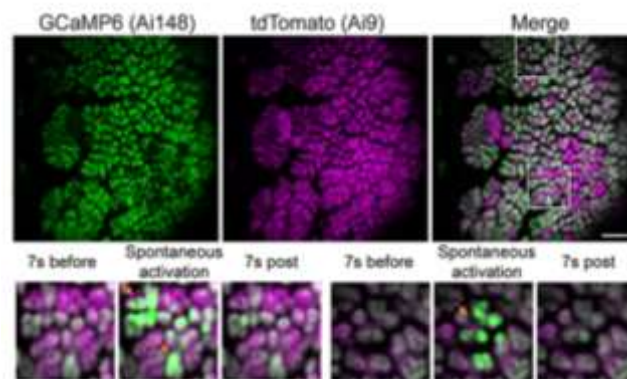
Con la ayuda de un equipo internacional, los investigadores confirmaron la formación de estas trampas en muestras humanas e investigaron el destino de los dos tipos de células involucradas después de la captura. Descubrieron que los neutrófilos atrapados eventualmente mueren y sus restos se almacenan dentro de los mastocitos. "Aquí es donde la historia da un giro inesperado. Los mastocitos pueden reciclar el material de los neutrófilos para estimular su propia función y metabolismo. Además, los mastocitos pueden liberar los componentes de los neutrófilos recién adquiridos de forma retardada, desencadenando respuestas inmunitarias adicionales y ayudando a mantener la inflamación y la defensa inmunitaria", dice Michael Mihlan.

"Esta nueva comprensión de cómo los mastocitos y los neutrófilos trabajan juntos agrega una capa completamente nueva a nuestro conocimiento de las reacciones alérgicas y la inflamación. Demuestra que los mastocitos pueden utilizar los neutrófilos para aumentar sus propias capacidades, un aspecto que podría tener implicaciones para las enfermedades alérgicas crónicas en las que la inflamación se produce repetidamente", dice Tim Lämmermann. Los investigadores ya han comenzado a investigar esta interacción en las enfermedades inflamatorias mediadas por mastocitos en humanos, explorando si este descubrimiento podría conducir a nuevos enfoques para tratar las alergias y las enfermedades inflamatorias.

Cell; 2 de agosto de 2024; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.07.014>

Estrés, desequilibrio en la microbiota intestinal y debilitamiento del sistema inmune

No es sorpresa que el estrés sea un detonante de malestar, pero la pregunta es cómo un cerebro estresado puede ser la fuente de enfermedades relacionadas a este estado.



Las señales vagales controlan el microbioma a través de las glándulas de Brunner. En la imagen se observan transitorios de calcio (GCaMP6) con señales de control inalterables (tdTomato). Barra de escala, 100 µm.
© DOI: 10.1016/j.cell.2024.07.019

Los investigadores son conscientes de la comunicación entre el cerebro y los intestinos. El estrés frecuentemente estimula la liberación de hormonas que ocasionan enfermedades intestinales. A su vez, el intestino puede liberar señales químicas que afectan al cerebro. Para conocer más sobre este contacto, el neurocientífico Ivan de Araujo, del Instituto Max Planck de Cibernética Biológica en Tübingen, Alemania, y sus colegas se centraron en unos pequeños órganos llamados glándulas de Brunner ubicadas en las paredes del intestino delgado. El equipo de De Araujo descubrió que la extirpación de estas glándulas de los ratones provocaba en los animales mayor susceptibilidad a las infecciones, como también a inflamaciones, sustancias tóxicas y células inmunes dañinas para los tejidos.

Al eliminar las glándulas de Brunner en ratones, se eliminan también las bacterias del género *Lactobacillus*, almacenadas en el intestino delgado. Este tipo de bacterias funcionan como "masilla" entre las células las cuales recubren el intestino, manteniendo así la mayor parte del contenido intestinal en su interior mientras le permiten a ciertos nutrientes ingresar al torrente sanguíneo.

Cuando los lactobacilos desaparecen los intestinos se vuelven permeables y se pueden filtrar en la sangre bacterias dañinas. En efecto, el sistema inmunológico ataca a estas moléculas extrañas, causando inflamación y las enfermedades observadas en ratones sin glándulas de Brunner.

Las investigaciones dieron cuenta que las neuronas de las glándulas se conectan a fibras del nervio vago, una vía de comunicación entre el intestino y el cerebro.

Estas fibras se dirigen directamente a la amígdala cerebral la cual está involucrada en la respuesta a las emociones y al estrés. Por lo tanto, someter a los ratones sanos a estrés tuvo el mismo efecto que extirparles las glándulas de Brunner. Los niveles de lactobacillus disminuyeron y la inflamación aumentó, lo cual sugirió que el estrés había inactivado las glándulas. A partir de este estudio, se podrían desarrollar tratamientos para trastornos relacionados al estrés, como la enfermedad inflamatoria intestinal. De Araujo y su grupo están estudiando ahora si el estrés crónico afecta a esta vía en los bebés, que reciben sus lactobacillus a través de la leche materna.

Cell; 8 de agosto de 2024; DOI: 10.1016/j.cell.2024.07.019

Atlas celular del hígado en regeneración

El hígado tiene una notable capacidad de regeneración. Esta propiedad es crucial para mantener la función de los órganos y la recuperación después de una lesión o cirugía. Científicos del Centro Médico de la Universidad de Leipzig, el Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva, la Universidad Técnica de Dresde y la Universidad Politécnica Federal de Zúrich han utilizado muestras clínicas para investigar cómo cambian los tipos de células en el hígado antes y después de la regeneración.

En la práctica clínica, la regeneración hepática se desencadena mediante un procedimiento establecido llamado embolización de la vena porta (EVP). Se utiliza en particular en pacientes con tumores hepáticos u otras enfermedades del órgano para mejorar la función hepática restante después de la extirpación quirúrgica de partes del tejido. Este procedimiento consiste en bloquear la vena porta, que transporta la sangre a ciertos segmentos del hígado. Esto hace que la sangre fluya con más fuerza a través de otros segmentos del órgano. El resultado es el agrandamiento de los segmentos hepáticos bien circulados y la contracción de los segmentos bloqueados.

En el Centro Médico de la Universidad de Leipzig, en casos especiales de cirugía hepática, se inicia la regeneración de un lóbulo hepático antes de una intervención quirúrgica mediante embolización de la vena porta mediante tecnología radiológica. En el presente estudio, se tomaron muestras de tejido de los pacientes después de la EVP. Se analizaron aproximadamente 21.000 células y 9.400 núcleos

celulares. "Al identificar los tipos de células utilizando métodos analíticos avanzados, hemos podido crear un atlas celular del hígado humano sano. Nuestra investigación hace una valiosa contribución al campo de la hepatología para comprender mejor las enfermedades humanas como la fibrosis, la cirrosis y el desarrollo del cáncer de hígado", dice el Dr. Georg

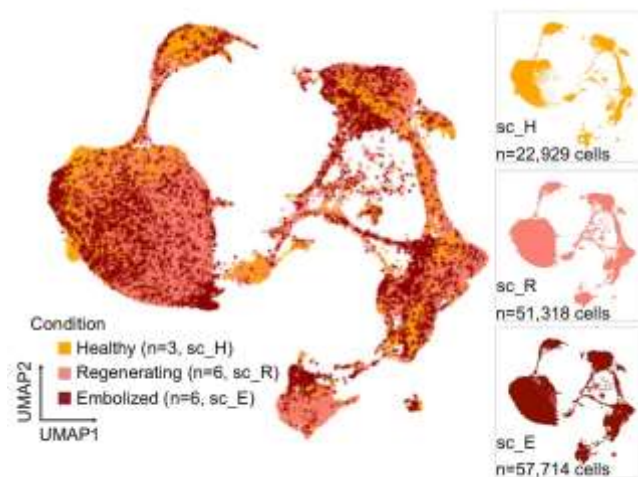


Gráfico UMAP de muestras de hígado fresco sanas (n = 3), en regeneración (n = 6) y embolizadas (n = 6) combinadas, coloreadas por condición. © DOI: 10.1038/s41467-024-49236-7

Damm, autor correspondiente del artículo y jefe de un laboratorio de investigación para cirugía visceral, de trasplantes, torácica y vascular en el Centro Médico de la Universidad de Leipzig.

El atlas celular es una colección de mapas que organizan los tipos de células de un tejido de acuerdo con las diferencias en sus genes activos. La comparación de los mapas de tejido hepático sano y en regeneración muestra una regulación positiva de los genes asociados con los procesos de desarrollo, la adhesión celular y la inflamación en el hígado. Los investigadores también descubrieron que la arquitectura de las unidades estructurales más pequeñas del tejido hepático, que consisten en células epiteliales del hígado, se altera de la vena porta a la vena central, este proceso es crucial para las funciones metabólicas del hígado.

También se observaron cambios en la composición de los subtipos celulares de células vasculares e inmunitarias, lo que sugiere una adaptación compleja y dinámica del tejido hepático. El análisis de la comunicación entre diferentes tipos de células hepáticas en esta investigación muestra que las células

del tejido conectivo forman un centro para la interacción entre las células inmunitarias y vasculares, y destaca la importancia de las proteínas intercelulares en la regeneración del hígado humano.

"Capturar los cambios dinámicos que ocurren en este modelo de regeneración abre nuevas posibilidades para futuras intervenciones terapéuticas. Los nuevos datos proporcionan una rica fuente para estudiar los cambios celulares e histológicos en la regeneración hepática humana. En los estudios de seguimiento, queremos arrojar más luz sobre los mecanismos individuales y validarlos aún más en modelos humanos", dice el profesor Daniel Seehofer, profesor de Cirugía Hepatobiliar y de Trasplantes en la Universidad de Leipzig y jefe del Departamento de Cirugía Visceral, de Trasplantes, Torácica y Vascular del Centro Médico de la Universidad de Leipzig.

Nature Communications, 30 de julio de 2024; DOI: 10.1038/s41467-024-49236-7

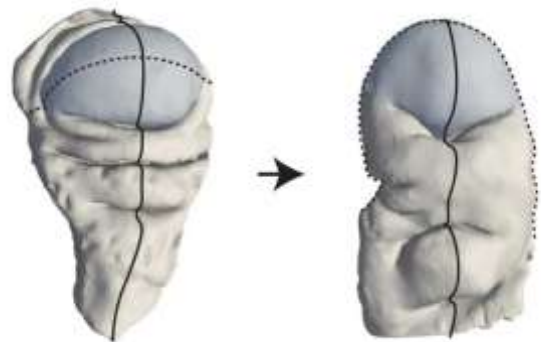
Un nuevo mecanismo para dar forma a los tejidos de los animales

Los tejidos epiteliales son capas de células estrechamente conectadas y constituyen la estructura básica de muchos órganos. Para crear órganos funcionales, los tejidos cambian su forma en tres dimensiones. Si bien se han explorado algunos mecanismos para las formas tridimensionales, no son suficientes para explicar la diversidad de formas de tejidos animales. Por ejemplo, durante un proceso en el desarrollo de una mosca de la fruta llamado eversión del disco del ala, el ala pasa de una sola capa de células a una capa doble. Se desconoce cómo la bolsa del disco del ala sufre este cambio de forma de una cúpula radialmente simétrica a una forma de pliegue curvo.

Los grupos de investigación de Carl Modes, líder del grupo en el IMP de Biología Celular Molecular y Genética (MPI-CBG) en Dresde y el Centro de Biología de Sistemas de Dresde, y Natalie Dye, líder del grupo en Clúster de Excelencia en Física de la Vida y anteriormente afiliado al MPI-CBG, querían averiguar cómo se produce este cambio de forma. "Para explicar este proceso, nos inspiramos en láminas de materiales inanimados 'programables por formas', como hidrogeles delgados, que pueden transformarse en formas tridimensionales a través de tensiones internas cuando se estimulan", explica Natalie Dye, y agrega:

"Estos materiales pueden cambiar su estructura interna a través de la hoja de una manera controlada para crear formas tridimensionales específicas. Este concepto ya nos ha ayudado a entender cómo crecen las plantas. Los tejidos animales, sin embargo, son más dinámicos, con células que cambian de forma, tamaño y posición".

Para ver si la programación de la forma podría ser un mecanismo para comprender el desarrollo animal, los investigadores midieron los cambios en la forma del tejido y el comportamiento de las células durante la eversión del disco del ala de *Drosophila*, cuando la forma de la cúpula se transforma en una forma de pliegue curvo. "Usando un modelo físico, demostramos que los comportamientos colectivos y programados de las células son suficientes para crear los cambios de forma que se ven en la bolsa del disco del ala. Esto significa que no se necesitan fuerzas externas de los tejidos circundantes, y los reordenamientos celulares son el principal impulsor del cambio en la forma de la



Superficie 3D del disco del ala de la mosca de la fruta antes (izquierda) y después (derecha) de la eversión. Resaltada en azul está la región de la bolsa, que se transforma de una cúpula radialmente simétrica en un pliegue curvo mediante comportamientos de celda programados por forma. Las líneas discontinuas y punteadas indican los ejes principales utilizados para analizar estos cambios morfológicos.
© Fuhrmann et al., Avances Científicos 2024, MPI-CBG

bolsa", dice Jana Fuhrmann, becaria postdoctoral en el grupo de investigación de Natalie Dye. Para confirmar que las células reorganizadas son la razón principal de la eversión de la bolsa, los investigadores probaron esto reduciendo el movimiento celular, lo que a su vez causó problemas con el proceso de modelado del tejido.

Abhijeet Krishna, estudiante de doctorado en el grupo de Carl Modes en el momento del estudio, explica: "Los nuevos modelos para la programabilidad de la forma que desarrollamos están conectados a diferentes tipos de comportamientos celulares. Estos modelos incluyen efectos uniformes y dependientes de la dirección. Si bien había modelos anteriores para la programabilidad de formas, solo observaban un tipo de efecto a la vez. Nuestros modelos combinan ambos tipos de efectos y los vinculan directamente con los comportamientos de las células".

Natalie Dye y Carl Modes concluyen: "Descubrimos que el estrés interno provocado por los comportamientos activos de las células es lo que da forma a la bolsa del disco del ala de *Drosophila* durante la eversión. Utilizando nuestro nuevo método y un marco teórico derivado de materiales programables por forma, pudimos medir patrones celulares en cualquier superficie de tejido. Estas herramientas nos ayudan a entender cómo el tejido animal transforma su forma y tamaño en tres dimensiones. En general, nuestro trabajo sugiere que las señales mecánicas tempranas ayudan a organizar cómo se comportan las células, lo que luego conduce a cambios en la forma del tejido. Nuestro trabajo ilustra principios que podrían usarse más ampliamente para comprender mejor otros procesos de formación de tejidos".

Science Advances; 9 de agosto de 2024; Volumen 10, Número 32; DOI: 10.1126/sciadv.adp0860

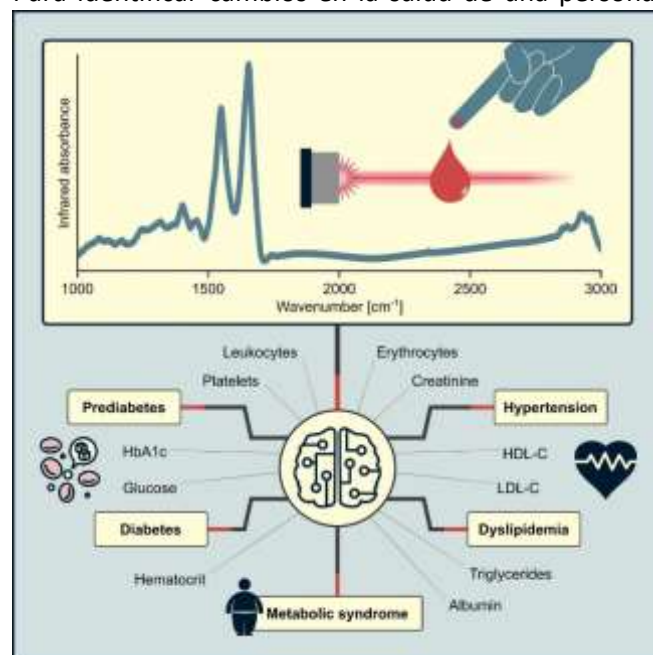
La combinación de medición de luz infrarroja única y aprendizaje automático permiten el diagnóstico de enfermedades comunes

Un equipo del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica en Garching, la Universidad Ludwig Maximilian de Múnich y el Helmholtz Zentrum München ha demostrado en un estudio representativo que las mediciones de luz infrarroja del plasma sanguíneo, cuando se combinan con el aprendizaje automático, pueden utilizarse para detectar diversos trastornos metabólicos, como la diabetes tipo 2 y la presión arterial alta.

El equipo de Mihaela Žigman, directora de un grupo de investigación en el Instituto Max Planck de Óptica Cuántica y la Universidad Ludwig Maximilian ha desarrollado un enfoque integrado para detectar los cambios bioquímicos en el plasma sanguíneo asociados con las diversas enfermedades midiéndolos con luz infrarroja. Si bien la tecnología espectroscópica en sí no

es nueva, lo innovador del estudio es la combinación de la espectroscopia infrarroja con el aprendizaje automático, así como la forma en que se aplicaron estas tecnologías en un estudio poblacional a gran escala. El enfoque se basa en el principio de que la composición bioquímica de la sangre cambia a medida que las personas desarrollan enfermedades. Estos cambios moleculares en la sangre dan lugar a diferencias en el espectro infrarrojo del plasma sanguíneo, creando la llamada huella molecular infrarroja.

Para identificar cambios en la salud de una persona,



Abstracto gráfico de la publicación.
© DOI: 10.1016/j.xcrm.2024.101625

Tarek Eissa, estudiante de doctorado en el Instituto Max Planck de Óptica Cuántica, ha entrenado un algoritmo de aprendizaje automático para reconocer las huellas moleculares infrarrojas correspondientes a ciertas enfermedades como la diabetes tipo 2, la prediabetes, la presión arterial alta y los niveles elevados de lípidos en sangre. Los investigadores también pueden diagnosticar el síndrome metabólico y sus precursores. El síndrome metabólico comprende diferentes cambios en el estado de salud, por ejemplo, presión arterial alta, niveles elevados de lípidos en sangre o resistencia a la insulina, lo que indica el desarrollo de diabetes. Las personas con síndrome metabólico tienen un mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y cáncer de intestino o hígado, por ejemplo.

En un estudio en el que participaron alrededor de 5.200 muestras de sangre de casi 3.200 sujetos de prueba, el equipo del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica, la Universidad Ludwig Maximilian y el Centro Helmholtz de Múnich ha investigado la fiabilidad con la que su método detecta las diversas enfermedades. Para ello, analizaron el plasma sanguíneo de los participantes no solo con luz infrarroja, sino también con los diagnósticos estándar actuales para cada una de las enfermedades. Según el estudio, la diabetes tipo 2 y los niveles elevados de lípidos en sangre se pueden identificar con una precisión de alrededor del 95 por ciento utilizando la huella dactilar infrarroja. El síndrome metabólico fue reconocido por el método con casi un 90 por ciento de probabilidad. En el caso de la hipertensión arterial y la prediabetes, la sensibilidad es de alrededor del 75 por ciento.

Los investigadores analizaron dos muestras de más de 2.000 participantes en el estudio, que habían tomado con seis o siete años de diferencia. De estos, más de 200 desarrollaron síndrome metabólico entre las dos mediciones. Los científicos utilizaron esto para evaluar su algoritmo para predecir si una persona desarrollará síndrome metabólico en los próximos seis años y medio basándose en una muestra de sangre. De hecho, el algoritmo tuvo éxito con una tasa de aciertos del 77 por ciento.

Se necesitan más estudios por parte de grupos de investigación independientes antes de que el método desarrollado por el equipo de Garching y Múnich pueda utilizarse clínicamente. Además, se debe identificar a un socio industrial para desarrollar un dispositivo práctico que integre el espectrómetro con el algoritmo de aprendizaje automático y garantice que cumple con los estrictos criterios de certificación para dispositivos médicos. "Estamos convencidos de que podemos simplificar significativamente el diagnóstico de muchas enfermedades con una huella dactilar infrarroja", dice Mihaela Žigman. "En medicina, hay un gran interés en las herramientas diagnósticas sencillas para el cribado exhaustivo. Sin embargo, nuestro método aún tiene que establecerse en el sector de la salud".

Cell Reports Medicine, Volumen 5, Publicación 7, 16 de julio de 2024; DOI: 10.1016/j.xcrm.2024.101625

Degradación de metano sin oxígeno en lagos

El metano es un potente gas de efecto invernadero que se produce con frecuencia en el mar y en el agua dulce. Los lagos, en particular, liberan grandes cantidades de este gas. Sin embargo, existen microorganismos que contrarrestan esto: son capaces de utilizar el metano para crecer y generar energía, evitando así que se libere a la atmósfera. Estos microorganismos, conocidos como metanótrofos, se consideran un importante "filtro biológico de metano".

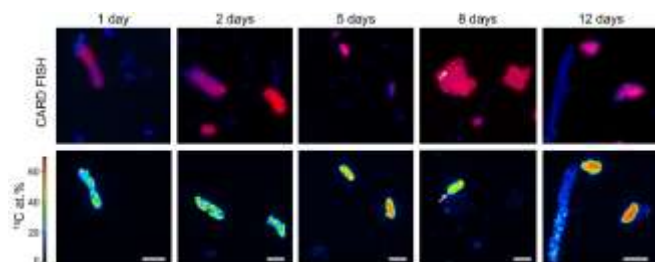
Un estudio realizado por investigadores del Instituto Max Planck de Microbiología Marina en Bremen y el Instituto Suizo Eawag muestra las asombrosas habilidades de algunos de estos organismos y su papel influencia en nuestro clima.

El estudio se realizó en las aguas del lago Zug en Suiza, que tiene casi 200 metros de profundidad y está permanentemente libre de oxígeno desde una profundidad de alrededor de 120 metros. El agua libre de oxígeno contiene las llamadas bacterias aeróbicas oxidantes de metano. Estos, como su nombre lo indica, dependen esencialmente del oxígeno. Hasta ahora no estaba claro si podían descomponer el metano en el agua libre de oxígeno y cómo lo hacían.

Para examinar más de cerca la actividad de estos microorganismos, los investigadores utilizaron moléculas de metano marcadas con átomos de carbono "pesados" (^{13}C en lugar de ^{12}C). Estos se añadieron a las muestras de agua natural del lago que contenían los microorganismos que habitaban. Posteriormente, los científicos siguieron el camino del carbono pesado en las células individuales utilizando instrumentos especiales. Esto les permitió observar cómo las bacterias convierten el metano en dióxido de carbono, que también es un potente gas de efecto invernadero, pero menos dañino para el clima que el metano. Parte del carbono también se incorporó directamente a las células bacterianas. Esto reveló qué células de la comunidad bacteriana estaban activas y cuáles no. Utilizando métodos como la metagenómica y la metatranscriptómica, también investigaron qué vías metabólicas utilizaban las bacterias.

"Nuestros resultados muestran que las bacterias aeróbicas oxidantes de metano permanecen activas también en el agua libre de oxígeno", dice Sina Schorn, quien ahora es investigadora en la Universidad de Gotemburgo. "Sin embargo, esto solo se aplica a un cierto grupo de bacterias aeróbicas oxidantes de

metano, fácilmente reconocibles por sus distintivas células en forma de bastón. Para nuestra sorpresa, estas células eran igualmente activas en condiciones óxicas y anóxicas. Por lo tanto, si medimos tasas más bajas de oxidación de metano en aguas anóxicas, probablemente se deba a que hay menos de estas células especiales en forma de bastón y no porque las bacterias sean menos activas".



CARD FISH (utilizando las sondas My84 y My705) y las correspondientes mediciones nanoSIMS de gamma-MOB que muestran Enriquecimiento de C en condiciones anóxicas durante 12 días de incubación.

La barra de escala representa 3 µm.
© DOI: 10.1038/s41467-024-49602-5

Los investigadores de Max Planck se encontraron con otra sorpresa cuando observaron más de cerca las capacidades metabólicas de este grupo de bacterias. "Basándonos en los genes presentes, pudimos determinar cómo responden las bacterias cuando el oxígeno escasea", explica Jana Milucka, jefa del Grupo de Investigación de Gases de Efecto Invernadero en el Instituto Max Planck en Bremen. "Encontramos genes que se utilizan para un tipo especial de fermentación basada en metano". Si bien este proceso ya se había demostrado en el laboratorio para cultivos aeróbicos de bacterias oxidantes de metano, aún no se había estudiado en el medio ambiente. Los investigadores también descubrieron varios genes para la desnitrificación, que probablemente permiten a las bacterias usar nitrato en lugar de oxígeno para generar energía.

El proceso de fermentación, en particular, es interesante. "Si las bacterias aeróbicas oxidantes de metano realizan la fermentación, es probable que liberen sustancias que otras bacterias pueden usar para el crecimiento. Esto significa que el carbono contenido en el metano se retiene en el lago durante un período de tiempo más largo y no llega a la atmósfera. Esto representa un sumidero de carbono metano en entornos anóxicos que normalmente no se tiene en cuenta", dice Milucka.

En este estudio, los investigadores de Bremen explican quién descompone el metano en hábitats sin oxígeno y cómo se produce esta degradación. Muestran que las bacterias oxidantes de metano son sorprendentemente importantes para mantener bajo control la liberación de metano de estos hábitats a la atmósfera. "La oxidación del metano por microorganismos es el único sumidero biológico para el metano. Por lo tanto, su actividad es crucial para controlar las emisiones de metano a la atmósfera y, por lo tanto, para regular el clima global. Nuestros resultados sugieren que harán una contribución significativa a la mitigación de gases de efecto invernadero y al almacenamiento de carbono en el futuro", dice Schorn.

Nature Communications; 21 de junio de 2024; DOI: 10.1038/s41467-024-49602-5

Precisión revolucionaria en optoelectrónica de molécula única

La optoelectrónica a nanoescala es un campo que avanza rápidamente y se centra en el desarrollo de dispositivos electrónicos y fotónicos a escala nanométrica. Estos diminutos dispositivos tienen el potencial de revolucionar la tecnología, haciendo que los componentes sean más rápidos, más pequeños y más eficientes energéticamente. Lograr un control preciso sobre las fotorreacciones a nivel atómico es crucial para miniaturizar y optimizar estos dispositivos. Los plasmones de superficie localizados (LSP), que son ondas de luz generadas en superficies de materiales a nanoescala, han surgido como poderosas herramientas en este dominio, capaces de confinar y mejorar los campos electromagnéticos

Esta investigación pionera, llevada a cabo por científicos del Departamento de Química Física del Instituto Fritz Haber en Berlín se centra en el uso de LSP para lograr el control a nivel atómico de las reacciones químicas. El equipo ha extendido con éxito la funcionalidad de LSP a plataformas de semiconductores. El uso de una punta resonante de plasmón en un microscopio de efecto túnel de barrido a baja temperatura, permitieron la elevación y caída reversible de moléculas orgánicas individuales en una superficie de silicio. El LSP en la punta induce la ruptura y la formación de enlaces químicos específicos entre la molécula y el silicio, lo que da como resultado la conmutación reversible. La velocidad de conmutación se puede ajustar mediante la posición de la punta con una precisión excepcional de hasta 0,01 nanómetros.

Esta manipulación precisa permite cambios reversibles entre dos configuraciones moleculares diferentes.

Un aspecto clave adicional de este avance es la capacidad de ajuste de la función optoelectrónica a través de la modificación molecular a nivel atómico. El equipo confirmó que la fotoconmutación se inhibe para otra molécula orgánica, en la que solo un átomo de oxígeno que no se une al silicio se sustituye por un átomo de nitrógeno. Esta adaptación química es esencial para ajustar las propiedades de los dispositivos optoelectrónicos de molécula única, permitiendo el diseño de componentes con funcionalidades específicas y allanando el camino para sistemas nanooptoelectrónicos más eficientes y adaptables.

Esta investigación aborda un obstáculo crítico en el avance de los dispositivos a nanoescala al ofrecer un método para controlar con precisión la dinámica de reacción de una sola molécula. Además, los hallazgos sugieren que las nanouniones metal-molécula-semiconductor-semiconductor podrían servir como plataformas versátiles para la nanooptoelectrónica de próxima generación. Esto podría permitir un progreso significativo en los campos de los sensores, los diodos emisores de luz y las células fotovoltaicas. La manipulación precisa de moléculas individuales bajo la luz podría tener un impacto significativo en el desarrollo de las tecnologías, proporcionando capacidades más amplias y flexibilidad en el diseño de dispositivos.

Nature Communications; 7 de agosto de 2024; DOI: 10.1038/s41467-024-51000-w

Exploración de la evolución de las normas sociales con una supercomputadora

Los modelos de reciprocidad indirecta describen cómo las normas sociales promueven la cooperación. Esta literatura estipula que las personas cooperan, en parte, para ganar una reputación positiva. Esta reputación positiva, a su vez, puede ser útil en futuras interacciones. De acuerdo con esta lógica, las personas donan a organizaciones benéficas no solo por sus tendencias altruistas. En cambio, también quieren aumentar (o mantener) su estatus social. La relación precisa entre las interacciones cooperativas de las personas y su estatus social depende de la norma social vigente. Algunas comunidades imponen reglas bastante estrictas sobre cómo deben comportarse las personas y cómo se deben evaluar sus acciones. En

contraste, otras comunidades son más tolerantes con respecto a lo que sus miembros deben hacer. Curiosamente, la norma social de una comunidad en sí misma puede estar sujeta a cambios evolutivos. Las normas que resultan beneficiosas, o que pueden aplicarse eficazmente, son comparativamente estables. Se espera que las normas perjudiciales con poco apoyo se extingan.

La dinámica de las normas sociales se puede entender con la caja de herramientas de la teoría de la evolución. Se espera que las normas que tienen más éxito se propaguen, mientras que las normas inferiores desaparecen. Aunque ha habido un gran esfuerzo para entender estas dinámicas cuantitativamente, los modelos existentes han sido bastante restringidos. La mayoría de las veces, solo permiten que las personas elijan entre un puñado de normas posibles. Esta restricción se debe a razones pragmáticas: cuanto más normas sociales se añaden al modelo, más complejo se vuelve resolverlo.

Para abordar este desafío, el grupo de investigación empleó simulaciones por computadora a gran escala. Analizaron la dinámica de reputación entre las 2.080 normas de una clase de complejidad natural, las llamadas "normas de tercer orden". Los resultados son notables. Esta investigación muestra que las normas cooperativas son difíciles de sostener si la población consiste en una sola comunidad bien mezclada. Sin



La supercomputadora Fugaku de RIKEN se utilizó para explorar la evolución de las normas sociales. © RIKEN

embargo, si la población se subdivide en varias comunidades más pequeñas, las normas cooperativas evolucionan más fácilmente. La norma más exitosa en las simulaciones es particularmente simple. Considera la cooperación como universalmente positiva y la desertión como generalmente negativa, excepto

cuando la deserción se utiliza como un medio para disciplinar a otros desertores.

Esta investigación ofrece nuevos conocimientos sobre la compleja interacción entre las normas sociales, su dinámica de reputación inducida y la estructura de la población. Sugiere que la estructura de una población influye significativamente en las normas sociales que prevalecen y en la durabilidad de la cooperación.

El estudio, realizado por el Dr. Yohsuke Murase del Centro RIKEN de Ciencias Computacionales en Japón y el Dr. Christian Hilbe del Instituto Max Planck de Biología Evolutiva en Plön, se publicó recientemente en *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Los hallazgos contribuyen a una comprensión más profunda de la evolución de las normas sociales y su papel en el fomento del comportamiento cooperativo.

PNAS; 8 de agosto de 2024; DOI: [10.1073/pnas.24068851215](https://doi.org/10.1073/pnas.24068851215)

Nuevos combustibles sintéticos pueden utilizarse directamente en los vehículos actuales

Uno de los principales desafíos en la lucha contra el cambio climático es reducir los gases de efecto invernadero que generan los medios de transporte. Políticos, la industria y científicos están discutiendo el uso de combustibles sintéticos de cero emisiones para los motores de combustión existentes. Una ventaja de los llamados combustibles sintéticos o e-fuels es que pueden producirse a partir de recursos renovables como la electricidad verde, el agua, la biomasa y el dióxido de carbono (CO₂). Si el CO₂ se extrae de la atmósfera terrestre con la ayuda de electricidad renovable, los combustibles sintéticos cierran completamente el ciclo del carbono.

Científicos de la Universidad RWTH Aachen, el Instituto Max Planck para la Conversión de Energía Química en Muelheim y el ETH de Zúrich han propuesto un nuevo combustible en un estudio interdisciplinario y lo han probado para su uso en los motores de combustión actuales. El llamado combustible hidroformilado de Fischer-Tropsch (HyFiT) puede producirse mediante la síntesis de Fischer-Tropsch, un proceso establecido para la producción de gasolina o diésel sintético a partir de monóxido de carbono e hidrógeno. Los investigadores han añadido un paso al proceso para convertir parte de los hidrocarburos producidos

sintéticamente en alcoholes de cadena larga. La mezcla resultante de alcanos y alcoholes está optimizada de manera tal que reduce la emisión de partículas y óxidos de nitrógeno durante la combustión. Se puede utilizar la infraestructura industrial existente para la producción, el almacenamiento y la distribución de los combustibles HyFiT. Al mismo tiempo, el gas de síntesis puede obtenerse de biomasa, CO₂, desechos y energías renovables, de modo que el ciclo del carbono se cierra por completo, lo que permite una producción neutra en CO₂.

"Los resultados de nuestro equipo muestran que los combustibles HyFiT son una opción viable para la transición energética utilizando energía y materias primas renovables con tecnologías de producción que pueden adoptarse de la industria petroquímica actual. Pueden utilizarse en motores actuales, lo que lleva a emisiones de escape muy por debajo de las próximas normativas Euro 7 y muestran un perfil ambiental muy benigno en comparación incluso con las tecnologías basadas en baterías. Este estudio demuestra el potencial del 'diseño de combustibles' para descarbonizar el transporte de mercancías pesadas", dice Walter Leitner, Director en el Instituto Max Planck para la Conversión de Energía Química y Profesor en la Universidad RWTH Aachen, y uno de los autores principales del estudio.

En pruebas experimentales con una furgoneta, los investigadores demostraron que el combustible HyFiT emite significativamente menos partículas y óxidos de nitrógeno en comparación con el diésel fósil. Los resultados del estudio también muestran que el nuevo combustible es compatible con las normas y componentes actuales, como los sellos de plástico en los motores de hoy en día.

Nature Energy, Julio de 2024; DOI: [10.1038/s41560-024-01581-z](https://doi.org/10.1038/s41560-024-01581-z)

Desarrollan un nuevo método para sintetizar la popular fragancia Ambrox

El escaso producto natural (-)-ambrox, que tradicionalmente se aísla del ámbar gris, una sustancia cerosa del tracto digestivo de los cachalotes, ha sido una de las fragancias más populares del mundo durante mucho tiempo. Afortunadamente, ya no es necesario recolectarlo de las ballenas, sino que se puede obtener a través de la síntesis parcial del (-)-

esclareol, un producto natural que se encuentra en grandes cantidades en cierto tipo de salvia. Pero también el proceso basado en plantas para obtener ambrox requiere múltiples pasos y depende de la disponibilidad de salvia, que está sujeta a fluctuaciones. Ahora, un grupo de investigación dirigido por el profesor Benjamin List, director del Max Planck Institut für Kohlenforschung en Muelheim, ha logrado sintetizar la molécula quiral fragante y altamente compleja en el laboratorio.

"En biología, las ciclaciones de polienos son reacciones complejas que convierten materiales de partida simples en estructuras moleculares complicadas, en un solo paso", explica Mathias Turberg, uno de los estudiantes de doctorado del profesor List y uno de los autores principales de la publicación. "Nos inspiramos en la naturaleza, también queríamos proporcionar un método para sintetizar moléculas complejas a partir de materiales de partida bastante simples". Su colega, el Dr. Na Luo, investigador postdoctoral en el grupo del Prof. List y autor principal del artículo, continúa: "Imitar a la naturaleza en el laboratorio es un desafío importante pero atractivo para los químicos". El propio Ben List dice que esta reacción es "una provocación por naturaleza para nosotros los químicos", ya que la naturaleza con sus grandes enzimas puede guiar al polieno para que se pliegue y produzca fácilmente el isómero deseado.



El fragante Ambrox se obtenía clásicamente de los cachalotes. Afortunadamente, ya no es necesario dañar a los animales: existen métodos sintéticos para hacerse con el popular olor.
 ©: Gabriel Barathieu / Collage: Benjamin List

Para el método del grupo List, el bloque de construcción renovable C15 nerolidol, que se encuentra en muchas fuentes vegetales y también se puede sintetizar a escala técnica, constituye el material de partida. En una colaboración con la empresa química BASF, el nerolidol se convierte de un C15 en el

bloque de construcción C16 homofarnesol, que luego se convierte selectivamente en (-)-ambrox. "Con nuestro catalizador fuertemente ácido y confinado y un disolvente fluorado especial, logramos sintetizar selectivamente el producto natural deseado, uno de los 16 isómeros posibles", dice Na Luo. Si bien el grupo List ha tenido experiencia en este tipo de catalizadores confinados, Na Luo fue responsable de afilar la "herramienta molecular" para esta reacción específica.

Mientras que el catalizador preorganiza el material de partida e inicia la transformación en el producto, el disolvente específico estabiliza los productos intermedios reactivos y sirve, entre otras cosas, como un "impulso" para los catalizadores y, por lo tanto, hace que las cosas sean aún más rápidas. Bastante exitoso: mientras que la reacción biocatalítica de última generación tarda de tres a cuatro días, el nuevo método proporciona el producto durante la noche.

"La clave de la alta selectividad del proceso es la conversión de homofarnesol en (-)-ambrox de forma concertada, que imita las ciclaciones de polienos catalizadas por enzimas", explica Mathias Turberg. Los científicos también pudieron demostrar que su enfoque es fácilmente escalable. Otra ventaja de la síntesis del grupo List es que el catalizador y el disolvente se pueden recuperar y reutilizar para más reacciones. Ambos aspectos son prometedores para posibles aplicaciones industriales futuras.

Nature; 22 de agosto de 2024; DOI: 10.1038/s41586-024-07757-7

Las causas y consecuencias de la reproducción sin machos en las algas pardas

Investigadores del Instituto Max Planck de Biología de Tübingen y la Universidad de Kobe descubrieron poblaciones de algas pardas hembra que se reproducen a partir de gametos no fertilizados y prosperan sin machos.

Los investigadores encontraron varias poblaciones de algas pardas en el mar de la costa de Japón que, sorprendentemente, estaban compuestas exclusivamente por hembras. Estas poblaciones surgieron hace aproximadamente 1 a 2 millones de años y más tarde fueron denominadas "amazonas" debido a su capacidad única para reproducirse solas. El equipo comparó parejas de individuos sexuales y

amazónicas para comprender cómo surgieron las poblaciones amazónicas y cómo prosperan sin machos.

El Dr. Masakazu Hoshino, primer autor del estudio explicó "Es una oportunidad única para comprender las bases moleculares de la transición de la reproducción sexual a la asexual y para comprender cómo las hembras pueden vivir sin machos durante millones de años".

La hembra libera gametos en el agua de mar, que se convierten en hembras adultas idénticas a los padres a través de la partenogénesis (del griego "Parthenos", que significa virgen y "génesis", que significa origen). La partenogénesis es una forma de reproducción asexual en la que un óvulo no fertilizado se convierte en un nuevo individuo. Dado que los gametos femeninos pueden sufrir partenogénesis, mientras que los gametos masculinos normalmente no, es posible que los cambios en el entorno, como las variaciones en la temperatura del agua, hayan llevado a un aumento de la población femenina dominante.

Durante el proceso de asexualidad, las amazonas sufrieron alteraciones sorprendentes, como la pérdida de una feromona específica de la mujer, que atrae a los gametos masculinos.



Sorprendentemente, las poblaciones de algas pardas en el Mar de Japón, conocidas como "Amazonas", consistían exclusivamente en hembras.
© Dr. Masakazu Hoshino

El hecho de que las amazonas estén "menos feminizadas" implica que los rasgos femeninos son costosos y, por lo tanto, se pierden rápidamente cuando no son necesarios: ¿por qué producir una feromona cuando los machos ya no están

presentes? Una existencia asexual es más ventajosa para las amazonas, como lo demuestra la evolución de características novedosas como gametos más grandes, que proporcionan más recursos para el desarrollo partenogenético.

Las algas pardas, parientes lejanos de animales y plantas, desempeñan un papel fundamental en las zonas costeras, proporcionando la base de la vida, al igual que los árboles de un bosque. Este estudio pone de manifiesto lo adaptable que es su forma de vida, lo que les permite prosperar en diversos entornos.

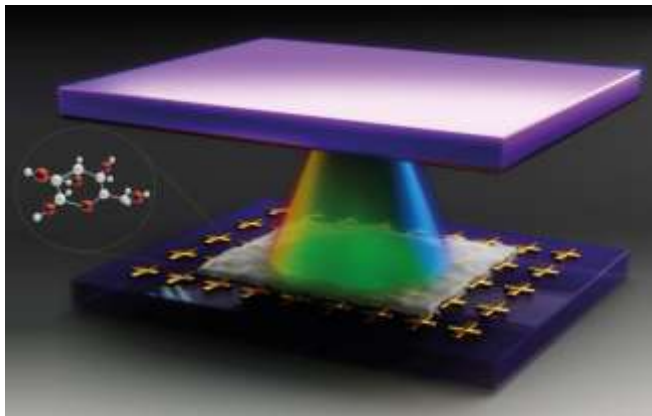
Nature Ecology & Evolution; 16 de Agosto de 2024; DOI: 10.1038/s41559-024-02490-w

Desarrollan un método para confinar la luz dentro de un material orgánico

El equipo colaborativo del grupo experimental "Ultrafast Terahertz Spectroscopy", liderado por el Prof. Jean-Michel Ménard de la Universidad de Ottawa (Canadá), y el grupo de teoría "Cooperative Quantum Phenomena", liderado por el Dr. Claudiu Genes, del Instituto Max Planck para la Ciencia de la Luz en Erlangen (Alemania) diseñaron un espejo bidimensional modelado con elementos metálicos muy finos, conocido como metasuperficie. Esta metasuperficie interactúa eficientemente con la luz en una ventana de frecuencia definida. En la metasuperficie se depositó una fina capa de azúcar, que se acopló fuertemente a ella. Cuando la luz en el rango infrarrojo lejano, a frecuencias de terahercios (THz), queda atrapada en un material orgánico, se acopla con otras moléculas, lo que da como resultado propiedades modificadas. En su enfoque experimental, los investigadores utilizan esta interacción luz-materia para generar un estado cuántico único. Tal estado no está completamente confinado al material, ni al campo de fotones puramente sin masa. Más específicamente, la luz THz puede abordar y modificar directamente las vibraciones de los núcleos moleculares. La capacidad de controlar las vibraciones nucleares, a su vez, abre la posibilidad de dirigir las propiedades físicas y químicas de dichas moléculas.

Los investigadores han desarrollado una innovadora plataforma compuesta dentro de la cual la luz queda doblemente atrapada y permanece estrechamente confinada dentro de ella.

La robusta plataforma plug-and-play ofrece un diseño de metasuperficies metálicas estampadas combinadas con una cavidad fotónica. Potencialmente, permite analizar muchos materiales orgánicos y producir sistemas cuánticos con nuevas propiedades. No se requiere una alineación precisa del dispositivo para atrapar la luz, ya que esta condición crítica se cumple



Esquema de una arquitectura de cavidad híbrida para lograr un acoplamiento eficiente entre luz y materia.
© Alexandra Genes, Diseño de Genes.

principalmente por la geometría del patrón metálico de la metasuperficie. Esta investigación fundamental del diseño para investigar un fuerte acoplamiento luz-materia podría usarse en la práctica para modificar los enlaces vibracionales de las moléculas y potencialmente afectar la velocidad de las reacciones químicas. Este trabajo se demuestra utilizando azúcar, que es un componente vital en las ciencias de la vida y desempeña un papel importante en los procesos biológicos.

Nature Communications; Número 15; 30 de Julio de 2024;
DOI: 10.1038/s41467-024-48764-6

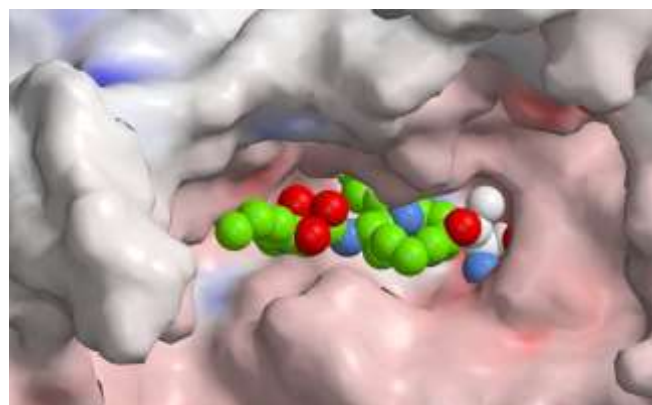
Una punta de flecha híbrida contra los trastornos inmunológicos

Para combatir las bacterias y los virus invasores, el sistema inmunitario debe aprender primero su estructura molecular. Para ello, un complejo enzimático celular conocido como inmunoproteasoma descompone al intruso y presenta su estructura molecular a las células inmunitarias. Si un inmunoproteasoma hiperactivo ataca por error las propias estructuras del cuerpo puede provocar trastornos inmunitarios. Con el fin de regular este proceso, los investigadores han estado buscando inhibidores del inmunoproteasoma durante mucho tiempo. Sin embargo, es importante asegurarse de que

las otras variantes del proteasoma en la célula, como las necesarias para el reciclaje celular y la eliminación de desechos, no se bloqueen también. La selectividad del fármaco es crucial para evitar efectos secundarios.

El grupo de investigación dirigido por el profesor Helge Bode en el Instituto Max Planck de Microbiología Terrestre en Marburgo ha estado trabajando durante años en el diseño de complejos enzimáticos en la mesa de dibujo y el uso de la biología sintética para crear nuevas sustancias naturales. Los posibles candidatos a fármacos para tratar enfermedades inmunitarias, así como a antibióticos o fármacos anticancerígenos, proceden no sólo del grupo de los péptidos (= proteínas), sino también del grupo de los ácidos grasos de cadena larga conocidos como policétidos. Mientras que los péptidos suelen ser producidos por péptidos sintetasas no ribosómicos (NRPS), los policétidos son producidos por policétidos sintetasas (PKS).

Ahora, en colaboración con el Prof. Dr. Michael Groll de la Universidad Técnica de Múnich y el Prof. Dr. Markus Kaiser de la Universidad de Duisburg-Essen, el equipo ha logrado desarrollar un híbrido de péptido-policétido y ensamblarlo en solo unos pocos pasos. "La tecnología XUT que desarrollamos utiliza sitios de acoplamiento ubicados en dominios de tiolación (T). Dado que estos dominios T están presentes tanto en NRPS como en PKS, ambos tipos de enzimas, para los péptidos y para los policétidos, se pueden fusionar", explica Leonard Präve, autor principal del estudio, publicado en línea en la revista Chem.



La ilustración muestra una molécula de sirbactina unida covalentemente al proteasoma, inhibiéndolo.
© Technische Universität München/Groll

La propia naturaleza también produce este tipo de híbridos de NRPS y PKS. Una clase particular de

sustancias, las sirbactinas, se encuentra en bacterias que dañan plantas o insectos, por ejemplo. Al inhibir el proteasoma en estos organismos superiores, las sirbactinas hacen que la célula muera al "obstruir" su sistema de eliminación de desechos. Dado que este efecto es deseable en las células tumorales, las sirbactinas se consideran posibles fármacos contra el cáncer. Aunque ya existen fármacos basados en la inhibición del proteasoma, no ha habido ningún agente específico y, por tanto, de bajos efectos secundarios contra el inmunoproteasoma, ni uno que utilice la sirbactina como punto de partida para el desarrollo de fármacos.

"Con nuestro enfoque, somos capaces de modificar racionalmente las sirbactinas en varios pasos para crear un nuevo inhibidor más selectivo del inmunoproteasoma humano", añade Helge Bode. Aunque el compuesto resultante aún no es lo suficientemente selectivo, ya está señalando el camino para optimizar otras variantes con el fin de reducir los efectos secundarios. En el futuro, estos se generarán en la pantalla del ordenador y en un proceso de alto rendimiento, de modo que se puedan seleccionar las mejores variantes para aplicaciones específicas.

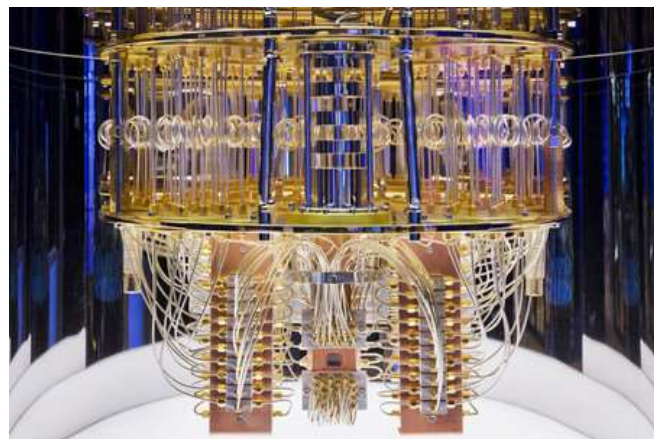
Chem, 15 de agosto de 2024;
DOI:10.1016/j.chempr.2024.07.013

Estándares para la encriptación post-cuántica

En 2016, 69 equipos internacionales presentaron 82 métodos de encriptación que deberían resistir la capacidad de cálculo de los ordenadores cuánticos en una competencia organizada por el NIST para la criptografía futura. Finalmente, en 2022, la agencia estadounidense seleccionó cuatro de estos métodos para su estandarización. El NIST ha publicado ahora estándares para los tres métodos Sphincs+, Crystals-Dilithium y Crystals-Kyber. En ellos, la institución explica los fundamentos criptográficos y su implementación, y también ha formulado pautas para que, por ejemplo, los servicios en línea puedan integrarlos sin problemas en sus aplicaciones, y sobre todo, sin comprometer las medidas de seguridad actuales.

Muchas empresas ya han reconocido la importancia de implementar estos nuevos métodos de encriptación más seguros antes de la publicación de los estándares: la empresa Cloudflare, que ofrece servicios en el

ámbito de la seguridad en Internet, comenzó a implementar el método Crystals-Kyber en 2023. Según sus datos, el nuevo método ya se utilizaba a principios de agosto de 2024 en aproximadamente el 17 por



IBM Quantum System One © IBM

ciento de sus clientes. Otros pioneros en el ámbito de la criptografía post-cuántica incluyen servicios como iMessage (Apple), Google Chrome, Signal y Zoom. Con la publicación de los estándares, se espera que los nuevos métodos se difundan aún más rápidamente a nivel internacional.

Los nuevos métodos criptográficos se han vuelto necesarios porque los ordenadores cuánticos pueden vulnerar los métodos de encriptación que se utilizan hoy en día. Estos métodos se basan en tareas matemáticas complejas, como la factorización de un gran número en sus factores primos, que en ordenadores clásicos requerirían decenas de miles de años y una cantidad inmensa de energía. Los ordenadores cuánticos pueden resolver estas tareas de manera mucho más eficiente y rápida, lo que significa que podrían superar los métodos de encriptación basados en ellas en un tiempo relativamente corto.

Los métodos de criptografía post-cuántica que ahora se han estandarizado fueron desarrollados por grandes equipos internacionales. Peter Schwabe y Eike Kiltz, profesor de la Universidad de Ruhr en Bochum, contribuyeron a Crystals-Dilithium y Crystals-Kyber en el marco del clúster de excelencia de Bochum "Ciberseguridad en la era de los atacantes a gran escala". Además, Peter Schwabe también participó en el desarrollo del método Spincs+. Se espera que el estándar para el cuarto método seleccionado por el NIST, llamado Falcon, se complete más adelante.

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

El Event Horizon Telescope (EHT) combina radiotelescopios de todo el mundo para obtener imágenes de agujeros negros supermasivos y sus alrededores inmediatos. Estos agujeros negros residen en el centro de las galaxias y están sujetos a las condiciones físicas más extremas del Universo. Cuanto mayor sea la resolución angular de un telescopio, más detalles podrá revelar, proporcionando una oportunidad única para mirar lo "desconocido" y probar los modelos e ideas existentes de los agujeros negros y la materia que se tragan.

El EHT en colaboración con el Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array ALMA, ha realizado nuevas observaciones que arrojan la resolución más alta jamás obtenida en astronomía desde la superficie de la Tierra. Lo lograron mediante la detección de luz de galaxias lejanas a una frecuencia de alrededor de 345 GHz, equivalente a una longitud de onda de 0,87 mm. Se estima que pronto podrán hacer imágenes de agujeros negros un 50% más detalladas de lo que era posible antes, lo que hará que las regiones justo fuera del horizonte de eventos de los agujeros negros supermasivos cercanos se enfoquen con mayor nitidez. También serán capaces de producir imágenes de más agujeros negros de los que han fotografiado hasta ahora. Las nuevas detecciones, obtenidas dentro de un primer experimento piloto, se publicaron en *The Astronomical Journal*.

El experimento en cuestión se realizó entre el 18 y el 21 de octubre de 2018, en dos noches, en un momento en que el clima y el contenido de vapor de agua de la atmósfera eran adecuados para VLBI en esta longitud de onda corta. Las observaciones se realizaron con dos grupos de telescopios: un subconjunto oriental compuesto por ALMA, APEX, el GLT, IRAM-30m y NOEMA (una antena). El subconjunto occidental compuesto por ALMA, APEX, el GLT y el Sub-millimeter Array (SMA) en Hawái. Los dos sub-conjuntos observaron en dos noches diferentes conjuntos de fuentes de radio (los llamados blazares), fuentes que fueron seleccionadas para ser lo suficientemente brillantes y compactas. Las señales interferométricas de 5 blazares se detectaron en longitudes de referencia de hasta 9500 km con relaciones señal-ruido de hasta ~70. A 0,87 mm, el EHT completo, con todos los telescopios participando, podría ver detalles tan finos

como 13 microsegundos de arco, lo que equivale a ver la tapa de una botella de jugo de frutas en la Luna desde la Tierra. Esto significa que, a 0,87 mm, el EHT será capaz de crear imágenes en un futuro próximo con una resolución aproximadamente un 50% superior a la de las imágenes M87* y Sgr A* de 1,3 mm publicadas anteriormente, abriendo una nueva ventana de observación para estudiar los agujeros negros.



Ubicación de los observatorios y conjuntos de antenas que participaron en un experimento piloto realizado por la colaboración EHT.
© ESO/M. Kornmesser

El director fundador del EHT, Sheperd Doeleman, astrofísico del CfA y codirector del estudio, añade: "Observar los cambios en el gas circundante en diferentes longitudes de onda nos ayudará a resolver el misterio de cómo los agujeros negros atraen y acretan materia, y cómo pueden lanzar potentes chorros que fluyen a distancias galácticas".

"Con estas nuevas capacidades de observación podemos estudiar las 'sombras' de los agujeros negros con mayor detalle, lo que permite mediciones más precisas de su tamaño y forma, lo que se relaciona directamente con la curvatura del espacio-tiempo cerca del agujero negro", dice Thomas Krichbaum, coautor del IMP de Radioastronomía en Bonn e iniciador de mm-VLBI en APEX hace más de una década. "Además, existe la posibilidad de observar agujeros negros más distantes, más pequeños y más débiles más allá de los dos objetos que la colaboración EHT ha fotografiado hasta ahora», añade. En este contexto, la participación regular de las antenas más sensibles, como ALMA y NOEMA, es muy importante.

Esta es la primera vez que la técnica VLBI se utiliza con éxito a una longitud de onda de 0,87 mm. Si bien la

capacidad de observar el cielo nocturno a 0,87 mm existía antes de las nuevas detecciones, el uso de la técnica VLBI en esta longitud de onda ha presentado durante mucho tiempo desafíos que llevaron tiempo y avances tecnológicos superar. Por ejemplo, el vapor de agua en la atmósfera absorbe las ondas de radio a 0,87 mm mucho más que a 1,3 mm, lo que dificulta que los radiotelescopios reciban señales de agujeros negros en la longitud de onda más corta. La clave fue mejorar la sensibilidad del EHT aumentando el ancho de banda de observación de la instrumentación y esperando el buen tiempo en todos los sitios.

The Astronomical Journal, Volumen 168, Número 3; 27 de agosto 2024; DOI 10.3847/1538-3881/ad5bdb

Institutos Max Planck

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

Instituto Max Planck de Geoantropología, Jena.

Un desafío definitorio de la ciencia del futuro es integrar los hallazgos de diferentes disciplinas sobre los problemas humanos apremiantes del cambio climático, la crisis de la biodiversidad, la sobreexplotación de los recursos naturales y la persistencia sostenible de las comunidades humanas. Es en la intersección de estos problemas donde entra en juego el Instituto Max Planck de Geoantropología. A través de enfoques interpretativos y basados en modelos, el instituto examina las dinámicas y dilemas fundamentales que han provocado las múltiples crisis del "Antropoceno", la época geológica propuesta por la humanidad, y explora sus condiciones mutuas.

Inserta en este marco de referencia más amplio, la geoantropología explora las condiciones concretas creadas por el hombre para la desestabilización progresiva del sistema terrestre, las interacciones sistémicas entre la atmósfera, la hidrosfera, la criosfera y la biosfera con la tecnosfera recién surgida, los posibles elementos de inflexión en este sistema general y, en consecuencia, los límites de la capacidad de carga socioecológica y los tiempos de respuesta socioeconómicos y culturales resultantes.

El instituto lleva a cabo proyectos de investigación interdisciplinarios, por ejemplo, sobre la urbanización planetaria, el sistema alimentario mundial, los flujos mundiales de materiales, energía e información, y la dinámica de los ecosistemas humanos, y tiene como objetivo proporcionar un servicio de síntesis colaborativo en el que se reúnan, modelen e interpreten datos y conocimientos de diversas subdisciplinas, como la investigación climática, la investigación sobre la biodiversidad y las ciencias sociales.

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

[IMPRS para modelar el Antropoceno](#)

Instituto Max Planck de Biología de Infecciones, Berlín

Las infecciones se encuentran entre los desafíos médicos más importantes. Las relaciones entre los microbios y sus huéspedes también son impulsores esenciales de la evolución. En el Instituto Max Planck de Biología de Infecciones, investigadores de diferentes disciplinas buscan respuestas a preguntas fundamentales en biología de infecciones. Los científicos investigan cómo los virus, bacterias, parásitos, hongos y gusanos causan enfermedades y cómo reaccionan sus huéspedes a ellos. La investigación abarca diferentes niveles: átomos, moléculas, células, tejidos y organismos, así como aspectos médicos y sociales.

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

[IMPRS para Enfermedades Infecciosas e Inmunología](#)

Instituto Max Planck de Óptica Cuántica, Garching

La luz puede comportarse como una onda electromagnética o una lluvia de partículas que no tienen masa –fotones- dependiendo de las condiciones en las que se estudie o utilice. La materia, por otro lado, está compuesta de partículas, pero en realidad puede exhibir propiedades ondulatorias, dando lugar a muchos fenómenos asombrosos en el microcosmos.

El IMP De Óptica Cuántica explora la interacción de la luz y los sistemas cuánticos, explotando los dos

regímenes extremos de la dualidad onda-partícula de la luz y la materia.

Los físicos emplean instalaciones complejas que comprenden muchos componentes ópticos, como espejos y lentes, para atrapar y manipular sistemas de partículas cuánticas hasta átomos o moléculas individuales. De este modo, están sentando las bases de los ordenadores cuánticos del futuro, al mismo tiempo que obtienen información sobre nuevos tipos y estados exóticos de la materia cuántica. Al generar destellos de luz ultracortos y de alta intensidad, los científicos pueden observar y controlar el movimiento de los electrones en los átomos. Estos experimentos allanan el camino para una electrónica extremadamente rápida y nuevos tipos de fuentes de radiación para el diagnóstico y la terapia médica.

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

[IMPRS para Ciencia y Tecnología Cuántica](#)

[IMPRS en Ciencia Avanzada de Fotones](#)