

The background consists of a repeating pattern of overlapping semi-circles, creating a scale-like or fish-scale effect. The colors transition from light blue at the top, through green, to yellow and orange at the bottom, following a rainbow spectrum.

FOTCIENCIA10



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

FOTCIENCIA10

10ª edición del Certamen Nacional de Fotografía Científica

www.fotciencia.es

ORGANIZAN

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología
www.fecyt.es

Consejo Superior de Investigaciones Científicas
www.csic.es

JURADO

José Juan Calvino Gámez
Presidente de la Sociedad de Microscopía de España

Antonio Calvo Roy
Presidente de la Asociación Española de Comunicación Científica

Esperanza García Molina
Coordinadora de la Agencia SINC, FECYT

Carmen Guerrero Martínez
Jefa de proyectos de la Vicepresidencia Adjunta de Cultura Científica, CSIC

César López García
Jefe de Unidad del Departamento de Cultura Científica y de la Innovación, FECYT

Jorge López Werner
Jefe del Departamento de Informática e Innovación Tecnológica del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, MECD

Luis Monje Arenas
Director del Gabinete de Dibujo y Fotografía Científica de la Universidad de Alcalá de Henares

Javier Pedreira García
Blogs Microsiervos y Amazings

Fernando Pinto Lucio
Microscopista del Instituto de Ciencias Agrarias, CSIC

Sara Ramo Affonso
Artista audiovisual

Gonzalo Rodríguez Moreno
Director general de Agua Ambiente Servicios Integrales

José María Seguí Simarro
Investigador en el Instituto Universitario de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana de la Universidad Politécnica de Valencia

José Ramón Urquijo Goitia
Vicepresidente de Organización y Relaciones Institucionales del CSIC

CATÁLOGO

DISEÑO underbau
IMPRESIÓN Editorial MIC
NIP0 720-12-075-8
DEPÓSITO LEGAL M-5503-2013

DERECHOS

SOBRE LAS IMÁGENES PREMIADAS
De conformidad con lo previsto en la Ley de Propiedad Intelectual, los autores de las imágenes premiadas, sin perjuicio de los derechos morales que les corresponden, ceden a la FECYT y al CSIC con carácter exclusivo hasta el 31 de diciembre de 2013, y en el ámbito mundial, los derechos de explotación de las imágenes.

Dichos derechos comprenden la explotación de las imágenes premiadas sin fines lucrativos, pudiendo la FECYT y el CSIC libremente y sin contraprestación económica, proceder a su reproducción, distribución, comunicación pública y transformación en cualquier medio, formato o soporte conocidos o no en la actualidad. Transcurrido este periodo los derechos patrimoniales de explotación podrán ser ejercitados por el autor así como por FECYT y CSIC.

SOBRE LAS IMÁGENES NO PREMIADAS

El uso público por terceros de las imágenes participantes en FOTCIENCIA, excepto las premiadas, se ejercita a través de la licencia «Creative Commons 2.5 España», siempre y cuando:

1. Se trate de un uso no comercial.
2. Haya un reconocimiento explícito del nombre del autor y del certamen FOTCIENCIA.
3. Las obras producidas con las imágenes de FOTCIENCIA sólo pueden distribuirse bajo los términos de una licencia idéntica a ésta.

FOTCIENCIA10



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



índice

7

Introducción

14

Obras categoría general

61

Obras categoría micro

117

Dossier

7

Introducción

José Ignacio Fernández Vera

Director General de la

Fundación Española para la Ciencia

y la Tecnología, FECYT

La técnica fotográfica ofrece innumerables posibilidades para mostrarnos los rincones más escondidos de la ciencia. Aquellos fenómenos que el ojo humano no puede percibir los podemos captar a través de un teleobjetivo, un ojo de pez, un gran angular.... Cámara en mano, podemos adentrarnos en lo más pequeño, en lo más lejano y descubrir a escala microscópica imágenes que nos evocan lugares conocidos, viajar a lugares recónditos de la naturaleza y captar fenómenos naturales o el comportamiento animal.

Una visión diferente de la ciencia, enmarcada en instantáneas de gran belleza que despiertan la curiosidad del espectador, es lo que busca FOTCIENCIA, el certamen nacional de fotografía científica que organiza la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología junto al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En 2012 tuvo lugar la décima edición de un concurso que se ha convertido durante estos años en una referencia de cómo acercar la ciencia a la sociedad a través del arte fotográfico.

El presente catálogo solo recoge 49 fotografías, entre las que se encuentran las obras premiadas y otras que han sido seleccionadas por el jurado por su calidad fotográfica y su capacidad de sugestión, así como por la habilidad para conjugar imágenes atractivas con textos divulgativos. Sin embargo, representan una pequeña muestra del total de 766 imágenes que participaron en el concurso. Casi 23.000 personas visitaron la web de FOTCIENCIA durante el mes que estuvo abierto el plazo de votación y, de ellas, casi 4.000 personas se detuvieron para emitir su voto en las categorías general y micro. Estos son los datos de un concurso que despierta cada año más interés. Y para que aquellos que aún no lo conozcan, esta selección de fotografías forma parte de una exposición itinerante que durante 2013 recorrerá diversos museos de toda España.

Nada se escapa a la mirada del fotógrafo: desde una reacción química hasta una radiación, pasando por todo tipo de fenómenos físicos. Jugando con el tiempo de exposición o la apertura del diafragma, podemos mostrar un universo desconocido y apasionante donde la vida y la ciencia suceden día a día fuera del alcance de nuestros ojos. Y el resultado son instantáneas plenas de luz y color que acercan la ciencia estimulando los sentidos y la percepción, creando sensaciones y emociones.

En este catálogo podemos observar desde una peonza girando, donde interactúan distintas fuerzas, hasta imágenes microscópicas del grafeno, pasando por una avispa asiática patrullando frente a un grupo de abejas; imágenes de fibras de carbono que se asemejan a la isla de la Gomera, una hoja de loto o la instantánea de un conjunto de microorganismos que se agrupan en forma de red.

Por segundo año consecutivo, FOTCIENCIA ha contado con un apartado denominado «La Ciencia en el aula», cuyo objetivo es implicar a los más jóvenes en la divulgación de la ciencia de un modo artístico.

FECYT tiene entre sus ejes de actuación fomentar la participación de la sociedad en la ciencia, y fomentar la cultura científica. Y dentro de esta participación es muy importante el papel de los jóvenes, quienes según la encuesta de Percepción Social de la Ciencia que realiza de manera bienal la fundación, son el grupo de edad cuyo interés por la ciencia ha aumentado más en los últimos dos años (un 40%). Por este motivo FECYT realiza actividades dirigidas específicamente para ellos, abriendo espacios de participación y conocimiento para los estudiantes, acercándoles las carreras científicas y mostrando los frutos de las investigaciones. Los Campus Científicos de Verano www.campuscientificos.es, actividades realizadas en el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología y FOTCIENCIA son sólo algunas de estas iniciativas.

Para finalizar, me gustaría transmitir mi agradecimiento a todos los que han participado en FOTCIENCIA con sus imágenes y a los que han contribuido a divulgar esta iniciativa. Gracias por ayudarnos a acercar la ciencia de una manera tan amena, artística y asequible para todos los públicos.

Emilio Lora-Tamayo D'Ocón
*Presidente del Consejo
 Superior de Investigaciones
 Científicas, CSIC*

FOTCIENCIA cumple su décima edición, y escribir estas líneas para presentar el catálogo del certamen de fotografía científica es una satisfacción, por cuanto supone la consolidación de esta iniciativa que organiza el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

Este certamen ha sido durante la última década testigo del diálogo entre dos lenguajes universales: la fotografía y la ciencia. Un diálogo lleno de matices y peculiaridades. En primer lugar en cuanto a los aspectos dimensionales, ya que FOTCIENCIA atiende tanto a la ciencia de lo más pequeño en su categoría Micro, como a lo perceptible a simple vista y a lo que ocurre en el espacio exterior, escalas recogidas en la categoría General. También en relación a su variedad temática y técnica. Tanto los fenómenos que suceden en el «mundo de lo diminuto», como los «del exterior» necesitan equipamientos altamente especializados para ser captados y analizados. De ahí que, bajo un mismo formato, se mezclen propuestas de origen y ámbitos muy diversos, que ponen en juego lo mismo un microscopio electrónico de barrido, que un telescopio o una cámara réflex digital. Podríamos decir que FOTCIENCIA muda de piel cada edición para ofrecernos nuevas realidades provenientes de la ciencia y la tecnología, plasmadas en imágenes. En numerosas ocasiones,

esas imágenes resultan esenciales para el avance del conocimiento, pero también son capaces de generar emociones que traspasan el umbral de lo descriptivo para llegar a un entorno más amplio, el que representa la sociedad. Y todas son valiosas, porque todas son fragmentos de ese mismo diálogo.

Si bien el objetivo fundamental del CSIC es desarrollar y promover investigaciones en beneficio del progreso científico y tecnológico, esta institución también tiene entre sus misiones favorecer la implicación y complicidad de la sociedad en la actividad científica. FOTCIENCIA se ha consolidado como un instrumento de probada validez para avanzar en este esfuerzo. Así, el certamen de fotografía, este catálogo y la exposición que lo acompaña nos permiten invitar a todos a conocer un poco más y mejor la labor investigadora de forma amena y divertida, sin perder el rigor en la explicación del fenómeno científico que cada una de las imágenes seleccionadas recoge. A lo largo de estos diez años, FOTCIENCIA ha ido ampliando sus posibilidades de participación, implicando cada vez a más colectivos: desde investigadores e investigadoras, hasta profesionales de la fotografía, el público que elige sus imágenes favoritas a través de la votación popular, o estudiantes de educación secundaria y formación profesional. La categoría 'La ciencia en el aula' nos descubre por segundo año las ideas y conceptos que han trabajado en clase los más jóvenes, destinatarios clave de todas las acciones de divulgación. Las incipientes vocaciones científicas constituyen la base de nuestro futuro y por eso intentamos, a través de ésta y otras muchas actividades, estimular en los jóvenes que se encuentran en su etapa formativa la curiosidad y el interés por la ciencia.

Este catálogo está salpicado de imágenes relacionadas con el agua, bien esencial para la vida, la salud y el bienestar humanos. Es nuestro modo de hacer referencia al Año Internacional de la cooperación en la esfera del agua 2013, una conmemoración que desde el CSIC celebramos con el lema «Somos agua. Ciencia y conocimiento para un acceso universal». Ejemplo de ello son las imágenes relacionadas con las investigaciones encaminadas a impulsar el uso de tecnologías que favorezcan el ahorro y el uso racional de este bien común, tales como las tituladas 'Desde el fondo del mar', 'Colonia de *Opercularia*', y ¡Socorrooo!.

Por último, quiero agradecer la participación de las numerosas personas que, a través de sus propuestas, sus votaciones y sus visitas a la web y a las exposiciones itinerantes por diversas localidades españolas, hacen posible que FOTCIENCIA celebre su décimo cumpleaños con excelentes perspectivas de futuro.

Calidad fotográfica y capacidad de sugestión son las características que mejor definen las imágenes contenidas en este catálogo, que reúne las fotografías ganadoras y una selección de las presentadas al X Certamen de Fotografía Científica FOTCIENCIA.

Organizado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), FOTCIENCIA llega a su décimo año de vida manteniendo su compromiso de mostrar la ciencia y la tecnología a través de la combinación de imágenes atractivas y textos divulgativos. Esta nueva edición, al igual que las precedentes, nos invita a descubrir la belleza de la ciencia en la plasticidad, la textura y los volúmenes de los más diversos objetos científicos. Pero también, nos ofrece la posibilidad de admirar el ingenio y la pericia de sus autores, que han sabido elegir el momento propicio y buscar la composición más original sin renunciar a la calidad técnica.

Para nosotros, FOTCIENCIA10 tiene un significado especial, porque su permanencia en el tiempo nos ha permitido conseguir que cada vez más personas se acerquen a esta mirilla donde observar las múltiples caras de la investigación científica. En cada edición, la página web, la exposición –que ha visitado una media de 20 ciudades por año– y el catálogo han sido los principales escaparates de la actividad y las teorías científicas que salen del laboratorio como fascinantes imágenes.

El plazo de presentación de las fotografías se inició el 13 de septiembre de 2012 y concluyó el 31 de octubre. Como ya es habitual, la Semana de la ciencia fue el marco temporal elegido para celebrar la votación popular, del 5 al 18 de noviembre, en la que participaron más de 4.000 personas. El jurado se reunió el 14 de diciembre y sus miembros confirmaron que el certamen sigue gozando de buena salud, a la vista de las 766 imágenes presentadas.

Agradecemos a todos su colaboración: José Juan Calvino Gámez (presidente de la Sociedad de Microscopía de España), Antonio Calvo Roy (presidente de la Asociación Española de Comunicación Científica), Esperanza García Molina (coordinadora de la Agencia SINC, FECYT), Carmen Guerrero Martínez (jefa de proyectos de la Vicepresidencia Adjunta de Cultura Científica, CSIC), César López García (jefe de Unidad del Departamento de Cultura Científica y de la Innovación, FECYT), Jorge López Werner (jefe del Departamento de Informática e Innovación Tecnológica del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, MECD), Luis Monje Arenas

(director del Gabinete de Dibujo y Fotografía Científica de la Universidad de Alcalá de Henares), Javier Pedreira García (blogs Microsiervos y Amazings), Fernando Pinto Lucio (microscopista del Instituto de Ciencias Agrarias, CSIC), Sara Ramo Affonso (artista audiovisual), Gonzalo Rodríguez Moreno (director general de Aqua Ambiente Servicios Integrales), José María Seguí Simarro (investigador en el Instituto Universitario de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana de la Universidad Politécnica de Valencia) y José Ramón Urquijo Goitia (vicepresidente de Organización y Relaciones Institucionales del CSIC).

A lo largo de 2013, FOTCIENCIA10 iniciará su segunda fase, es decir, la ruta de la exposición por las salas, centros culturales, museos y universidades de las ciudades españolas. Es nuestro deseo que ese itinerario siga trazándose en el futuro, y que cada vez sea más voluminoso el álbum de imágenes pertenecientes al certamen.

Os invitamos a echar un vistazo a estas páginas y a disfrutar con sus textos e imágenes.

14

Obras categoría general

Bailarina
Juan Manuel Maroto
Romo

¿Has hecho «bailar» alguna vez una peonza?, ¿sabes por qué no se cae mientras está girando? Seguro que muchas personas han jugado en su infancia a «bailar» la peonza, pero pocas de ellas son las que pueden contestar bien a esta pregunta. En este juguete se produce una interacción de fuerzas, de la que se deduce que todos los cuerpos que giran tienden a conservar invariable la dirección de su eje de rotación. Esta propiedad tiene

gran importancia en la técnica moderna de barcos y aviones, al instalar aparatos giroscópicos como las brújulas, los autopilotos, los estabilizadores, etc. El efecto de giro sirve también para estabilizar las trayectorias de los proyectiles y de las balas, el movimiento de los cohetes y de los satélites artificiales. Todas éstas son aplicaciones prácticas de lo que parecía un simple juguete. NIKON D90. OBJETIVO AF-S NIKKOR 35MM 1:1.8G



*Avispa asiática
patrullando en un
colmenar*
Danel Solabarrieta
Arrizabalaga

Avispa asiática (*Vespa velutina*) patrullando en un colmenar de Gipuzkoa. Al fondo se pueden ver las abejas, las cuales, aterrorizadas, no se atrevían a salir por los ataques de las avispas asiáticas. En el momento en el que se tomó la foto, la población de este colmenar se había reducido a la mitad rápidamente y el apicultor trataba de alimentarlas directamente en la colmena, ya que si intentaban salir eran atacadas por las avispas asiáticas. Los investigadores trabajan a contrarreloj para evitar que esta especie invasora

siga acabando con las abejas melíferas europeas, ya que éstas no cuentan con una estrategia de defensa eficaz. La avispa asiática llegó al suroeste francés en 2004, supuestamente en un barco de carga procedente del continente asiático. Desde entonces, han abarcado unos 120.000 km cuadrados y atacado colmenas, causando importantes daños y alarma social en los lugares afectados. En 2010 se confirmó la llegada a la península ibérica a través de los Pirineos. NIKON D90, TAMRON 90 2.8 MACRO, FLASH ANULAR SIGMA EM 140-DG



*Celulosa superhidrófoba
luminiscente*

Raquel de Francisco
Rivas *coautoría* Laura de
Francisco Rivas y Mario
Hoyos Núñez

De la observación de la estructura de la hoja de loto en la escala nanométrica y de la reciente capacidad para manipular en esa misma escala surgen los materiales superhidrófobos, absolutamente repelentes al agua. Esta propiedad proporciona inmensas posibilidades tecnológicas: materiales auto-limpiables, inhibidores de la biocorrosión, recubrimientos contra la incrustación marina y sistemas anti-adhesión de hielo. La imagen ilustra un nuevo material compuesto multifuncional que combina una elevada repelencia al agua con una luminiscencia de gran intensidad. En este trabajo se ha usado un papel con-

vencional de celulosa, polifluoreno y nanopartículas de sílice sintetizadas y modificadas en nuestro laboratorio. El resultado ha sido un material flexible, altamente fluorescente y con una superficie rugosa nanoestructurada que presenta ángulos de contacto del agua superiores a 160° y ángulos de desplazamiento de gota de 0° . Estos nuevos materiales constituyen la base de la electrónica altamente hidrófoba, aún por desarrollar. Su empleo en células fotovoltaicas aumentaría el tiempo de vida de los actuales sistemas sin influir en las propiedades electrónicas. CANON EOS-7D. OBJETIVO CANON ZOOM LENS EF-S 18-55MM.LENTE APROX. 50MM.

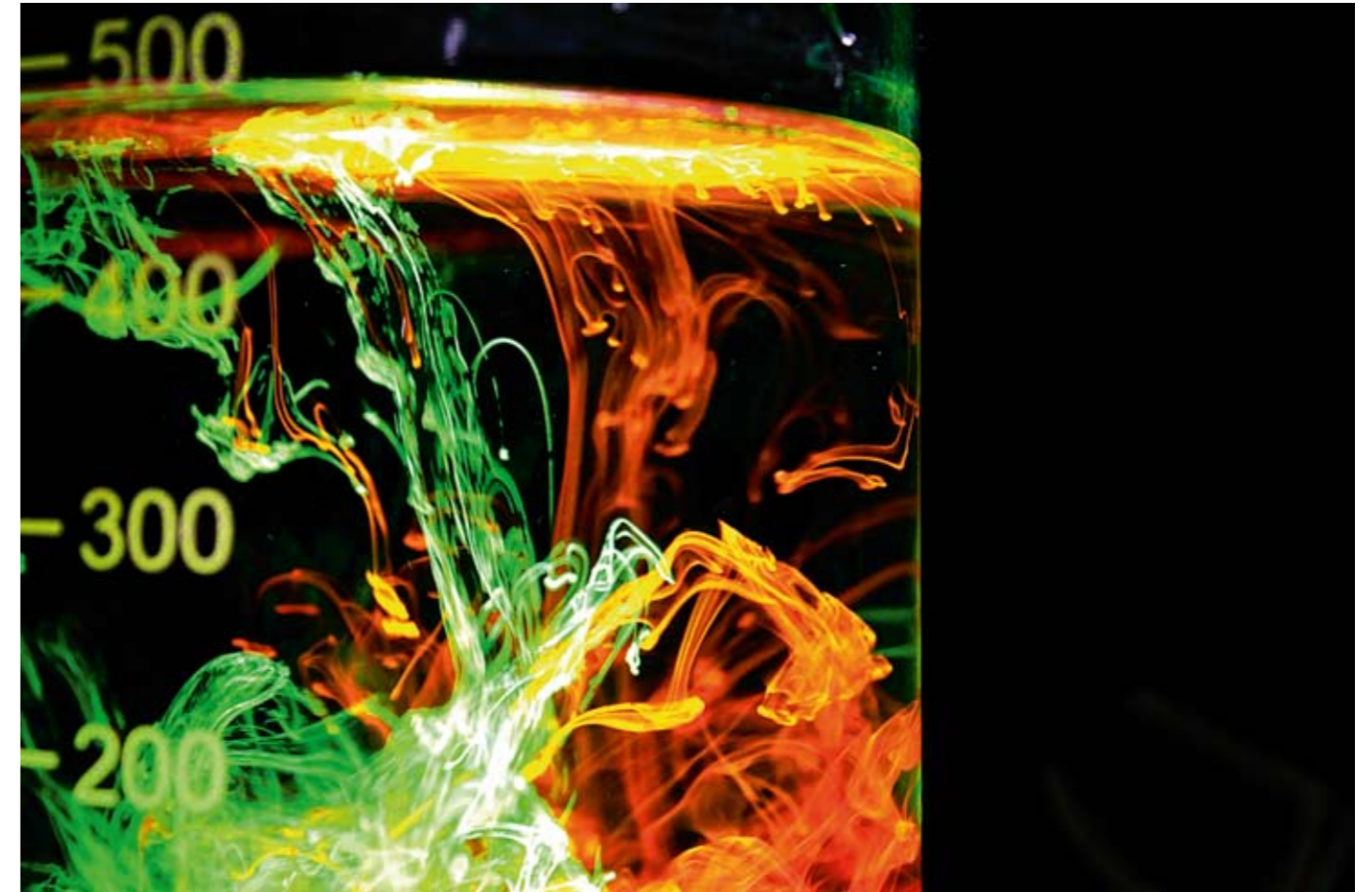


Fluorescencia entrópica

Alicia Albaladejo
Herreros, Alejandro
Martínez Ballesteros,
Francisco Javier Tébar
Martínez y David
Villodre González

La fotografía recoge un primer plano de un vaso de precipitados que contiene agua sin destilar a temperatura ambiente, disolvente universal por excelencia, además de tinta fluorescente de diferentes colores. La imagen se ha conseguido al verter gota a gota una pequeña cantidad de tinta fluorescente con ayuda de una pipeta dejando evolucionar su movimiento en el agua. A través de esta sencilla experiencia tenemos como objetivo visualizar la teoría cinético-molecular de la materia, que afirma que: «la materia está forma-

da por partículas que se encuentran en continuo movimiento». Cuando la tinta entra en contacto con el agua, se dispersa de manera no uniforme debido a que sus partículas colisionan aleatoriamente con el disolvente, alterando la trayectoria original del colorante. Dicho fenómeno es conocido como movimiento «browniano». Por todo ello, el movimiento «caótico» que se observa en relación a la tinta está siempre influido por las leyes físicas que rigen este universo en el que vivimos. CANON 1100D. OBJETIVO EF-S 18-55 MM.



Reflectores vivos
Iago Leonardo

En la mayoría de los grandes acuarios podemos encontrar esta peculiar especie de peces, comúnmente llamada Jorobado *Selene vomer* (parte superior de la imagen). Llama la atención su elegante color plateado y su fina figura. Desgraciadamente, en los tanques artificiales de los acuarios no podemos observar la que sin duda es la más inquietante de sus características: cómo utilizan la refracción de luz del sol

reflejada sobre su cuerpo para desaparecer a su antojo. Muchos animales utilizan el camuflaje para no ser vistos, pero siempre lo hacen de forma individual y cambiando su fisionomía. Estos peces sorprendentes se «camuflan» en conjunto sin variar su apariencia física, simplemente adaptando la rotación de su cuerpo conforme a la luz solar, como reflectores vivientes. CANON 5D, OBJETIVO CANON 20 MM. / 2.8F. CARCASA SUBMARINA IKELITE



Bioindicador natural
Daniel Martínez
Sebastián

Los bioindicadores son seres vivos susceptibles a los cambios del medio ambiente. Estos seres vivos, que habitan en un ambiente específico, producen cambios en su organismo al producirse alteraciones ambientales en su ecosistema. Tal es el caso de la *Tradescantia*, planta sensible a las emanaciones producidas por los automóviles y a los residuos emitidos por la industria (benceno, dioxinas, metales pesados, etc.). Al microscopio se pueden observar alteraciones en el ADN de la planta, provocadas por las sustancias mutagénicas de la contaminación atmosférica. Además, el cambio de color del azul al blan-

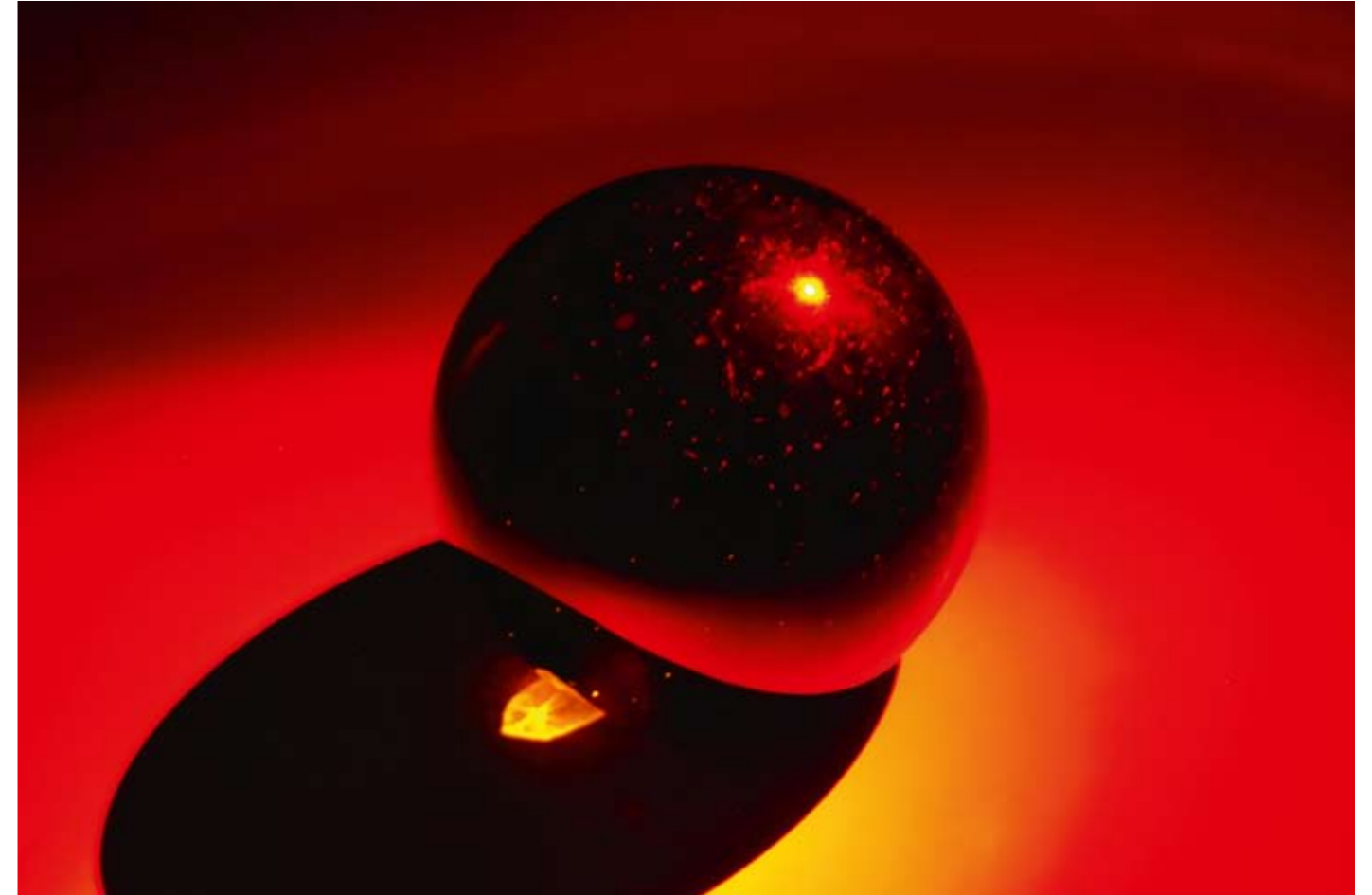
co de los pelos de la *Tradescantia* indica la presencia de radiación gamma (que emiten determinados materiales de construcción, como el ladrillo o el hormigón a diferencia de la madera, que no emite radiación y además nos protege de la radiación exterior). Esta radiación produce una mutación en los genes responsables del color. Así se puede hacer un seguimiento de los niveles de radiación en el ambiente. La hoja de la *Tradescantia* que se ve en la fotografía vive en la vorágine de una gran ciudad, expuesta a altos niveles de radiación y contaminación atmosférica, fiel testigo de un desarrollo todavía no sostenible. SONY DSC-240



Esfera refractaria
Inmaculada Díaz Francés
coautoría José Díaz Ruiz

Cuando la luz atraviesa un objeto como el de esta canica su comportamiento va a estar condicionado por la estructura cristalina del mismo. El cambio de dirección que va a experimentar una onda al pasar de un medio material a otro por el que se propaga, se conoce como refracción y se produce como consecuencia en el cambio

de velocidad de la onda. Las condiciones que deben darse para que se produzca la refracción son: que la onda incida de manera oblicua sobre la superficie de separación de ambos medios y que los índices de refracción de cada medio sean distintos. El fenómeno de la refracción puede calcularse a través de la Ley de Snell. NIKON D60



Arquitectura animal
José Antonio Sencianes
Ortega

Durante una jornada de fotografía en el Parque Nacional de Doñana se observan las alas de una libélula a contraluz, bañada por el sol del amanecer mientras permanecía inmóvil en un junco. Las grandes rociadas que se producen durante la primavera en las marismas del Guadalquivir provocan que los invertebrados voladores, como libélulas o mariposas, no

puedan comenzar su actividad hasta bien entrada la mañana, convirtiéndolos en presa fácil para las aves insectívoras. La refracción de la luz a través de la multitud de membranas de las alas y las diminutas gotas de rocío provocan unos juegos de color muy interesantes. NIKON D300S + NIKKOR MICRO 105MM. F 6.3 ISO 500



Híbrido hidrofóbico
Pedro López-Aranguren
coautoría Lourdes F. Vega,
Concepción Domingo
y Julio Fraile

Los materiales híbridos combinan en su constitución elementos de naturaleza dual (orgánica-inorgánica) que les dotan de propiedades únicas y específicas, imprescindibles en el desarrollo de nuevas tecnologías. La fotografía muestra un material poroso de sílice (SiO_2), cuya superficie e interior de los poros ha sido funcionalizado con «octiltrióxosilano», un componente orgánico que establece enlaces covalentes con la sílice. Una de las principales características de la sílice es su elevado carácter hidrofílico. Sin embargo, si su superficie es modificada con cadenas orgánicas, su carácter se vuelve el opuesto, obteniéndose un material con elevada

hidrofobicidad. En la imagen se aprecia cómo la gota de agua (de carácter polar) depositada en la superficie, es repelida por los grupos orgánicos (de carácter apolar). El ángulo de contacto entre la gota y la superficie, mayor de 90° , demuestra el efecto hidrofóbico. A pesar de que el nuevo material presente un comportamiento opuesto al de la sílice, preserva su propiedad original como absorbente, por lo que puede ser empleado, por ejemplo, en la absorción de hidrocarburos o moléculas apolares sin presencia de agua. NIKON COOLPIX 4500



Estrellas circumpolares
Jesús Peláez Aguado

Una de las mejores formas de demostrar a los ciudadanos que la Tierra gira sobre sí misma es realizar una fotografía de larga exposición, ya sea al polo celeste o a cualquier otra parte del firmamento. Si colocamos una cámara fotográfica sobre un trípode y hacemos una serie de imágenes de larga exposición, el resultado nos va a mostrar una serie de líneas o círculos dependiendo de a qué zona del cielo diri-

jamos nuestra cámara. En esta fotografía está claro que la cámara se ha dirigido al polo norte celeste, lo que ha producido una serie de trazos concéntricos cuyo centro no es más que la línea de prolongación de nuestro eje terrestre, que se encuentra muy cerca la Estrella Polar. La luz de la Luna ha servido para iluminar el paisaje.

CANON 1000D + OBJETIVO SAMYANG DE 14 MM A F2.8



Molinos de viento
Miguel Jiménez
de Castro

Cual modernos gigantes moviendo furiosamente sus brazos para espantar caballeros andantes que se les aproximen, los generadores eólicos de energía aparecen por doquier con una frecuencia cada vez mayor. Estos generadores transforman la energía del viento en energía mecánica, que a su vez es convertida en energía eléctrica haciendo girar el rotor de un alternador. Los aerogeneradores pueden ser de dos tipos: de eje vertical, cuyas palas giran en un plano paralelo al suelo y que permite colocar el tren de potencia en la base del aerogenerador, facilitando así la instala-

ción de estos aerogeneradores; y de eje horizontal, cuyas palas giran en un plano perpendicular al suelo, teniendo el tren de potencia en la parte superior junto al eje de giro de la turbina eólica. Este último tipo es el que se ha implantado a lo largo de los años. El rotor es el conjunto formado por las palas y el buje que las une. Las palas de un aerogenerador son muy similares a las alas de un avión. La mayoría de los generadores cuentan con tres palas que suelen ser de poliéster o epoxy reforzado con fibra de vidrio. CANON EOS 400D + EF 70-300 IS + 2 POLARIZADORES



*Reflexión total en las
manos de nuestra hija*
Sara María Alonso Ruiz
coautoría Francisco
Fernández Escoté

¿Tiene sentido intentar explicar a una niña de 4 años qué es la fibra óptica? Seguramente no. Su mundo está lleno de juegos y dibujos de colores. Ella no necesita saber ahora qué es la transmisión de datos ni la reflexión total. Sin embargo, se puede hacer un experimento sencillo en el que jugamos a encerrar un rayo de luz dentro de un chorro de agua. La fotografía muestra un momento mágico de dicho experimento.

Lo realizamos en casa, con un puntero láser y una botella de agua mineral en la que hicimos un agujero. – ¡Qué bonito, mamá! ¡Es como una fuente luminosa! – ¡Sí! La luz no puede salir del chorro de agua. – ¿Por qué no puede salir, mamá? – Se llama reflexión total, Jana. Cuando seas mayor lo entenderás y podrás hacer muchos más experimentos. NIKON D90 18-105 MM 1/3,5-5,6



Lo que el ojo no ve
Manuel Martín
Franquelo

Accedemos a la comprensión visual del mundo a través de la luz, única radiación electromagnética de todo el espectro conocido que somos capaces de ver. Existen otras frecuencias que, si bien nuestro ojo no capta, sí son interpretadas por las cámaras fotográficas digitales con sensibilidad para registrar longitudes de onda superiores a los 800 nm, mostrándonos una imagen insólita de nuestro entorno. En la fotografía, las hojas de la vegetación aparecen blancas, debido a la alta reflexión

de infrarrojos y a la circunstancia de estar sanos los árboles, puesto que, en caso de enfermedad, absorberían dicha radiación. Esta técnica, aparte de proporcionar imágenes bellas, ayuda en diferentes disciplinas como la astronomía, geografía y arte, entre otras, a discernir entre materiales que nos son visualmente idénticos pero con comportamiento diferenciado frente al infrarrojo. NIKON D70. VELOCIDAD DE DISPARO: 1/500. ISO: 200. OBJETIVO: ZOOM TAMRON 24-70MM. APERTURA DE DIAFRAGMA: F16. FILTRO: HOYA R72



La vida en rosa
Juan Ignacio Boubeta
Sánchez

A esta fotografía la llamo «La vie en rose» por el tono de luz, como la canción que popularizó Édith Piaf. En la imagen se muestra la iluminación utilizada en un prototipo de fotobiorreactor para el cultivo de fitoplancton. Ese fitoplancton es luego usado como enriquecedor en cultivos de rotíferos o artemias. También se puede usar para alimentar directamente a moluscos. Fueron escogidos un tipo de LEDs que emiten en las longitudes de

onda que favorecen la fotosíntesis del fitoplancton. La intensidad de cada uno de los tres canales de color se regula a través de un circuito electrónico llamado PWM (modulación de anchura de pulso). La forma de onda del control del PWM se puede observar en la pantalla del osciloscopio. Los LEDs cada vez son más eficientes y contribuyen al ahorro de energía. CANON 400D, SIGMA 10-20 F4-5.6



Las uvas de la vida
Laura Jiménez
Romasanta

Con la llegada del primavera, es posible observar uno de los espectáculos más fascinantes de la naturaleza: la metamorfosis de los anfibios. Denominados así por su capacidad para experimentar una «doble» (*amphi*) «vida» (*bios*), la metamorfosis está asociada a una serie de cambios morfológicos que transformará este racimo de huevos en un organismo apto para una existencia terrestre. En el

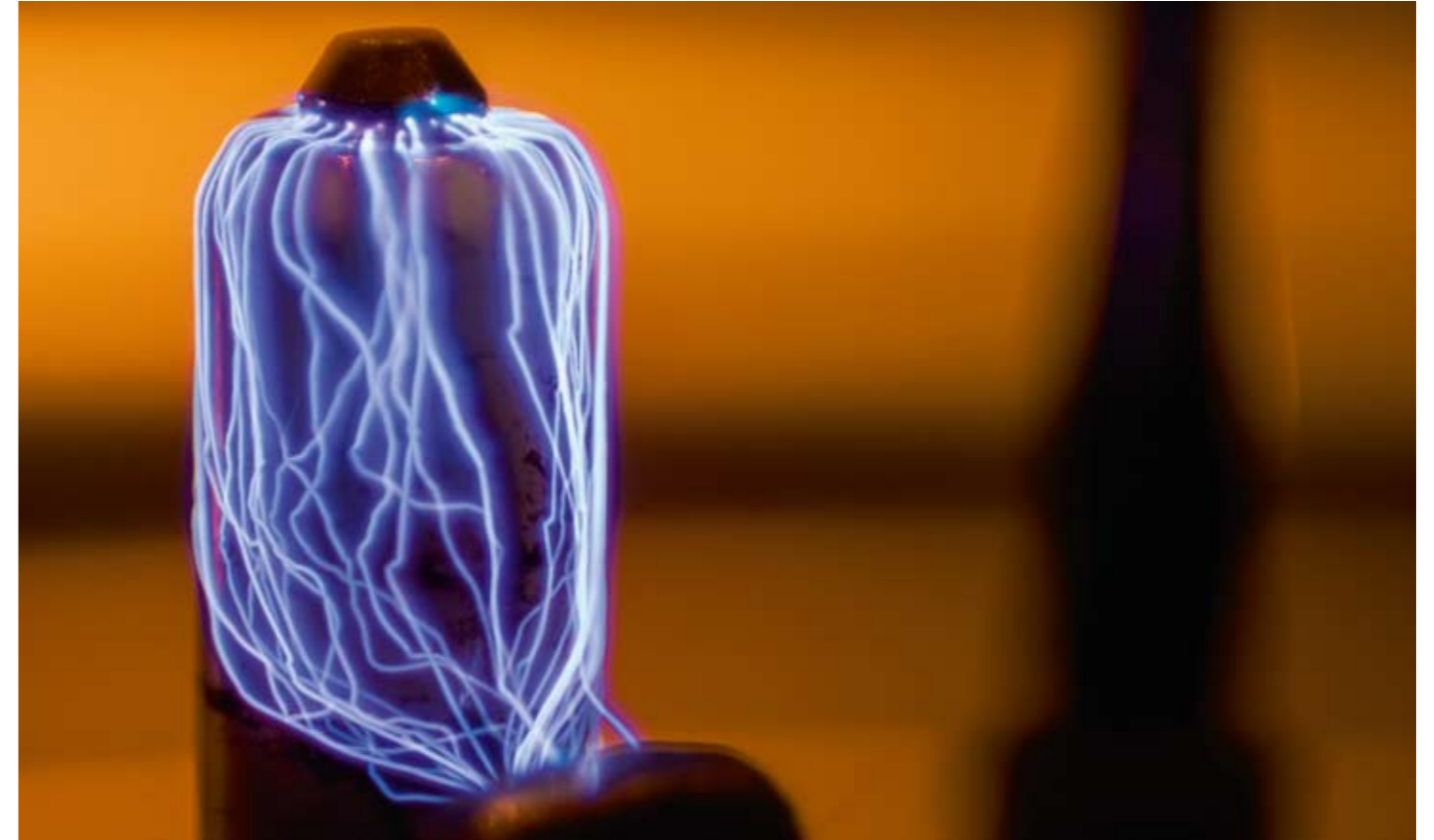
caso de las ranas, estas modificaciones son activadas por hormonas específicas e incluyen cambios, tanto regresivos (pérdida de dientes, branquias y cola en el renacuajo), como constructivos (desarrollo de las extremidades traseras y delanteras, aumento del tamaño de los pulmones y modificaciones en el aparato nervioso y digestivo). CANON EOS 5D MARKII



Electro-movimiento
Alberto Ojeda Muñoz

Artículos tan simples como un encendedor eléctrico en una hornilla de gas hacen que detalles como esos mejoren y acomoden nuestro nivel de vida. Son tan sencillos que apenas nos percatamos de que están presentes. Los usamos continuamente, pero ¿sabemos exactamente cómo funcionan? ¿Nos hemos parado detenidamente a ver realmente qué usamos? Efectivamente, la respuesta es no. Se trata de un mecanismo muy simple: consiste en un material piezoeléctrico que transmite

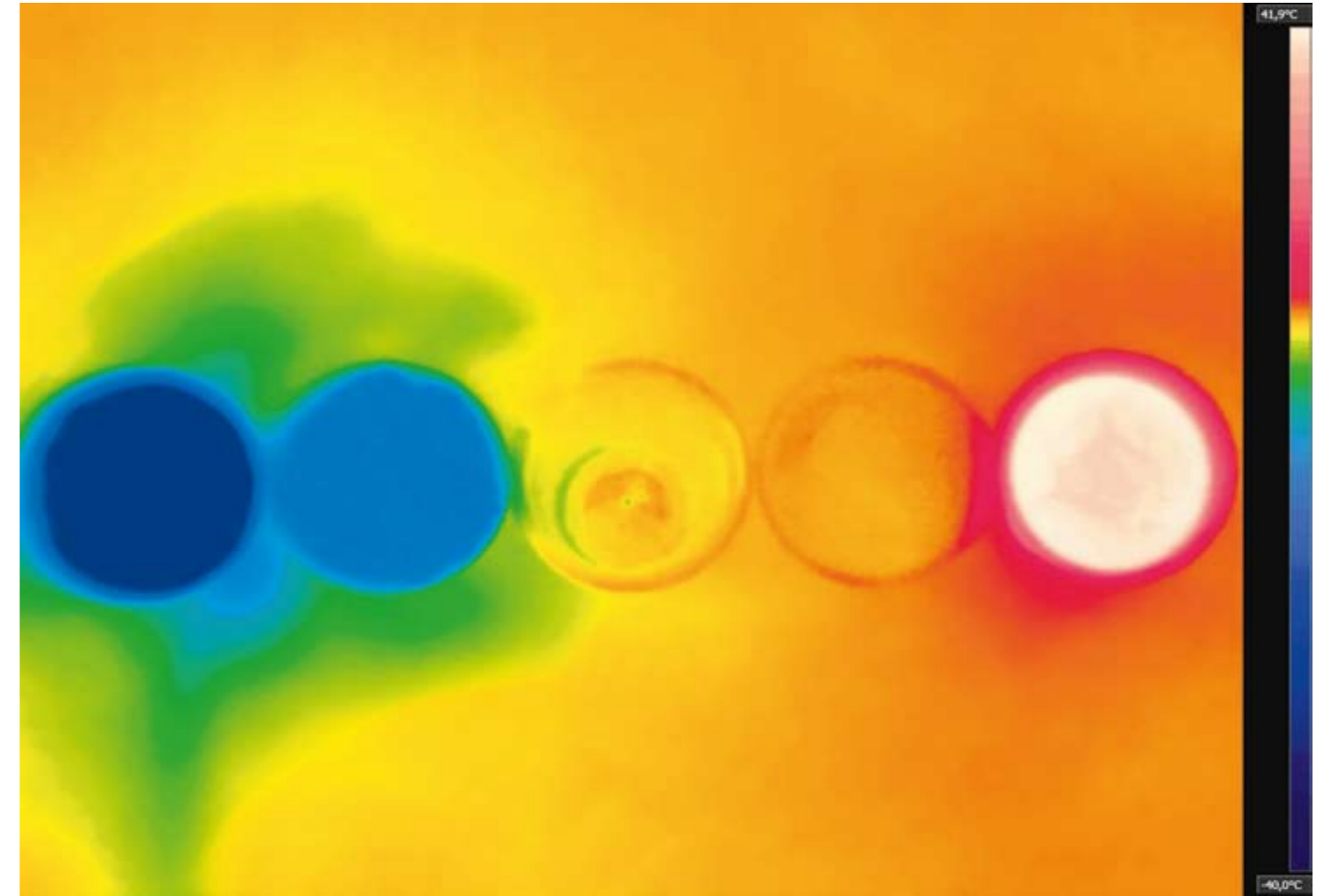
una presión en forma de vibración a la ida y una descompresión a la vuelta, y estas tensiones mecánicas generan una polarización eléctrica en su masa que provocan una diferencia potencial y, a su vez, cargas eléctricas provocando repetidos chispazos. Como consecuencia vemos esta impactante imagen de 6 segundos de exposición en la que se pueden apreciar más de 18 chispazos. CANON EOS 50D. LENTE: TAMROM 28-70 F3.5 INVERSO + TUBOS DE EXTENSIÓN



Cambio climático
Sara Becerril Mañas
coautoría Beatriz
Ramírez

Todos los cuerpos son capaces de emitir una cierta cantidad de radiación infrarroja en función de su temperatura, liberando los objetos de mayor temperatura más radiación que los que tienen menos temperatura. Mediante las cámaras termográficas es posible captar imágenes que muestran una realidad diferente a la que acostumbramos a ver, dado que son capaces de convertir las radiaciones infra-

rrojas en señales eléctricas y, por lo tanto, hacerlas visibles. En este caso, se ha obtenido una imagen a partir del calor emitido por distintos recipientes que contienen elementos a muy diferentes temperaturas: según se observa de izquierda a derecha: hielo, aire, agua a temperatura ambiente y agua caliente, apreciándose una bonita gama de colores. CÁMARA INFRARROJA SERIE-E BX DE FLIR CON RESOLUCIÓN DE 320 X 240 A 60 HERCIOS



Sombrero de algodón
Juan Ignacio Boubeta
Sánchez

A la entrada de la ría de Vigo se encuentran las Islas Cíes. Forman parte del Parque Nacional de las Islas Atlánticas de Galicia. Esta foto fue tomada en agosto y el sol se encargó de evaporar suficiente agua como para cargar de humedad el aire mar adentro. Cuando el viento sopla del mar hacia la costa transporta ese aire cargado

de humedad. Al encontrarse con las Cíes se ve obligado a ascender, la temperatura baja y la humedad se condensa formando ese sombrero tan característico que parece de algodón. La fotografía fue procesada en blanco y negro para resaltar las nubes.

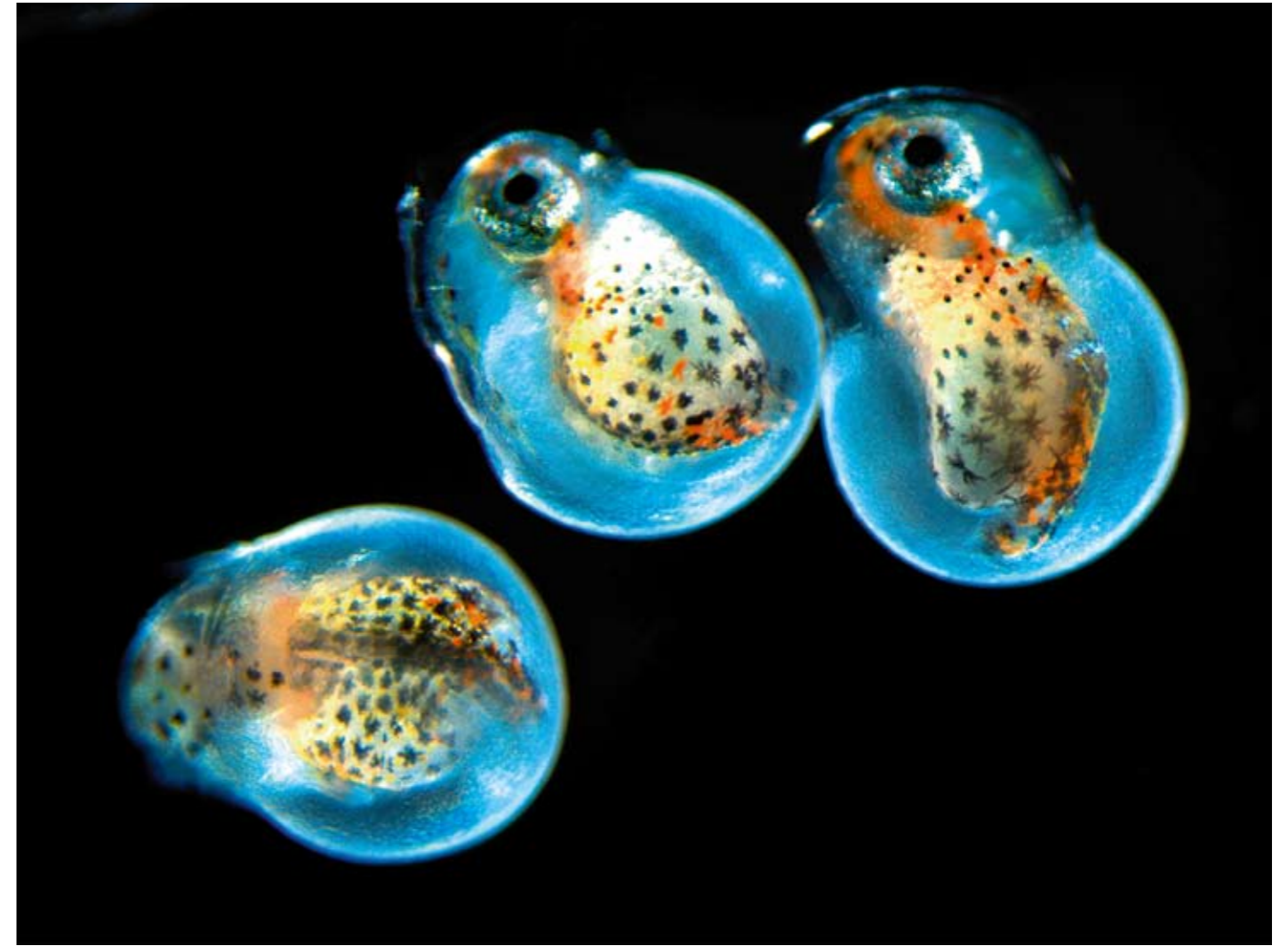
CANON 400D. OBJETIVO CANON EF-S 17-55 F2.8



Creo que somos hermanos
Víctor Gallego

El fugu (*Takifugu niphobles*), también conocido como pez globo, es un teleósteo marino que presenta una reducida distribución en la zona nordeste del océano pacífico. Actualmente se encuentra en la lista roja de especies amenazadas pero, a pesar de ello, es considerado un plato de alta calidad en los países asiáticos. Con el fin de conseguir la reproducción en cautividad de la especie para poder preservar tanto las poblaciones naturales como para satisfacer la demanda actual del mercado,

nuestro grupo ha trabajado en la optimización de la eficiencia reproductiva mediante ensayos de fertilización *in vitro*. Durante la realización de estos ensayos hemos podido observar el desarrollo completo de esta especie desde sus estadios iniciales de desarrollo hasta la eclosión final de los huevos. En esta imagen se muestra la belleza del momento de la eclosión de tres embriones de pez globo después de desarrollarse durante nueve días en la oscuridad. LUPA LEICA MZ75



iRayos!
Antonio Bode Riestra

Explosiones de luz. Tal vez así es como este castaño debe sentir el Sol. Radiaciones que inmediatamente alimentan su fábrica de energía. No hay tiempo que perder: los fotones deben ser atrapados y empleados en romper las moléculas de agua, los electrones resultantes servirán para mantener las reacciones que producen hidratos de carbono y aminoácidos. Foto. Síntesis. Así las células constructoras ya disponen del material básico necesario. Ahora toca diversificar la producción en elementos

estructurales (celulosa, madera), reservas de resistencia (azúcares, aceites) y en la reproducción (flores, semillas). El árbol ya puede ampliar la fábrica produciendo hojas y ramas y, si logra sobrevivir a sus competidores y enemigos, perpetuarse mediante una abundante producción de castañas. La fábrica puede durar muchos años. Incluso siglos. Sin embargo su funcionamiento depende de un proceso que se ejecuta «casi» a la velocidad de la luz. CÁMARA NIKON D700, OBJETIVO AF-S NIKKOR 28-300 MM 1:3.5-5.6G

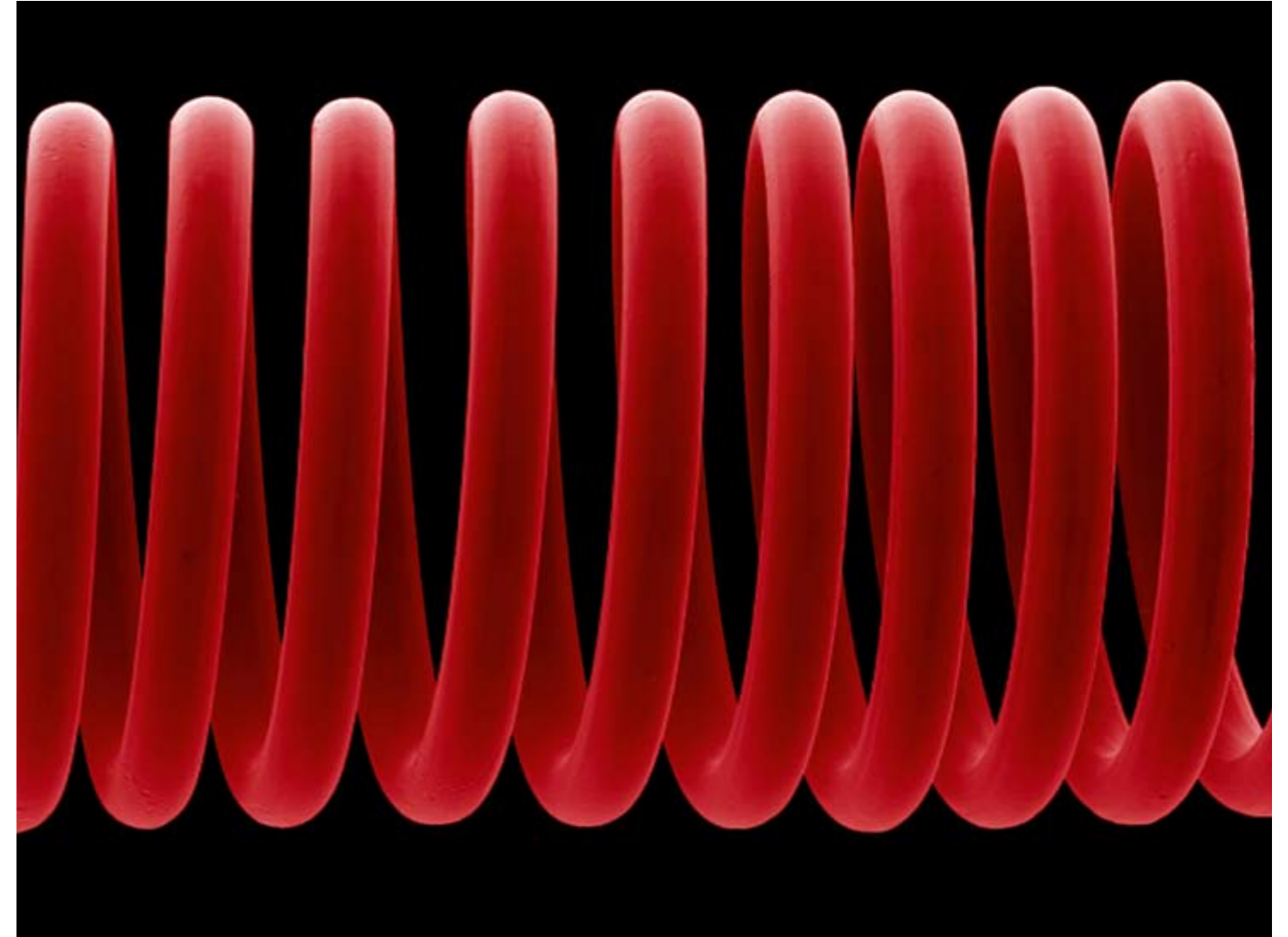


La luz

Laura Tormo Cifuentes

Cuando la bombilla luce, el filamento de Wolframio se encuentra a tan alta temperatura que, parte de sus átomos van evaporándose, abandonando el filamento, con lo que éste se va haciendo cada vez más delgado. Al disminuir su sección, el filamento aumenta su resistencia eléctrica, aumentando la intensidad de corriente que circula por él y, al final, la temperatura. Por eso, cuando el filamento ha adelgazado lo suficiente en un punto,

en ese lugar aumenta rápidamente la temperatura, alcanzándose la temperatura de fusión el wolframio. Este es el momento en que decimos que la bombilla se funde, literalmente es lo que le sucede al metal, y cuando esto ocurre se observa un destello de luz muy blanca. Mediante microcopia electrónica se puede hacer un control de calidad de fabricación de los filamentos para asegurar su grosor homogéneo y su correcta duración. FEI QUANTA 200



Terror bajo el agua
Armelle Klopstein

Hace miles de años un monstruo se instaló en el sitio más importante de la biodiversidad marina, el *Acanthaster planci*, la segunda estrella de mar más grande. Detrás de su belleza se esconde la peor pesadilla para el ecosistema marino, ya que devora a los corales. Sus invasiones son bastante destructivas y, desde hace unos años, mucho más numerosas. Un estudio realizado por la ONG ReefCheck demostró que 9 años después del principio de una invasión por el *Acanthaster planci* en la Gran Barrera de Coral, el 60% del

arrecife estaba afectado y hasta un 10% murió. Según los científicos, la explosión demográfica de esta especie es debida a su falta de predadores, su alta tasa de fecundidad y probablemente al cambio climático. Además de ser una plaga para el ecosistema marino, *Acanthaster planci* tiene un poderoso veneno en sus espinas que puede provocar dolores intensos al ponerse en contacto con la piel. Actualmente no se ha encontrado la manera de parar su expansión ni de erradicarla. SONY DSC-W570



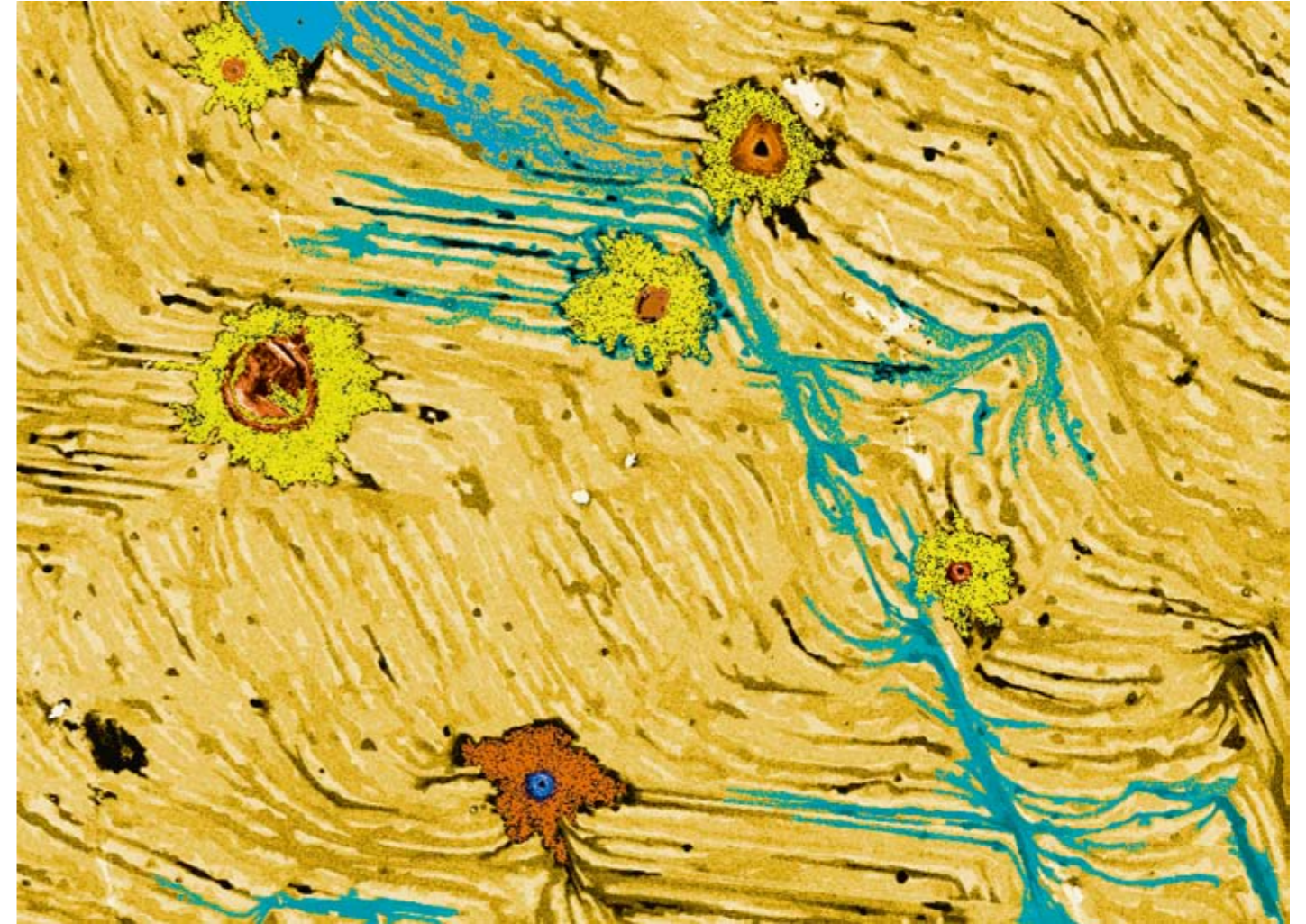
61

Obras categoría micro

Grafeno
post-impresionista
Valerio Voliani
coautoría Camilla Coletti

El grafeno es un nuevo material formado por una capa mono-atómica de carbonos dispuestos regularmente en un patrón hexagonal. Su descubrimiento le valió a dos físicos el Premio Nobel 2010. El grafeno muestra una movilidad de electrones notablemente alta y es la sustancia conocida con la menor resistividad a temperatura ambiente. Gracias a su comportamiento, se espera que la tecnología de grafeno dé

lugar a nuevos materiales, en particular, en el campo de la informática y el almacenamiento de hidrógeno. LA FOTOGRAFÍA CORRESPONDE A UNA DIGITALIZACIÓN DE IMÁGENES DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE UNA MONOCAPA DE GRAFENO POST-COLOREADA POR EL PROGRAMA GIMP. FEG-SEM, ULTRA PLUS FROM ZEISS, 30 KV 1.2 NM RESOLUTION, N2 GAS INJECTOR SYSTEM FOR IMAGING ON INSULATORS.

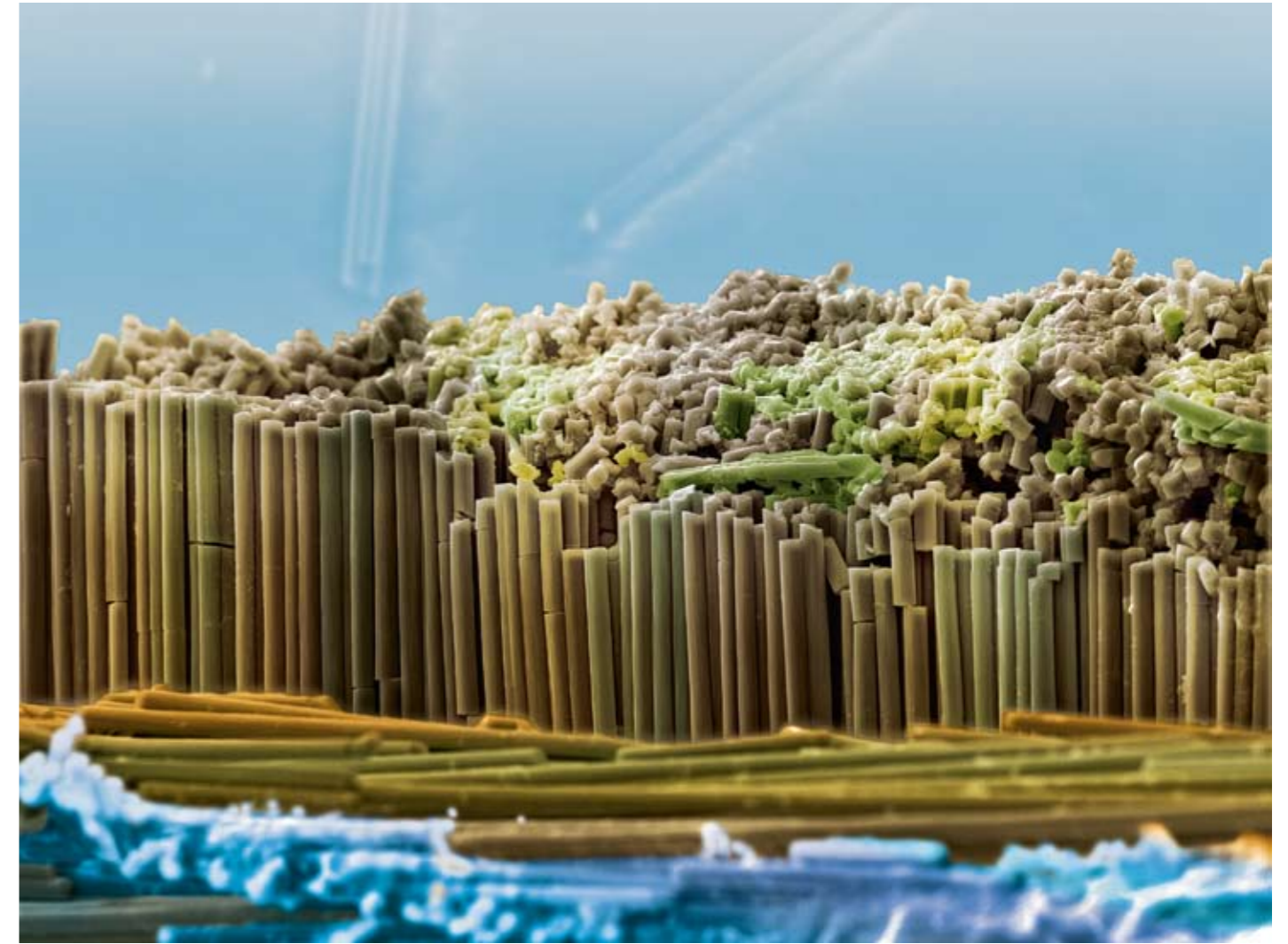


Los Órganos de La Gomera

María José de la Mata
Segarra *coautoría* Enrique
Rodríguez Cañas
y Eberhardt Josué
Friedrich Kernahan

Diferentes escalas, mundos paralelos. Las macro y microestructuras poseen dimensiones muy diferentes y comportamientos semejantes. En la imagen apreciamos la sección transversal de una fibra de carbono compuesta por centenares de microfibras. Estos conservan su forma después de haber sido sometidos a un ciclo térmico programado de calefacción/enfriamiento en un equipo de análisis termogravimétrico (TGA). Debido a sus propiedades extraordinarias, como la resistencia al fuego y a la corrosión, se emplean para reforzar y dar estabilidad térmica y mecánica a materiales compuestos y polímeros termoestables. Las fibras de carbono son

ampliamente utilizadas en la industria aeronáutica y automovilística, entre otras. La disposición de estos microfibras recuerda las columnas basálticas de «Los Órganos» de La Gomera, Islas Canarias. La lava fundida es sometida a lentos ciclos térmicos de enfriamiento. Esto provoca su contracción, generando un fraccionamiento en columnas de formas hexagonales o prismáticas. Inmutables al paso del tiempo, resisten los cambios de temperatura y condiciones ambientales, al igual que sus equivalentes microscópicos, las fibras de carbono. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO
HITACHI S-3000N



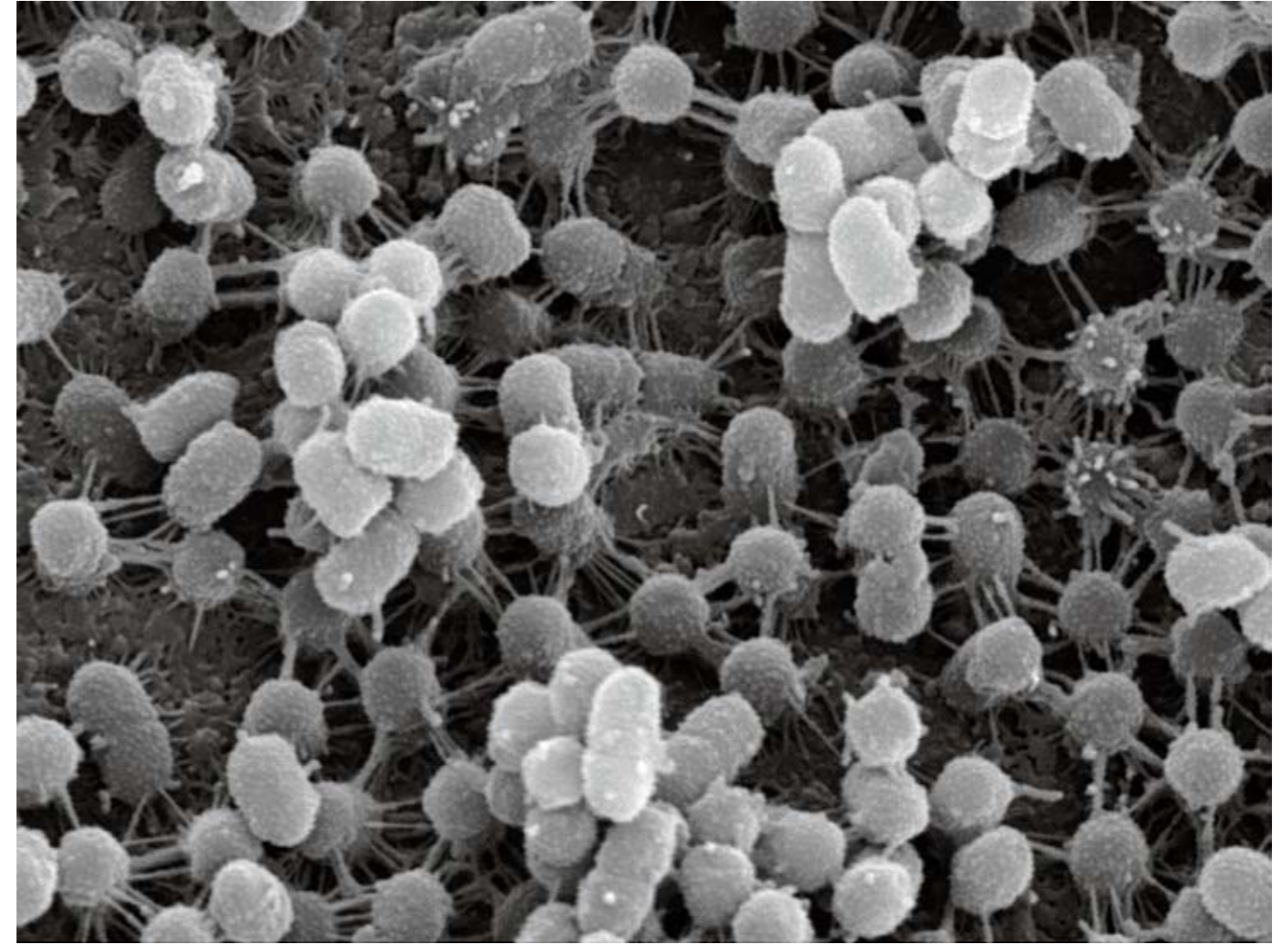
Redes sociales

Laura Moles Alegre

coautoría Marta Gómez Delgado y Esther Jiménez Quintana

Un biofilm es un conjunto de microorganismos fijados en una superficie biótica o abiótica. Su formación se produce por la adhesión a la superficie y síntesis de secreciones extracelulares (polisacáridos, proteínas, ADN...) que permiten las uniones intercelulares que dan lugar a una estructura firme. Los microorganismos embebidos en esta matriz se comunican entre sí, adquiriendo características diferentes a las que presentaban en estado planctónico, destacando la mayor resistencia a agentes físico-químicos. La imagen muestra las primeras colonizadoras del biofilm

formado en el interior de una sonda nasogástrica, empleada en la alimentación de niños prematuros. Dada su inmadurez son incapaces de coordinar los procesos de succión, deglución y respiración. Debido a la imposibilidad de ser amamantados requieren nutrición enteral mediante el uso de estas sondas. La robustez de la película puede observarse en las numerosas uniones establecidas por cada una de las células, observándose hasta cinco uniones en el mismo plano entre las parejas de células. EQUIPO FOTOGRAFICO: JEOL 6400 X10000



Arlequín
Alba Herraiz Yebes
coautoría Xavier Belles

No es un gorro de bufón, sino tres ovarios de una cucaracha (*Blattella germanica*) observados con un microscopio de fluorescencia. Los ovarios son las unidades básicas del ovario de los insectos, donde se forman los oocitos o células huevo. La hembra de cucaracha posee dos ovarios, cada uno de ellos compuesto por 20 ovarios. En cada ciclo reproductivo tan sólo madura el oocito que está situado en la base de cada

ovario. Tras la cópula, la hembra guarda el esperma en un receptáculo denominado espermateca, y con ese esperma fecunda los 40 oocitos basales en cada ciclo, los cuales se transforman en huevos. A su vez, los huevos se ovipositan en un estuche protector denominado ooteca, que la hembra transporta durante unos 20 días hasta el momento de la eclosión. MICROSCOPIO ZEISS AXIO IMAGER Z1. CÁMARA: AXIOCAMMR3. OBJETIVO: 5X

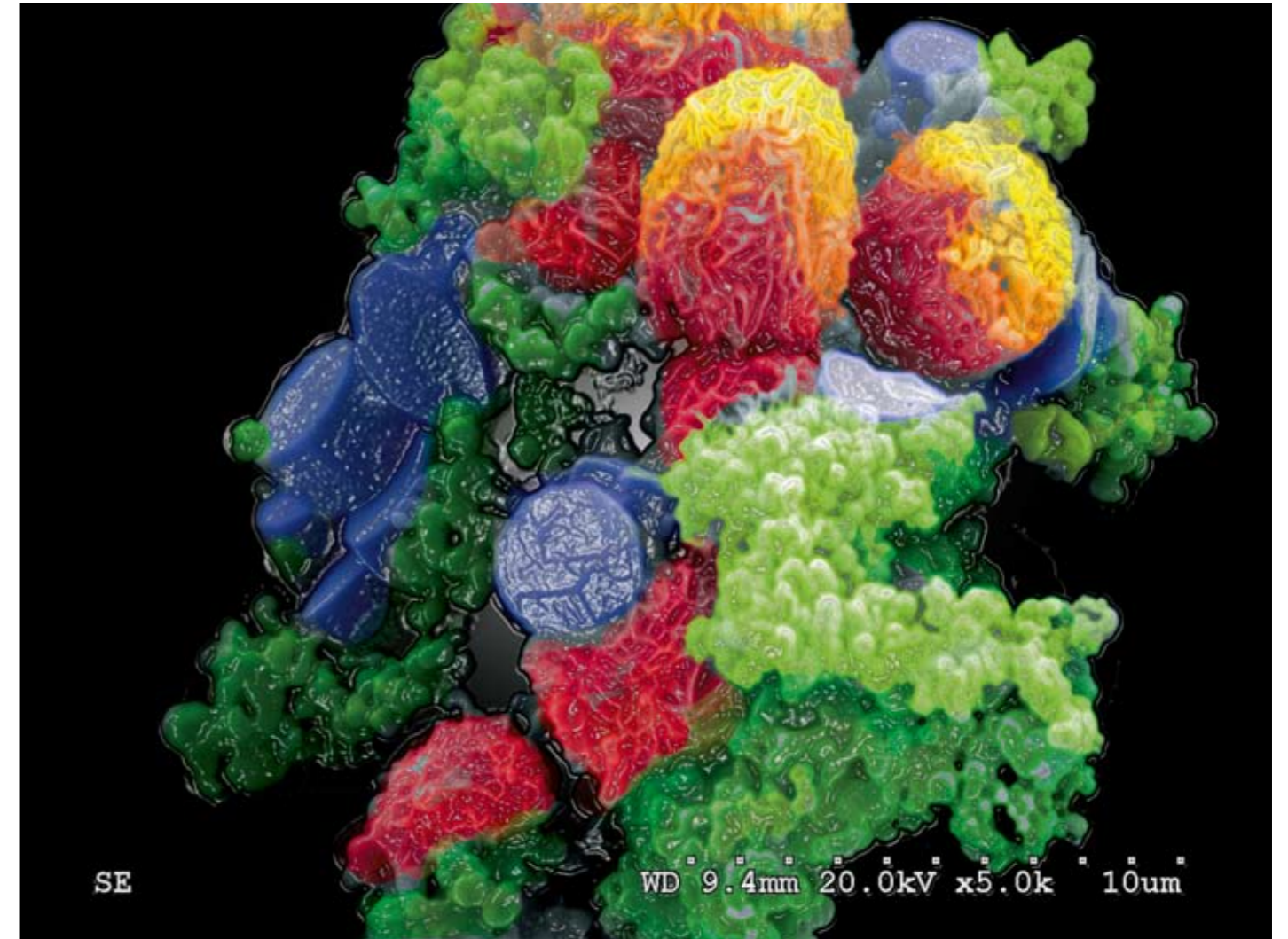


Coral de cristal
Javier García Martínez

La fotografía muestra una imagen de microscopía electrónica de barrido de distintos nanomateriales que han sido coloreados para diferenciarlos en función de su estructura cristalina y morfología. Los cristales que se muestran en azul son zeolitas tipo ZSM-5, los aglomerados en verde son sílice tipo MCM-41 y las estructuras laminares en rojo son sílice tipo MCM-50. Todos estos materiales se han obtenido mediante síntesis hidrotermal y se están

estudiando como catalizadores de distintas reacciones químicas y en la separación de gases. La imagen ha sido tratada para destacar tanto el relieve como las distintas morfologías de los nanomateriales que componen este mosaico de sílice. Las aplicaciones de estos materiales, ampliamente utilizados en la industria química, van desde la catálisis hasta la separación de gases.

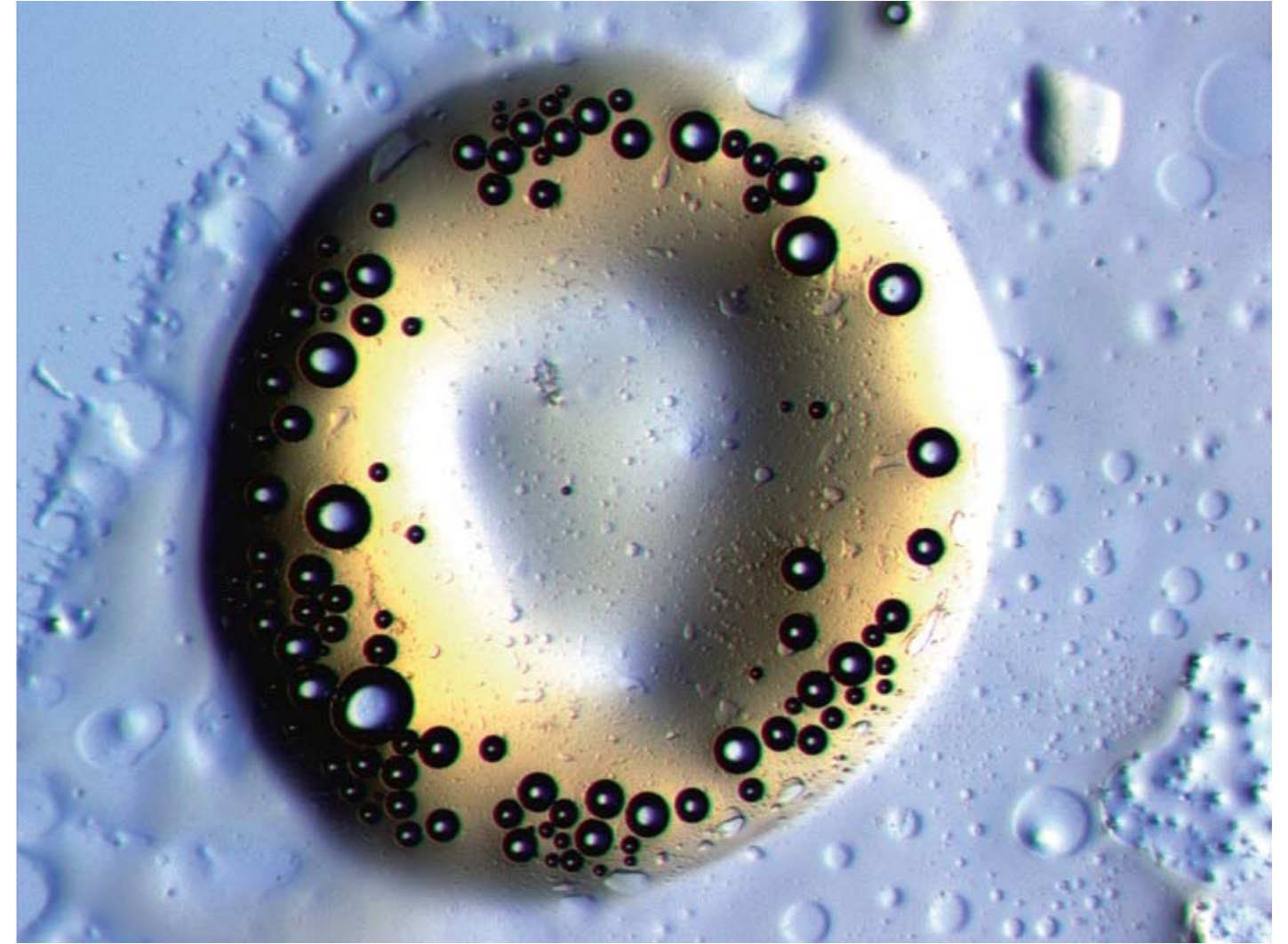
MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO HITACHI S3000N



Donuts® de chocolate
Ramón Fernández Ruiz

¿A quién no le apetece un Donuts® con trocitos de chocolate incrustados en su superficie? Eso es lo que aparenta la imagen de una protuberancia generada, que en realidad es la deposición de unos pocos microlitros del plasma sanguíneo sobre un vidrio. Las micro burbujas de aire generadas en la protuberancia durante el proceso de secado son los trocitos de chocolate que decoran

el Donuts®. Las muestras de plasma son preparadas así para su análisis mediante la técnica espectroscópica de rayos X conocida como TXRF (*Total-reflection X-Ray Fluorescence*). LA IMAGEN HA SIDO TOMADA MEDIANTE UNA LUPA BINOCULAR EN MODO SIMULTÁNEO DE TRANSMISIÓN Y REFLEXIÓN. LUPA BINOCULAR LEICA MZ6



Cupcakes de vid
Virginia Alonso-Villaverde
Iglesias *coautoría* Katia
Gindro

Las flores de la vid se agrupan como inflorescencias en racimo, encontrándose ya preformadas en cuanto a su disposición y número en el interior de las yemas fértiles. Así, los racimos presentan un número de flores variable según la fertilidad de las yemas que puede oscilar de 100 a 1.000-1.500. Las flores de las vides cultivadas son por lo general hermafroditas, aunque hay especies salvajes dioicas. Sus flores son poco llamativas, de tamaño reducido (2-7 mm de longitud) y color verde. Su estructura está compuesta de cáliz y corola, integrados por sépalos y pétalos respectiva-

mente. Tanto los sépalos como los pétalos se encuentran unidos, tal y como se puede observar en la fotografía. En el caso de la corola, los pétalos se encuentran soldados superiormente, constituyendo la caliptra o capucha, la cual se desprende de la base del cáliz en el momento de la floración, al ser empujada por los estambres. Hasta ese momento, la caliptra protege en su interior los estambres libres y el pistilo, donde se aloja el ovario. Tras su fecundación se origina el fruto carnoso, grano de uva o baya, con un número de semillas variable. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO JEOL, JSM-6300F, AUMENTO 55X

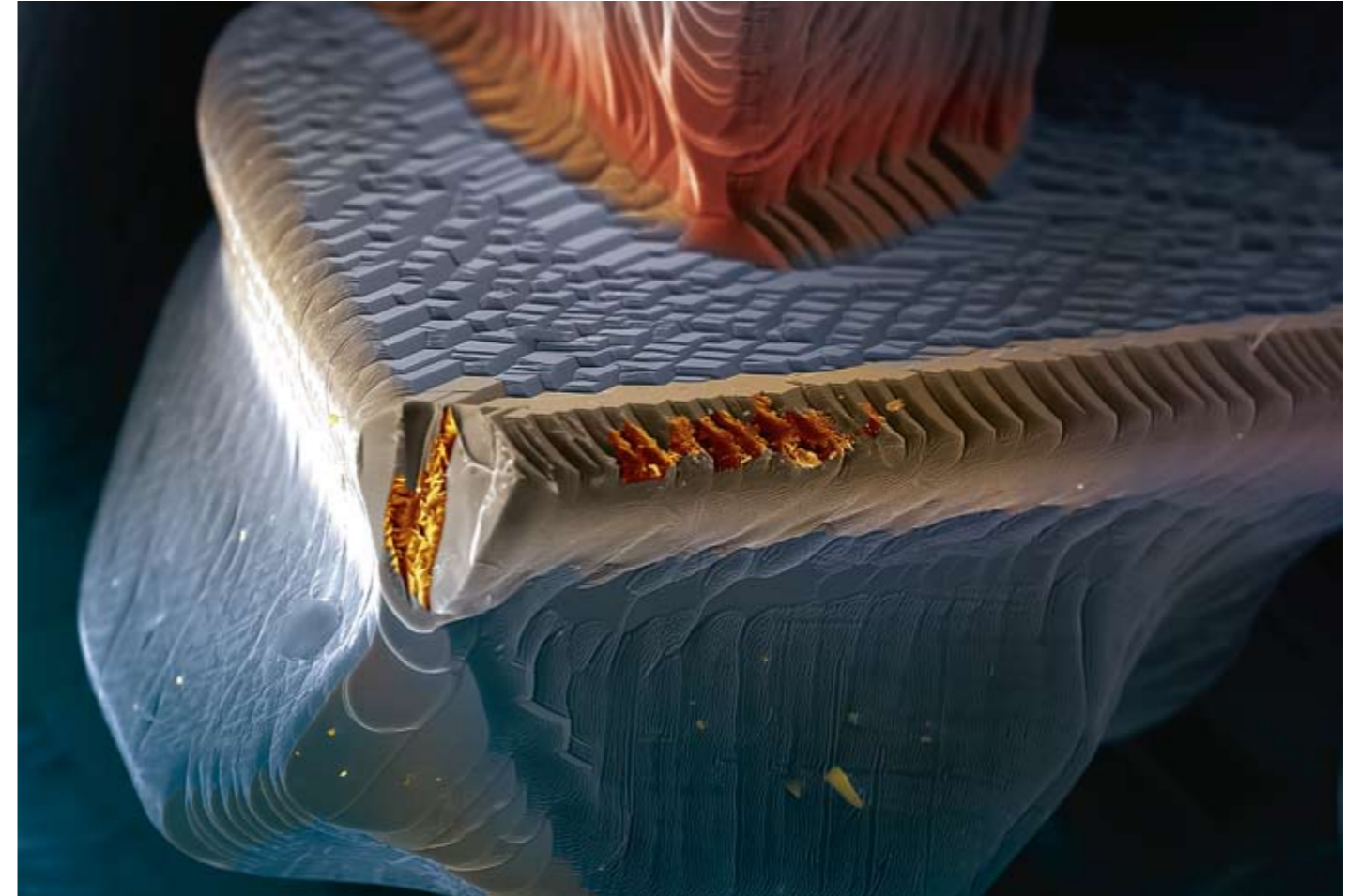


El coloso imbatible

Javier Ramiro Moreno
coautoría Eberhardt José
Friedrich Kernahan y
Enrique Rodríguez Cañas

El Titanic, coloso de la navegación de inicios del siglo XX, fue construido con técnicas y dimensiones nunca antes vistas. Se le consideraba insubmersible e imbatible. Nada podría hundirlo, sin embargo es uno de los mayores ejemplos de derrota de la técnica humana frente a la naturaleza. Hoy en día el petróleo, recurso natural no renovable, es el coloso de la energía. Debido a sus múltiples aplicaciones y a que es una de las principales fuentes energéticas, se le considera el motor que mueve al mundo. Sin embargo, a pesar de su poderío es un recurso natural con vida limitada. De ahí

que se estén implementando nuevas tecnologías para la obtención de energía de fuentes alternativas más limpias y renovables, como la solar. La imagen, que podría asemejarse a la proa del Titanic sumergido en las aguas del Atlántico Norte, muestra la morfología de un cristal de cobre, indio, galio y selenio. Este material se está empleando en la fabricación de módulos fotovoltaicos como fuentes alternativas de energía para sustituir en un futuro no muy lejano al coloso energético. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO, HITACHI S-3000N



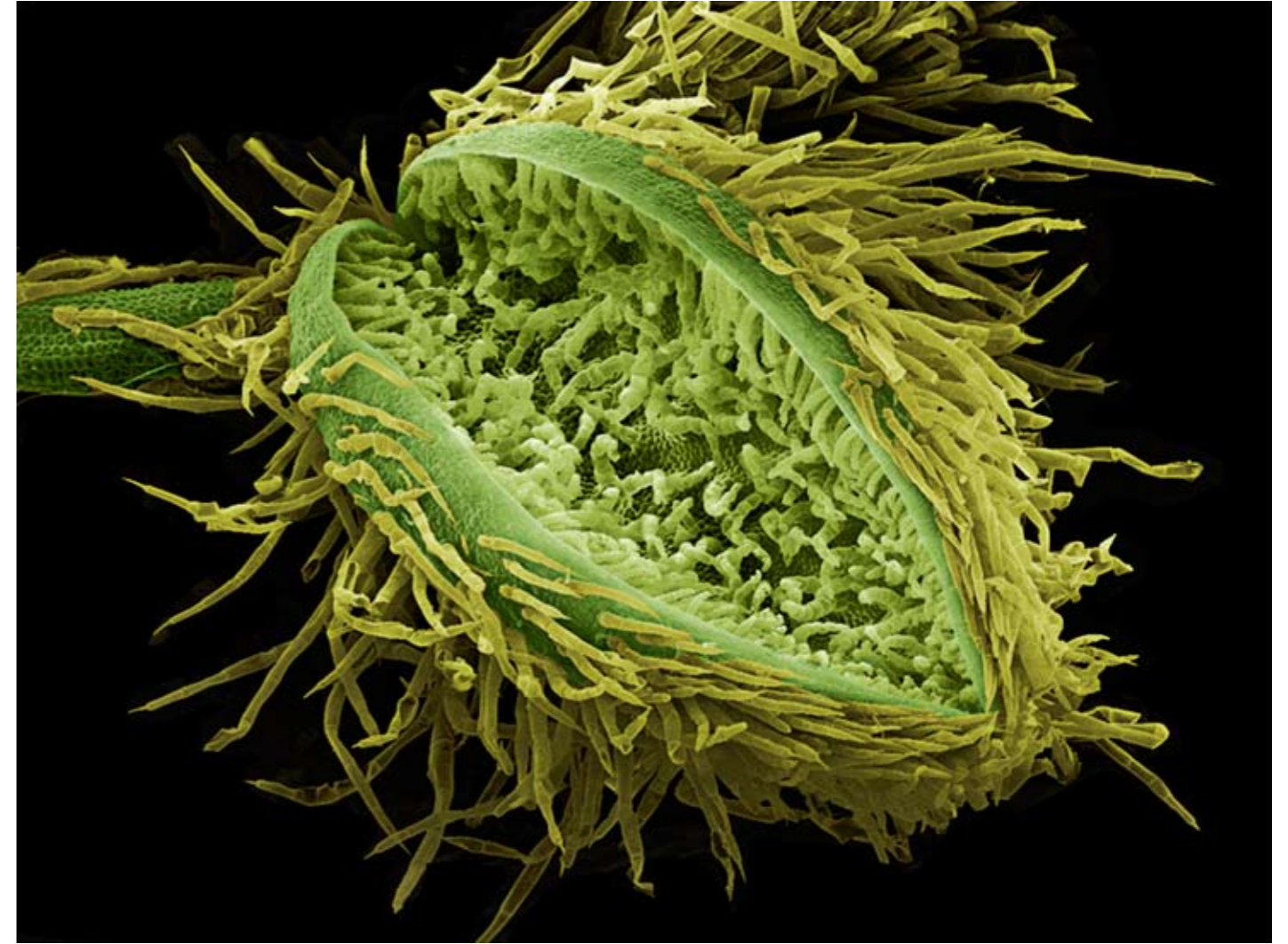
Salvinia
Silvia Andrade

«Hay otros mundos pero están en este»
Paul Eluard

Salvinia es uno de los dos géneros botánicos de la familia de las *Salviniaceae*. Las *Salviniaceae* y las otras familias de helechos del orden de las *Salviniales* son heterosporos que producen esporos de

diferentes tamaños. La *salvinia* es un helecho acuático pequeño, flotante, con tallos trepadores, ramificados y pilosos sin ser verdaderas raíces. Hoy en día, estos helechos acuáticos se emplean para biorremediación por su capacidad de fijar plomo.

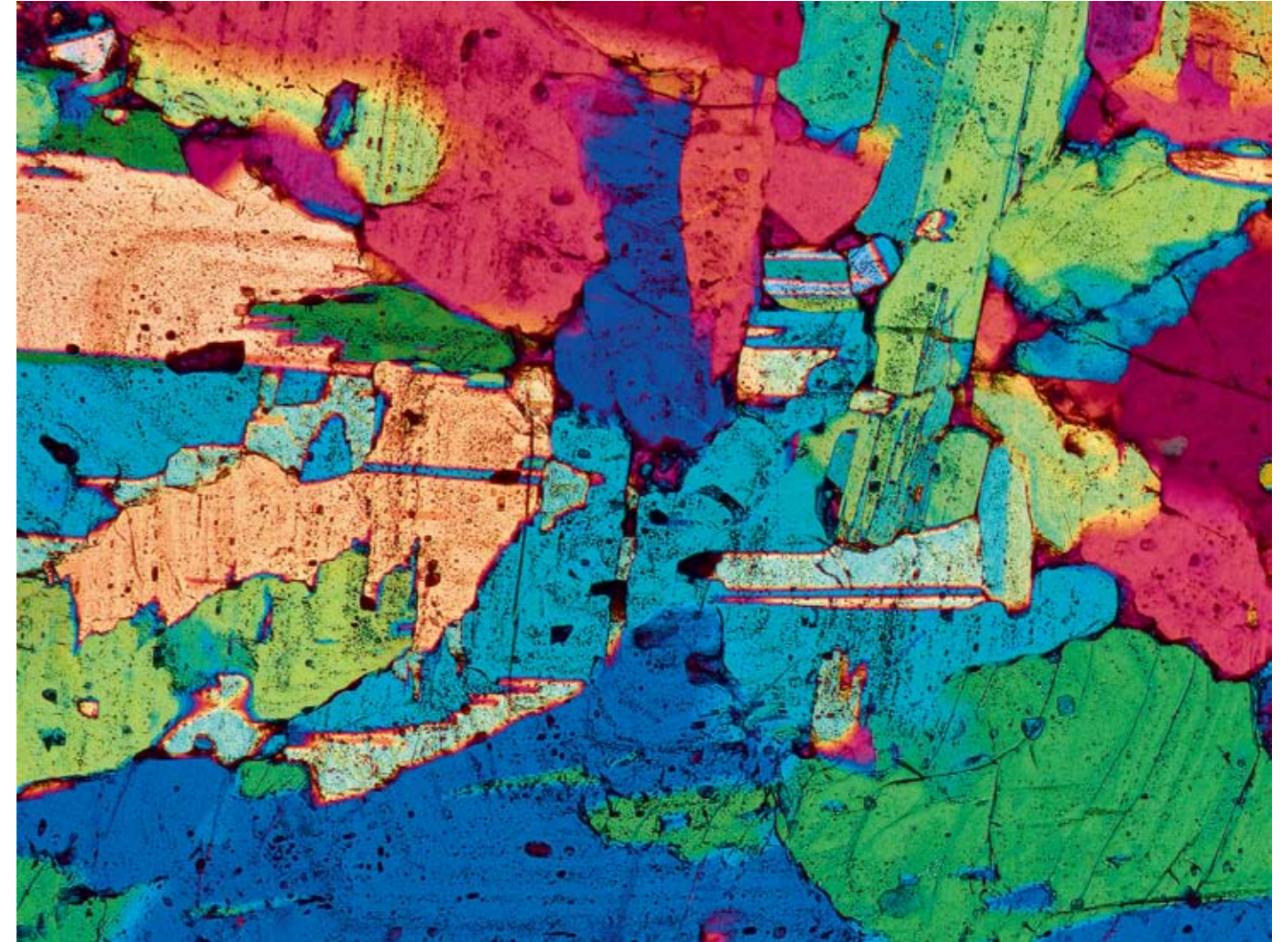
MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO JEOL 6390LV



Playa de Carboneras
Bernardo Cesare

A veces caminar por una playa puede convertirse en una excursión geológica muy interesante. La playa de Carboneras (Almería) está hecha de fragmentos de diferentes tipos de rocas sedimentarias, volcánicas y metamórficas que se encuentran en sus alrededores. Estas rocas han sido erosionadas por agentes atmosféricos, las olas, la lluvia y los ríos hasta llegar al lugar en donde ahora las observamos. En las rocas volcánicas, como en esta andesita, a menudo se encuentran agregados de

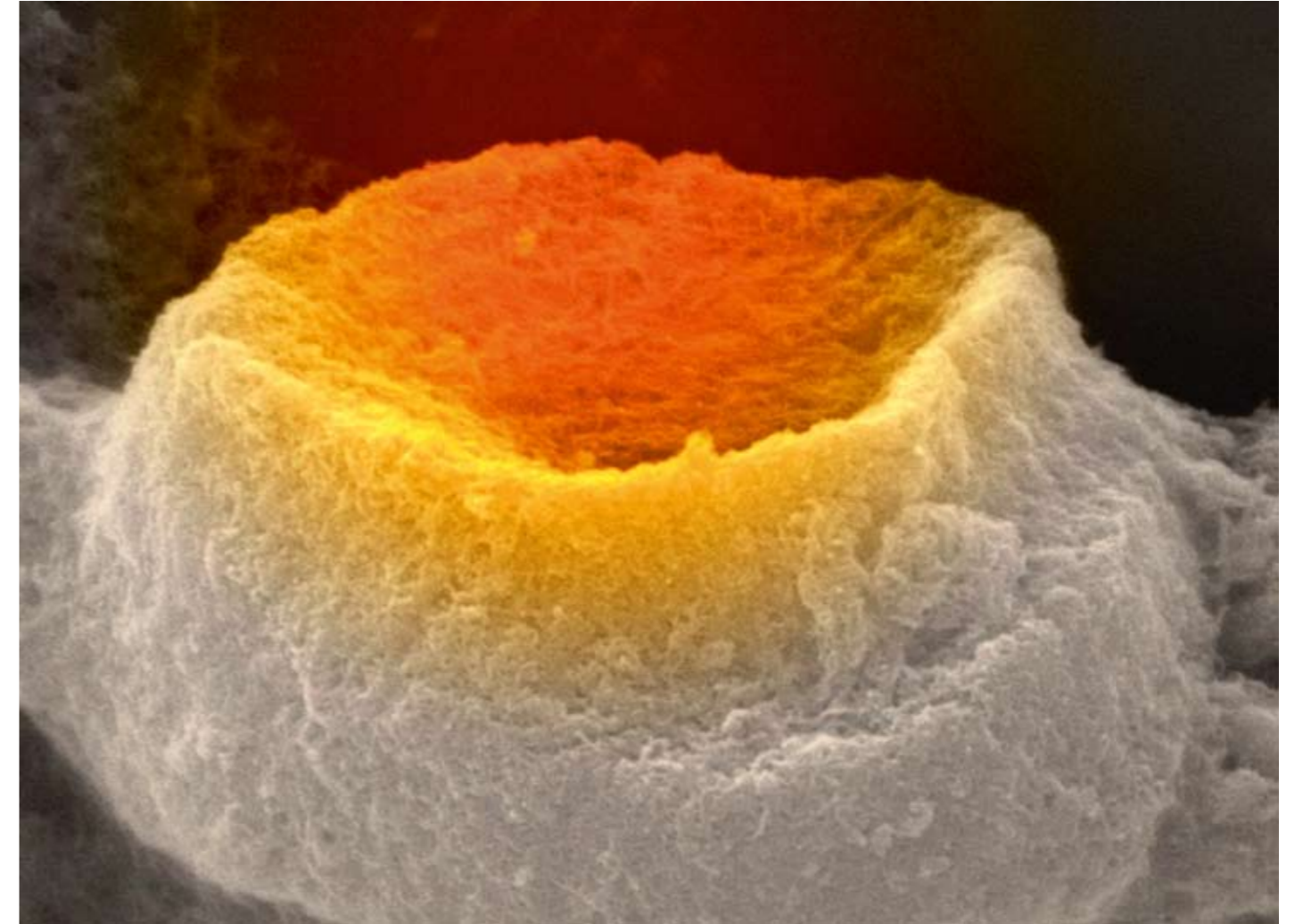
cristales blancos de un mineral llamado plagioclasa, los cuales al observarse al microscopio muestran diferentes colores como producto de los diferentes ángulos con los que la luz del microscopio incide sobre su estructura cristalina. Los puntos negros alineados en bandas concéntricas son en realidad pequeñas burbujas de vidrio, que son analizadas para conocer la composición del magma que originó la roca. MICROSCOPIO CON LUZ POLARIZADA ZEISS AXIOSCOP 40 POL. AXIOCAM MRC5. ANCHURA DE LA FOTO: 1,7 MM



Nanovolcán
Ramón Fernández-Ruiz

La deposición de una suspensión de nanotubos de carbono es el origen de esta fotografía de microscopía electrónica de alta resolución. El proceso de deposición, obtenido mediante vacío sobre un sustrato de cuarzo, produjo esta original aglomeración donde puede apreciarse una forma semejante a un volcán. Si nos fijamos con atención, en los detalles más pequeños

podemos apreciar que son madejas de nanotubos las que dan forma al volcán. Estos «hilos» de carbono que forman las madejas son más visibles en la superficie del cono volcánico. En este caso los nanotubos se encontraban dopados con átomos de Gadolinio (Gd), lo que sin duda favoreció la aparición de estas estructuras. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO HITACHI S-3000N



La morada de las nieves

Eberhardt Josué
Friedrich Kernahan
coautoría Enrique
Rodríguez Cañas

El Himalaya (en sánscrito «morada de las nieves») alberga la cumbre más alta del planeta, el monte Everest. Los glaciares se forman al acumularse la nieve en los fondos y laderas de los valles o en zonas de alta montaña. Junto con los casquetes polares, son las principales reservas de agua dulce del planeta, recurso vital e imprescindible para la subsistencia de los ecosistemas y del ser humano. La imagen, que recuerda la cara este del monte Everest junto al Lhotse con el glaciar de Kangshung en la parte inferior, muestra la superficie de un cristal semiconductor

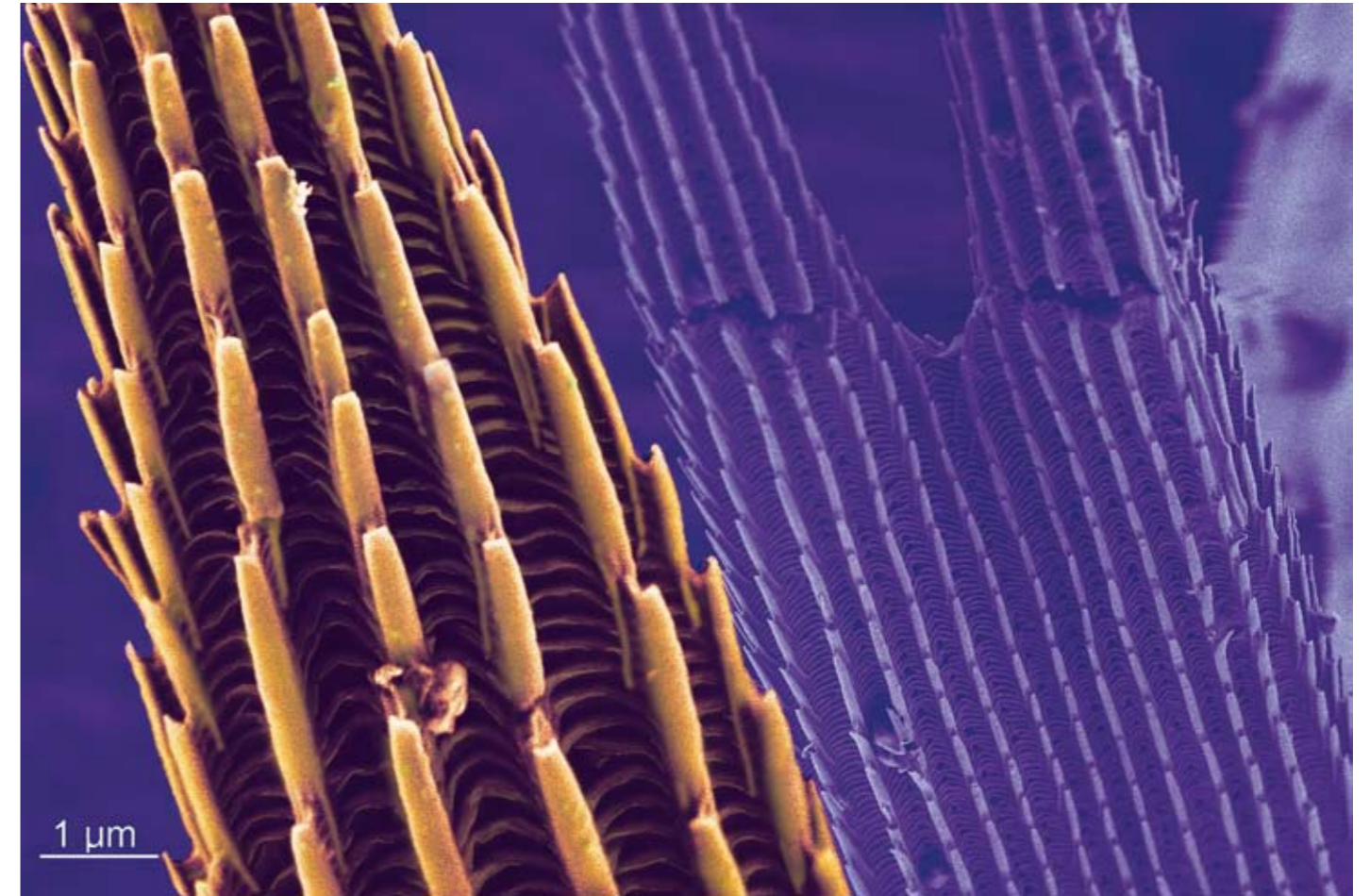
de tipo calcopirita. Estos materiales se están estudiando como alternativas más eficientes para el aprovechamiento y transformación de la radiación solar en electricidad. Sin esta radiación, que induce la evaporación del agua, se inhibiría la formación de nubes, precipitaciones, ríos y la fotosíntesis, perjudicando gravemente la supervivencia de plantas y animales. Sin agua, no existiría la vida. De ahí la importancia de impulsar el uso de tecnologías que favorezcan tanto el ahorro como el uso racional de los recursos naturales. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO, HITACHI S-3000N



Alas de mariposa
Manuel Gómez García
coautoría Massimo Lazzari

Las alas de mariposa están formadas por escamas cuya estructura hace que se produzcan los maravillosos colores que podemos observar en ellas. Estos colores se caracterizan porque no están causados por ningún tipo de pigmento. El color en este caso se produce de un modo puramente físico, al difractar la luz blanca (policromática) sobre la superficie estructurada de

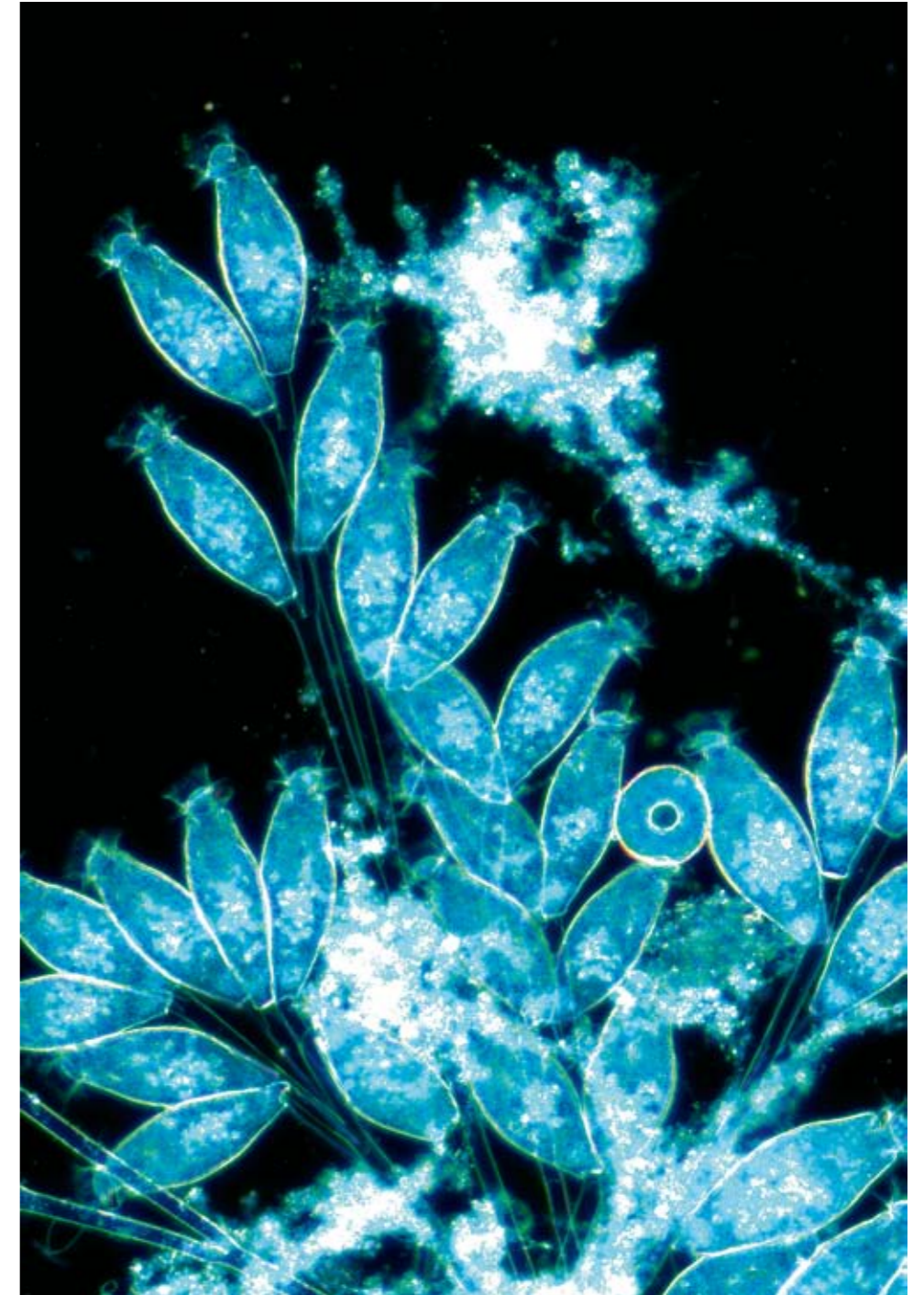
dichas escamas. A este tipo de color se le denomina color estructural y es el mismo que podemos apreciar en un CD. El reto para la ciencia está en poder reproducir esas estructuras, para lo cual no sólo debemos ser capaces de idear el método para fabricarlas sino que tenemos que sintetizar el material adecuado, en nuestro caso, polímeros. FESEM, ZEISS, ULTRA-PLUS



Colonia de Opercularia
Ángela Baeza Serrano

Las poblaciones de los microorganismos que depuran el agua y su abundancia dependen de una serie de parámetros físicos y químicos que favorecen o dificultan su ciclo vital. La bioindicación es un método de trabajo en el cual, mediante la observación microscópica de estos microorganismos, es posible conocer cómo está funcionando el proceso depurativo y cómo modificar sus condiciones funcionales para obtener un óptimo rendimiento. Los microorganismos presentes en los

tratamientos biológicos de depuración de agua nos ayudan a diagnosticar el funcionamiento del proceso de depuración. Esta colonia de protozoos ciliados sésiles del género *Opercularia* es una muestra tomada en un reactor biológico. Su proliferación nos indica condiciones deficientes en los reactores biológicos, tales como mala oxigenación, choques de carga o vertidos industriales, advirtiéndonos de la necesidad de tomar medidas de control en el proceso. MICROSCOPIO LEICA DM 2500, CAMPO OSCURO, X100

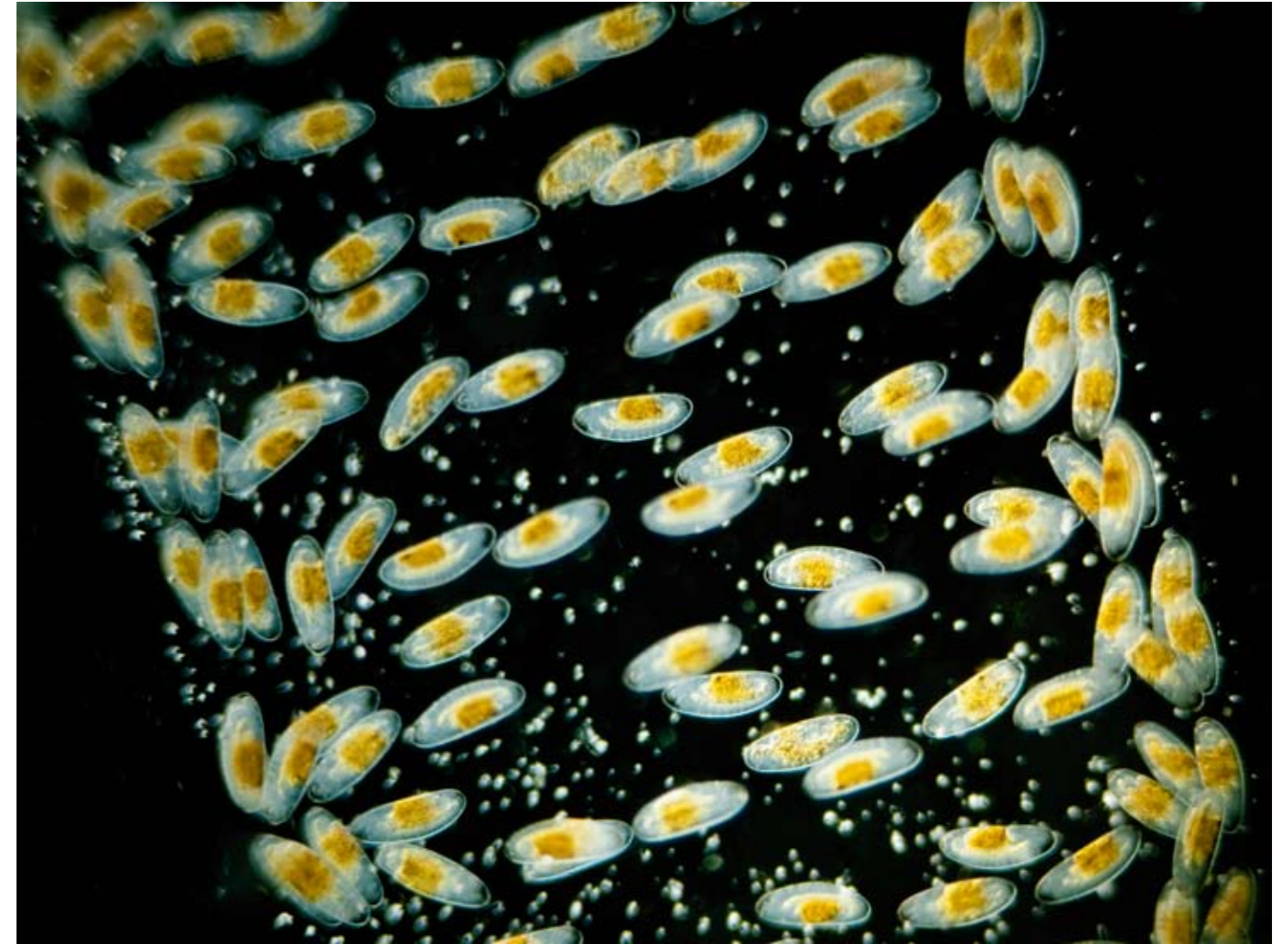


Espiral de vida
Rubén Duro Pérez

Las estrategias de supervivencia adoptadas por los organismos son de lo más variadas e impregnan todas las facetas de su vida, también su reproducción. La fotografía, obtenida mediante microscopio óptico e iluminación de campo oscuro, muestra la singular disposición de los huevos de un díptero del género *Chironomus*, que fija sus puestas a las algas y restos vegetales de las orillas de las charcas y lagunas. Los huevos están incluidos en un cordón gela-

tinoso que adopta la forma de una espiral, de manera que toda la puesta queda perfectamente ordenada y, además, protegida. La protección ofrecida por el cordón gelatinoso asegura el mantenimiento de la adecuada humedad para el desarrollo de los embriones además de evitar, o retrasar, el ataque de organismos como las bacterias o los hongos que podrían echar a perder totalmente las esperanzas reproductivas.

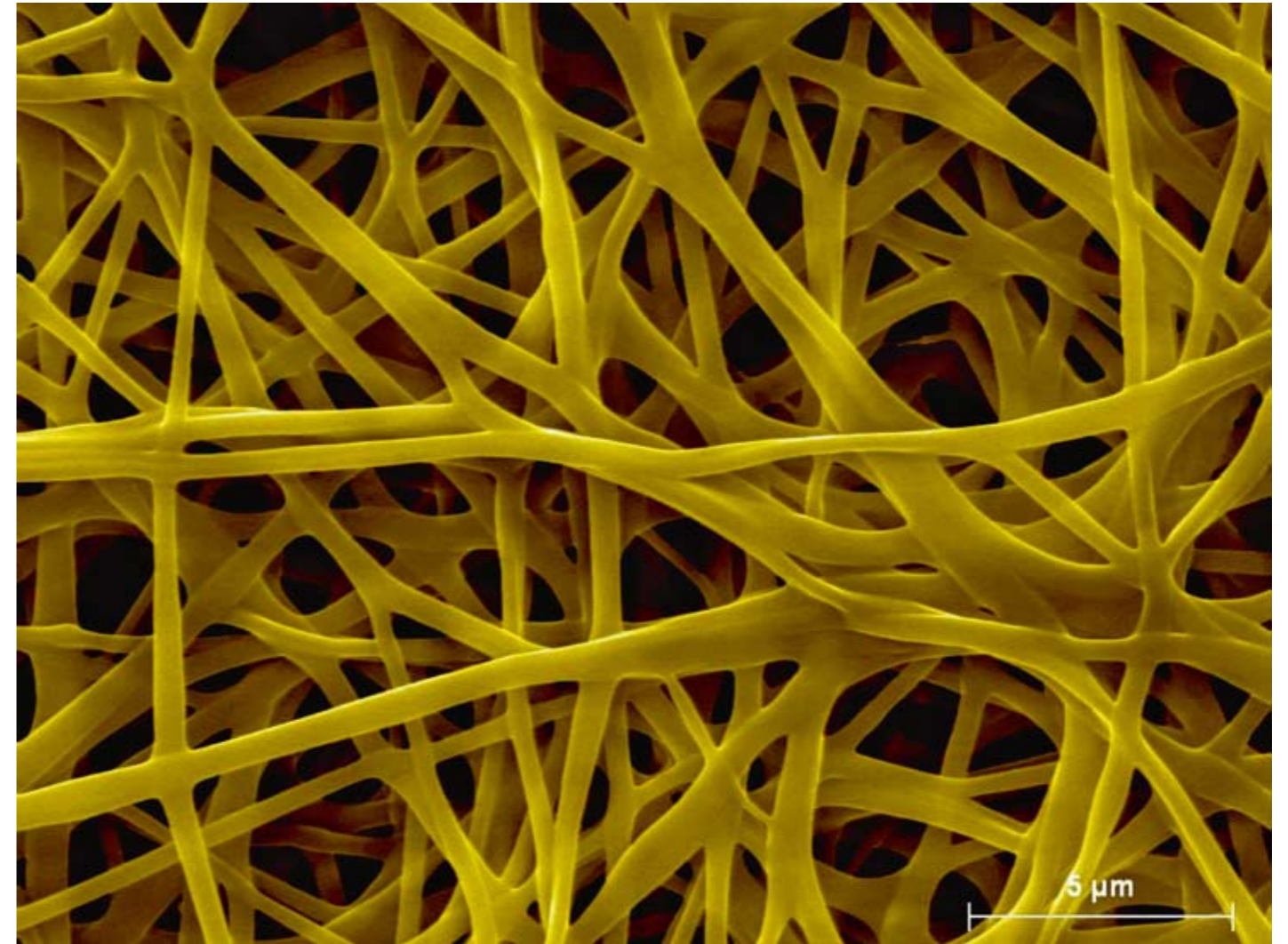
OLYMPUS E-330, MICROSCOPIO OLYMPUS BH-2



Sin fin
Joan Villanova
Calatayud

Fibras de *electrospinning* hechas de gliadinas fotografiadas con el microscopio electrónico de barrido. Las gliadinas son unas glucoproteínas presentes en el trigo y otros cereales dentro del género *Triticum* que son conocidas por su rol, junto con la glutenina, en la formación del gluten. Estas proteínas son esenciales para permitir que el pan se levante durante su preparación y le dé su forma durante la cocción.

En la foto se percibe la perfección de las estructuras ligadas que siguen una continuidad formando así una red. Estas fibras se utilizan para hacer bioplásticos a los cuales se le añaden agentes activos volátiles para que los disipen de forma controlada en los alimentos y añadan calidad para el consumidor final. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO: PHILIPS XL 30 ESEM. MICROSCOPIO AMBIENTAL CON MICROANÁLISIS EDAX PV 9760 Y HOT STAGE HASTA 1000°C



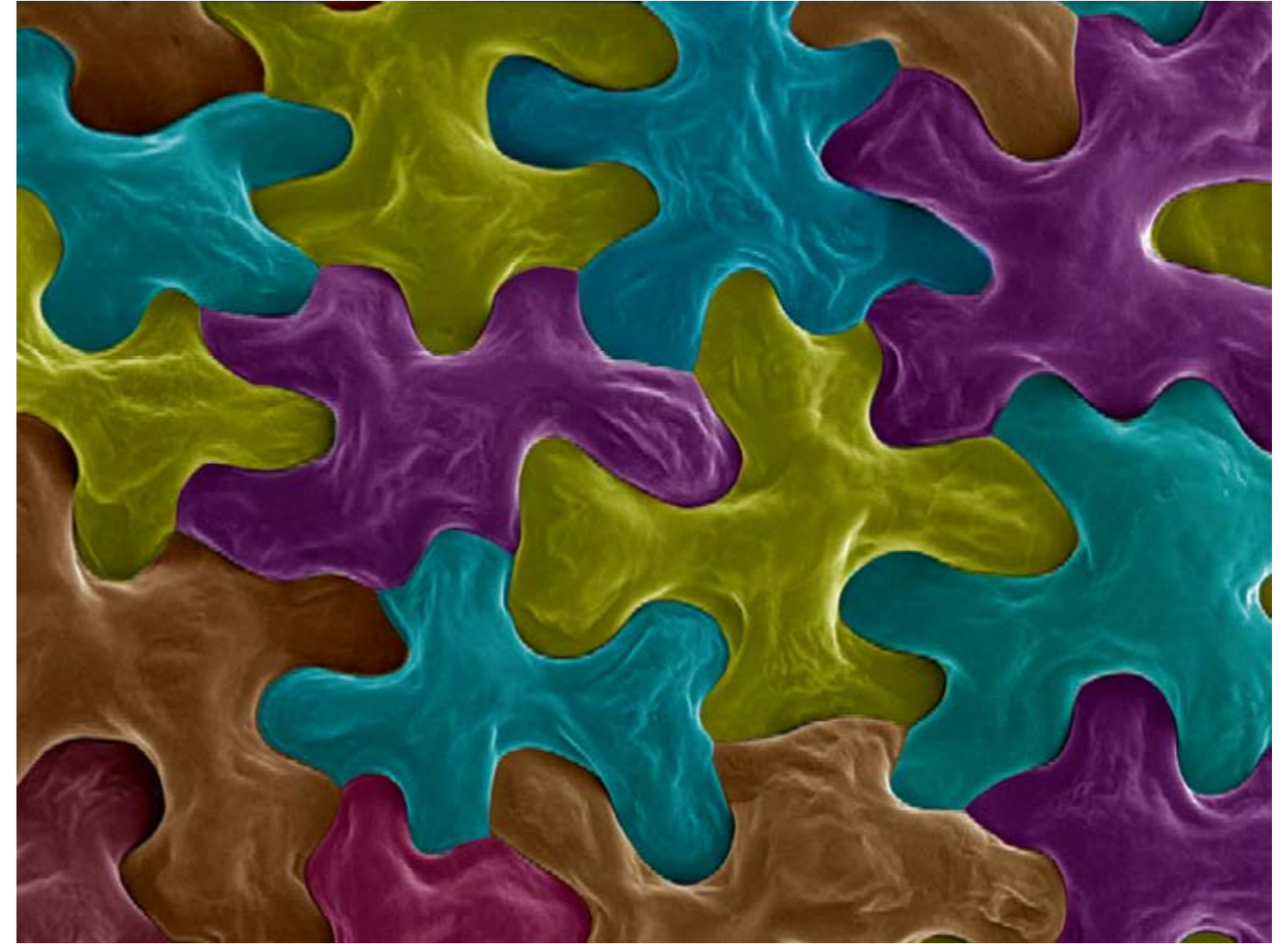
Puzle celular

Enrique Olmos Aranda
coautoría Nieves Fernández
García

En esta imagen vemos la epidermis de una hoja de una planta de tomate (*Solanum lycopersicum L.*). La epidermis suele ser impermeable y estar formada por una sola capa de células aplanadas y con formas poliédricas. Esta imagen muestra una epidermis inferior anómala donde destaca la ausencia de estomas. Las células epidérmicas forman un mosaico dándole un aspecto

de puzle, mostrando cómo se imbrican perfectamente unas células con otras dándole consistencia a la epidermis. Esta fotografía ha sido captada con un microscopio electrónico de barrido en muestras que fueron preparadas mediante criofijación.

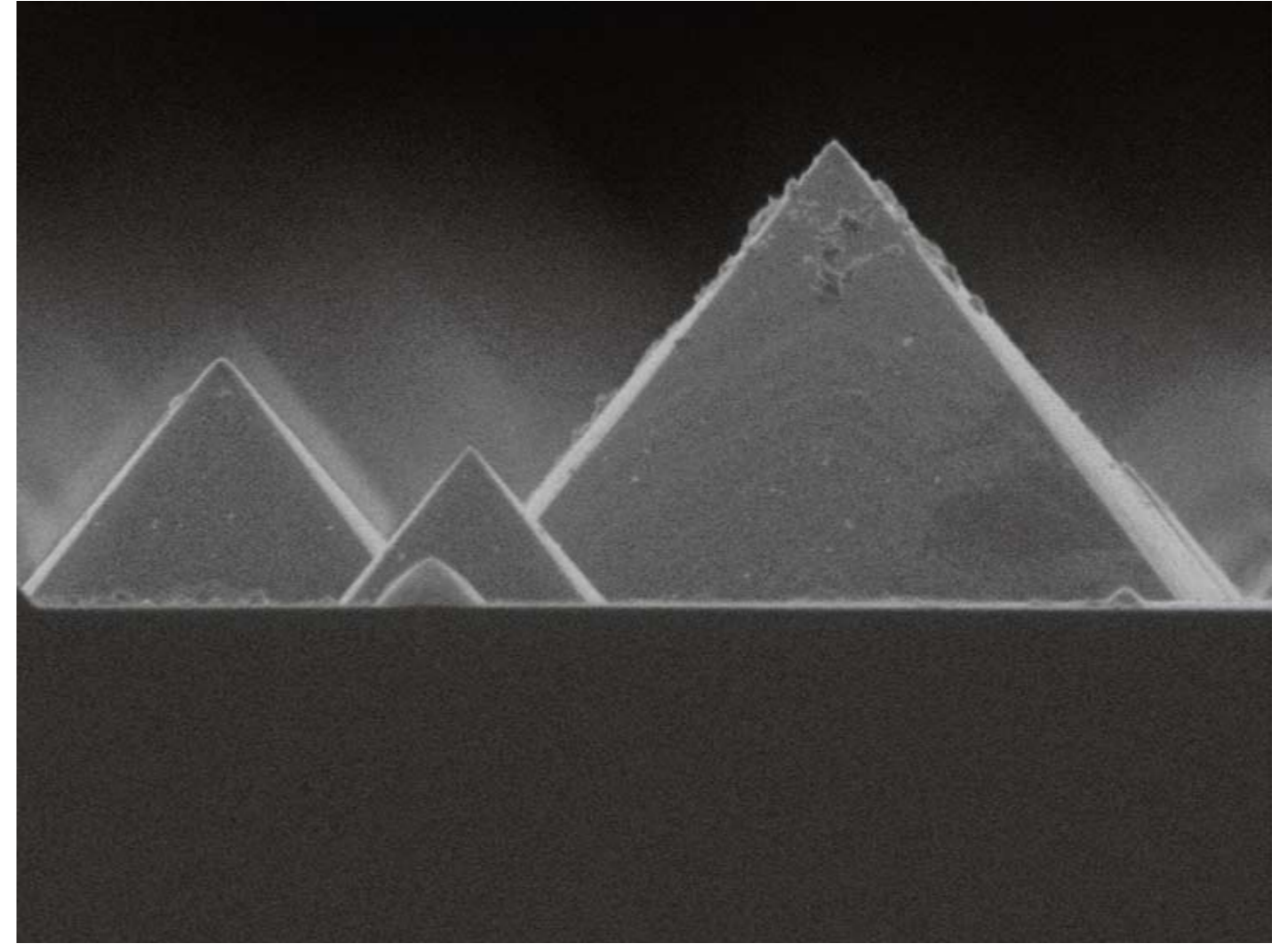
MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO JEOL JSM-6100. EL
VOLTAJE UTILIZADO FUE DE 15 KV



Silicio piramidal
Francisco José García
García

En esta imagen se muestra la creación de silicio con forma de pirámide sobre su superficie mediante ataque electrofítico por inmersión a una temperatura cercana a los 100 °C. Este tipo de microestructura es de un gran atractivo y enorme importancia en la fabricación de celdas solares más eficientes y, por ende, para la industria de energías renovables. Lograr celdas

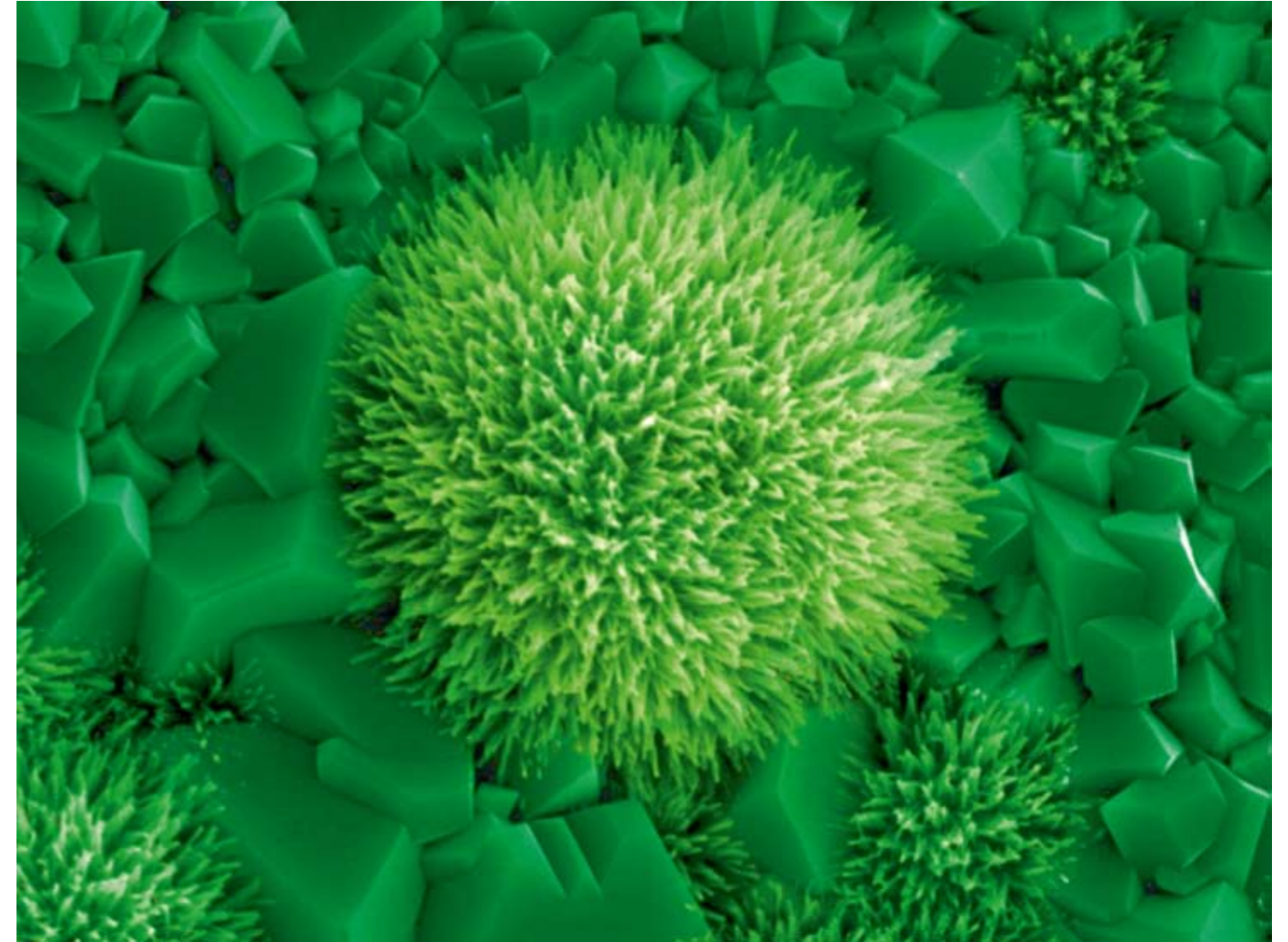
solares de gran eficiencia es quizás el reto de mayor importancia en este sector, debido al bajo rendimiento de las mismas. Para ello, se busca que el material (silicio) esté lo más texturado posible, pues ello permite reducir la reflexión de luz incidente y, en consecuencia, aumentar la eficiencia de la celda solar. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO
HITACHI S-4800



*Flor de malaquita
en jardín de atacamita*
Carlos Pérez Garrido

La fotografía muestra unos agregados fibroso-radiales de malaquita $[\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2]$ formados como resultado de una desestabilización de los cristales circundantes de atacamita $[\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3]$ en un medio carbonatado. Estos dos minerales, malaquita y atacamita, pertenecen a sistemas cristalográficos diferentes dando patrones de crecimiento muy distintos. La malaquita forma cristales fibrosos, mientras que la atacamita crece generando bellos cristales con caras cristalinas muy

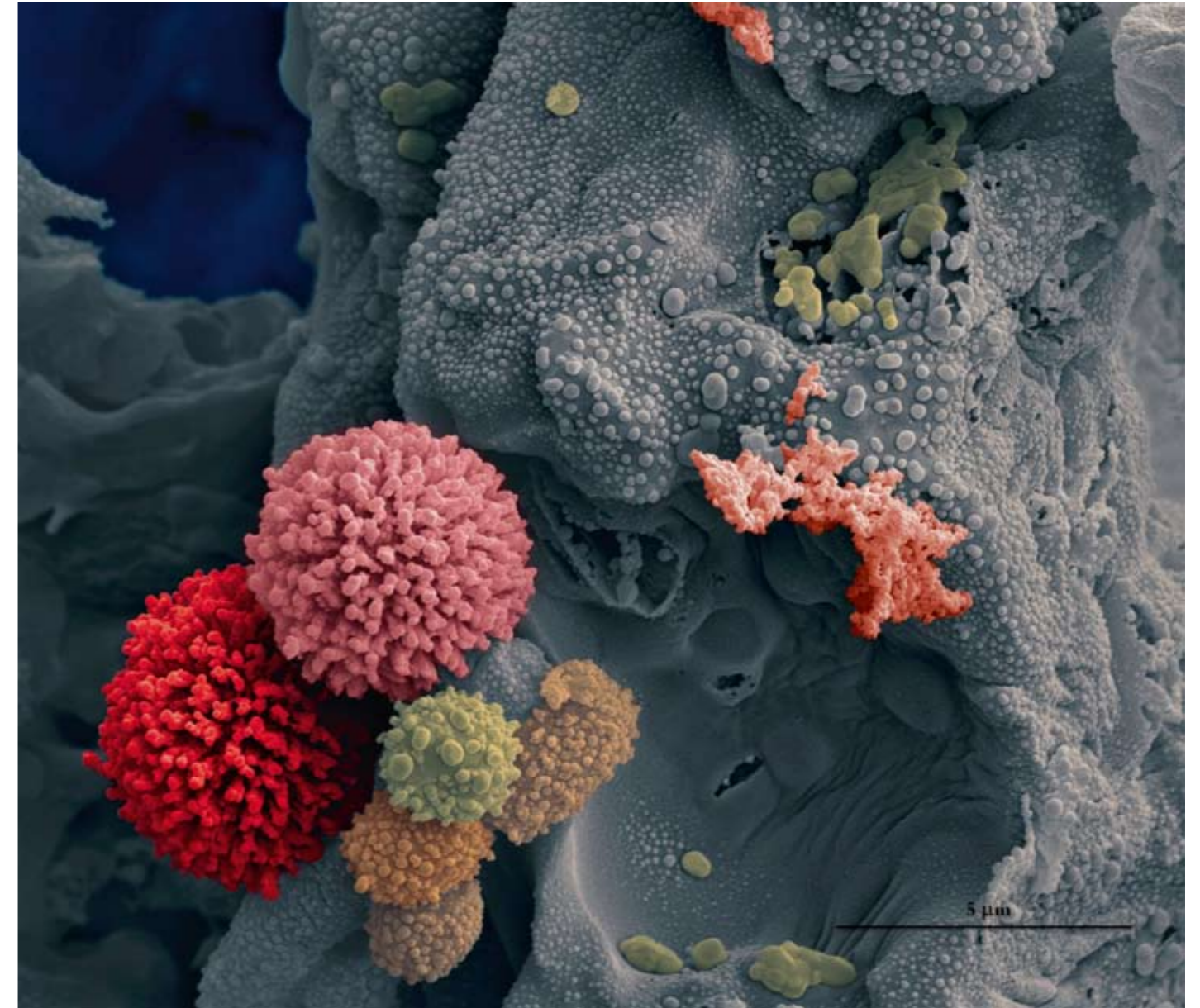
bien definidas. Durante el crecimiento de estos minerales se incorporan elementos contaminantes, en este caso el cobre. El estudio de estas transformaciones minerales nos ayuda a comprender mejor la estabilidad de elementos contaminantes presentes en las aguas y diseñar nuevas estrategias para poder eliminar estas sustancias contaminantes de los ambientes acuáticos. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO JEOL-6400, A 3.500 AUMENTOS



Desde el fondo del mar
María Carbajo Sánchez

Los carbones activados son materiales de naturaleza porosa con una elevada superficie interna, lo que les confiere excelentes propiedades adsorbentes. En los últimos años se han llevado a cabo múltiples trabajos de investigación acerca de la preparación de carbones activados a partir de residuos generados por diferentes industrias agrícolas. Actualmente su principal mercado lo constituye el tratamiento de aguas residuales y la purificación de aguas potables. En concreto, se utilizan como

adsorbente en sistemas de adsorción y como catalizador o soporte catalítico de fases activas en procesos de catálisis. Esta microfotografía corresponde a la superficie de un carbón activado utilizado como catalizador en la ozonación fotocatalítica de aguas contaminadas, pero parece transportarnos a algún lugar del fondo del mar entre arrecifes de coral. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO QUANTA 3D FEG DE FEL DETECTOR DE ELECTRONES SECUNDARIOS



Nanocubitos de hielo
Gemma García Alonso

Imagen realizada sobre una superficie de silicio tratada con ácido fluorhídrico (HF) para eliminar la capa de óxido nativo. La estructura cúbica observada son restos de cristales de silicio formados en la superficie durante el corte de la muestra que también han sido atacados al realizar el tratamiento con HF en toda la superficie. En la

superficie se observan restos de formación de gotas que se han solidificado probablemente también debidas a un tratamiento con HF fallido. Sobre toda la muestra se apreciaban conjuntos de cristalitas en forma cúbica como los que aparecen en esta imagen. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO ZEISS MERLIN



¡Socorrooo!
María José Tárrega
Martí

La escasez de recursos hídricos en la sociedad actual de consumo ha llevado a convertir la depuración de aguas residuales en una necesidad apremiante. La tecnología más extendida para la depuración es el proceso de fangos activos, que consiste en el uso de los contaminantes orgánicos contenidos en el agua bruta para la formación de una red trófica compleja constituida por comunidades de bacterias, protistas y metazoos. Dentro del concepto de fangos activos, existen multitud de variantes del proceso que favorecen el desarrollo de

diferentes microorganismos. Por tanto, su presencia e identificación mediante técnicas microscópicas es bioindicadora de la calidad del proceso y sus posibles perturbaciones. Organismo del género *Vorticella* del complejo *acuadulcis* en reproducción por fisión binaria. Se caracteriza por presentar una vacuola contráctil en la parte superior y un macronúcleo en forma de «C». Su presencia en fangos activos se asocia a condiciones medias de depuración.

MICROSCOPIO ÓPTICO LEICA DM 2500. CONTRASTE DE FASES
A 200 AUMENTOS

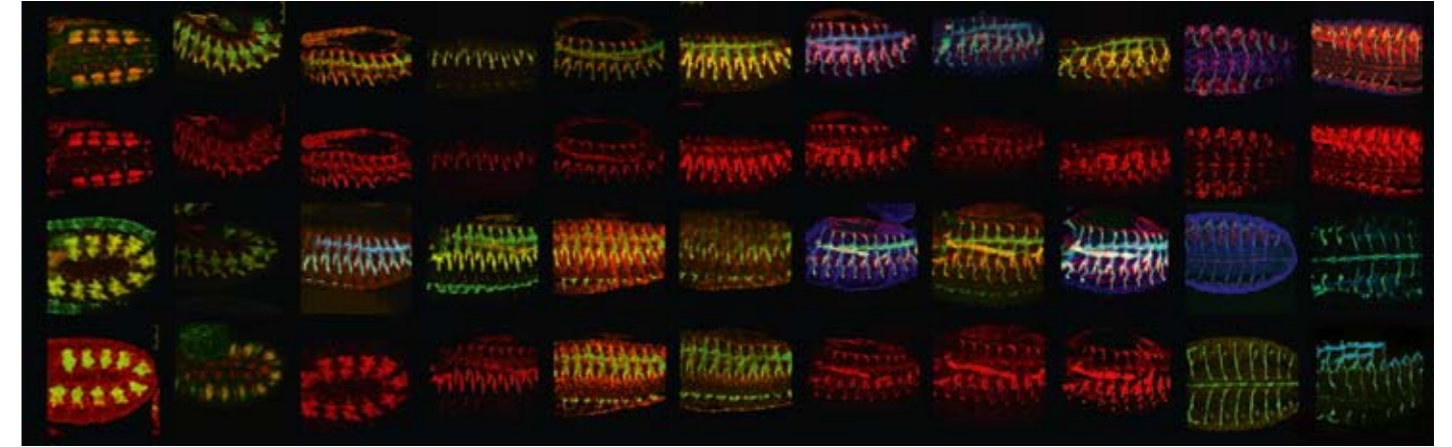


Desarrollo del árbol traqueal y mecanismos molecular y celular
Gaëlle Lebreton

Durante la formación de los órganos las células se reagrupan, cambian de forma y se organizan en complejas estructuras tridimensionales. Esta organización del tejido se lleva a cabo a través de varios procesos como la migración celular, la adhesión entre ellos y sus cambios de forma. El sistema traqueal de *Drosophila* consiste en una red ramificada tubular y, por tanto, representa un modelo excelente para estudiar la formación de los órganos conectados como los riñones, los pulmones o el sistema vascular de los mamíferos. Nos permite también mejorar nuestra comprensión de

fenómenos implicados en la formación de tumores cancerosos tales como la invasión de células tumorales o su riego por la formación de nuevos vasos sanguíneos (angiogénesis). En esta imagen se ven los distintos estadios embrionarios durante los cuales las células traqueales van a migrar en una dirección muy específica para formar el árbol traqueal que permitirá la respiración de la futura larva. Se puede seguir la expresión de distintas proteínas dentro de las células con una inmunodetección fluorescente, como se ve en los distintos paneles.

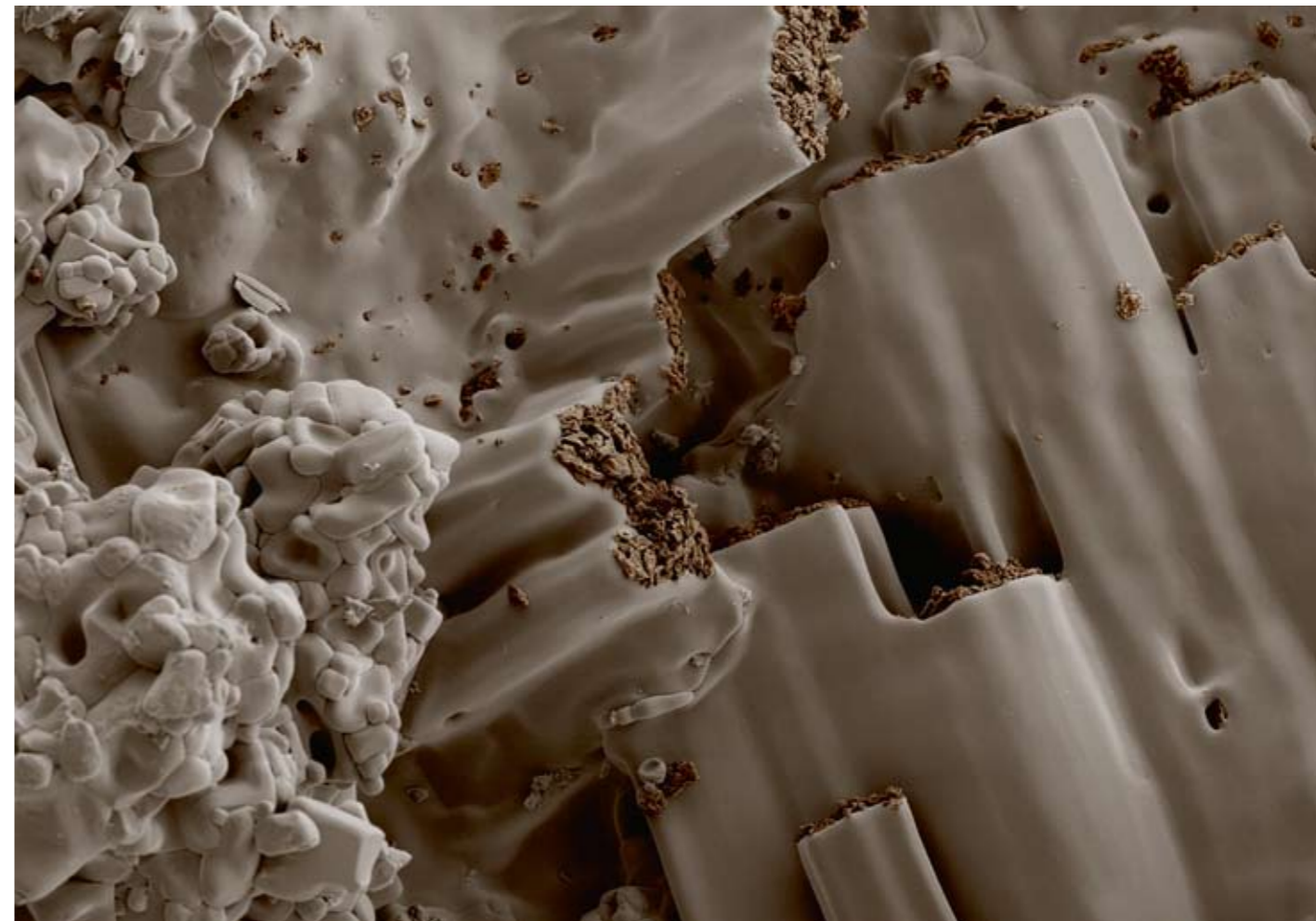
MICROSCOPIO CONFOCAL LEICA SP5



Chocolate salado
M^a Carmen
Jiménez de Haro
coautoría Hernando
Herrero

En la actualidad, es imposible concebir el estudio del patrimonio histórico sin su estrecha relación con la ciencia y la tecnología, herramientas básicas para conocerlo, protegerlo y conservarlo. Los ensayos de alterabilidad o envejecimiento artificial acelerado se utilizan para evaluar la resistencia de materiales rocosos y otros materiales de construcción a la acción de diversos agentes de alteración, como agua, hielo, sales solubles, contaminantes atmosféricos, etc. En esta imagen, obtenida mediante microscopía electrónica de barrido, se observa un detalle de unos

cristales de cloruro sódico en una roca ornamental que ha sido sometida a un envejecimiento acelerado mediante niebla salina. La muestra pertenece a las canteras de «La Batida» en Carmona (Sevilla). Esta roca es un tipo de biocalcarenita y es el elemento constructivo principal de la muralla perimetral, de los alcázares y de los restos romanos de la ciudad, entre otros. La imagen obtenida recuerda a un pastel de chocolate, aunque en realidad sabría un poco salado con tanto cloruro sódico. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO HITACHI S-4800



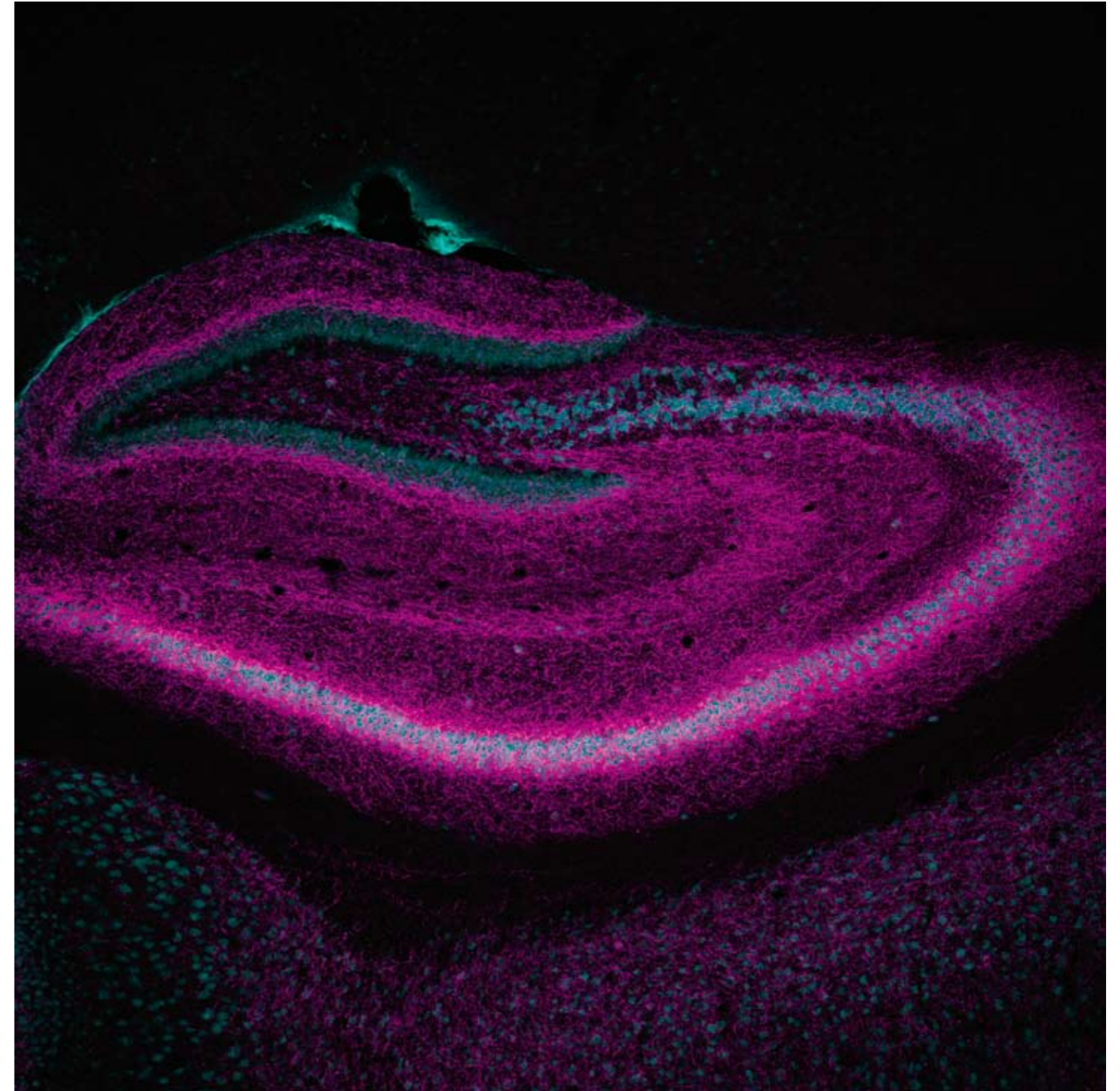
*Autopista hacia
tus recuerdos*

Adán de Salas Quiroga
coautoría Ismael Galve-
Roperh y Manuel
Guzmán

En la imagen podemos apreciar una pequeña parte de la maraña de conexiones que, a modo de nudo conector de carreteras, contribuye a orquestar patrones cognitivos complejos así como a evocar recuerdos y emociones. Se trata de una sección de hipocampo de ratón, en la que se ha puesto de manifiesto el receptor cannabinoide CB1 (en morado), mediador de las acciones psicoactivas del fitocannabinoide THC, y los somas o cuerpos neuronales, denotados por su inmunoreactividad frente al antígeno

neuronal NeuN (en turquesa). El mentado receptor cannabinoide tiene funciones esenciales, a modo de semáforo o limitador de velocidad, en el control y modulación fina de elevados y complejos procesos cognitivos. En dichos procesos podemos visualizar la transmisión de información química entre circuitos neuronales como un sinfín de vehículos transitando a través de miles de millones de vías distintas prácticamente al mismo tiempo. MICROSCOPIO

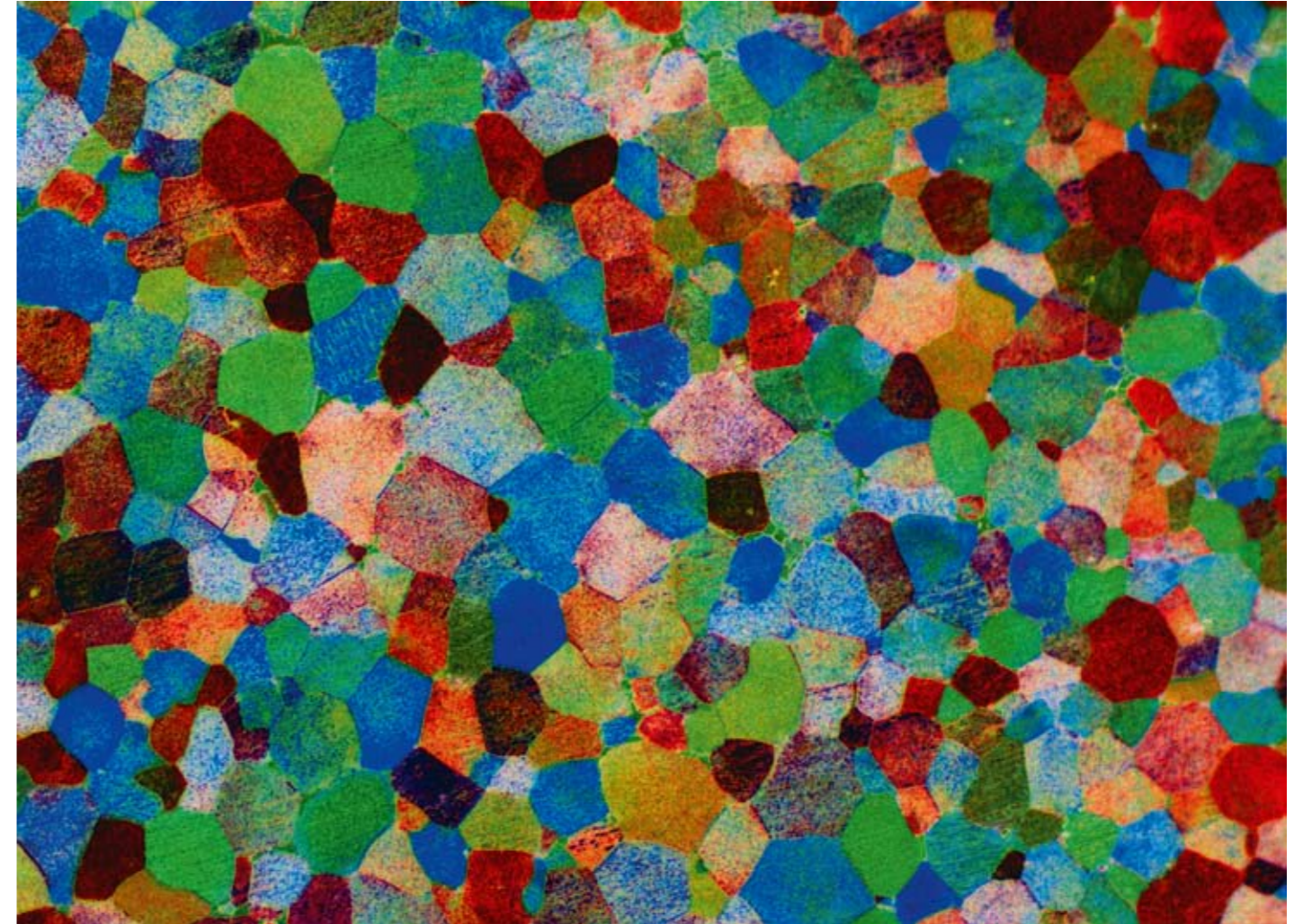
CONFOCAL LEICA SP2 (OBJETIVO 10X)



*Microestructura
de aluminio recocido*
Francisco José García
García

En esta imagen se muestran la distribución y tamaño de los granos de aluminio puro recocido, es decir, su microestructura. Observar la microestructura de cualquier material en general de extrema importancia porque ésta es determinante a la hora de establecer sus propiedades mecánicas, tales como deformación, elasticidad, etc. La gran nitidez de esta imagen se manifiesta por la ausencia de líneas de pulido y el hecho de que los granos apa-

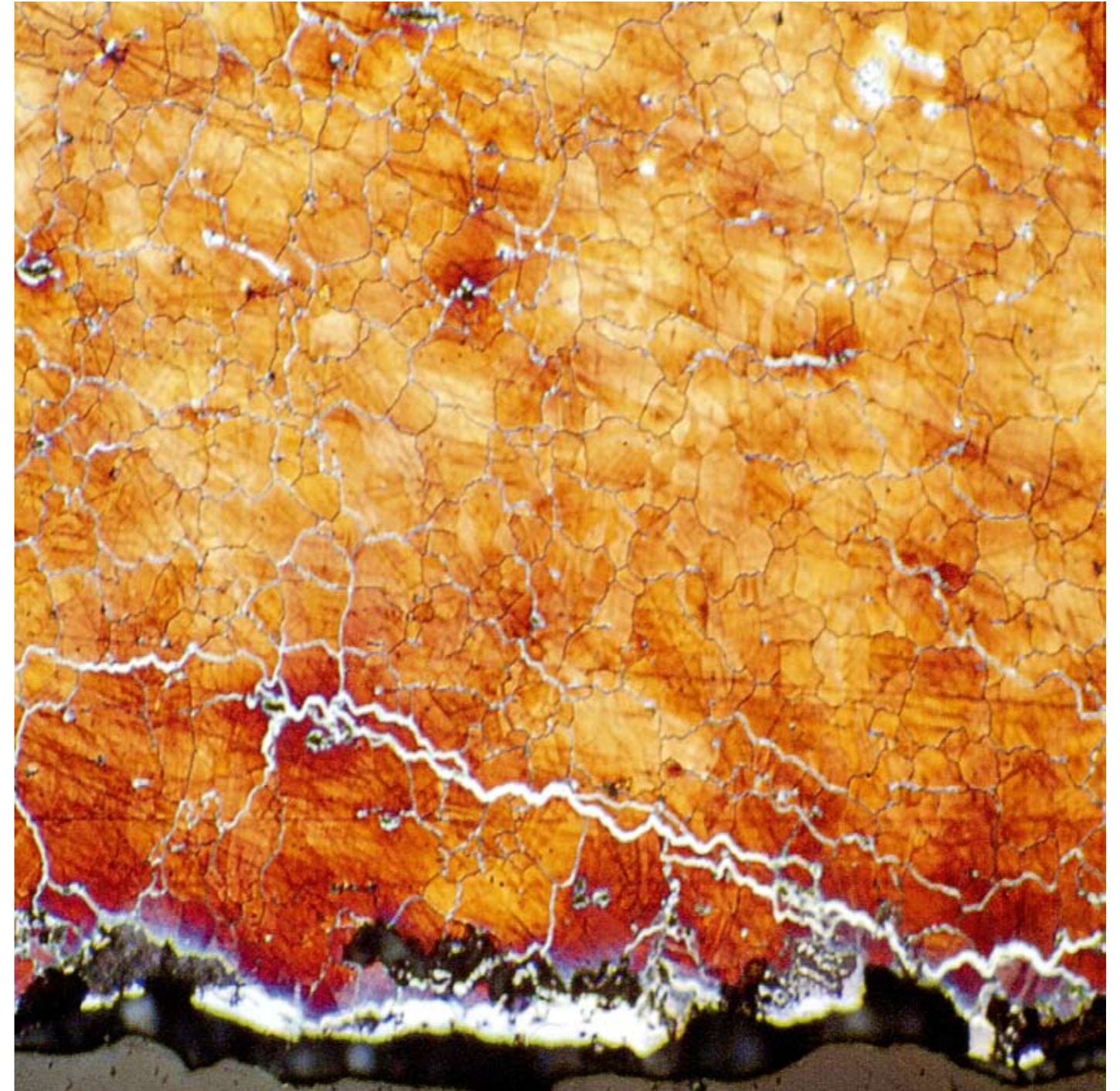
rezcan en diferentes colores. Esta difícil tarea se alcanza mediante un proceso de electropulido suave que elimine los defectos originados durante el pulido mecánico sin atacar en demasía el material seguido de un proceso de ataque químico en un medio apropiado que cree un efecto óptico (color) en los granos con orientaciones cristalográficas diferentes. MICROSCOPIO ÓPTICO
CON CÁMARA LEICA DFC295



*Los colores
que no se ven...*
Moisés Rodríguez
Bayona

Imagen de microscopio metalográfico, a 200 aumentos, de una muestra arqueológica de un cuchillo de metal prehistórico. Se observan distintos elementos y fases de la microestructura interna de este metal (cobre arsenicado). A través de su estudio podemos llegar a comprender su proceso de manufacturación. En este caso, el metal de este cuchillo de hace unos 5.000 años, procede de Cabezo Juré, el poblado meta-

lúrgico más antiguo de toda la península ibérica. Después de enfriarse en un molde fue forjado y recalentado para evitar su rotura y por último vuelto a forjar para conferirle unas excelentes propiedades. La llamativa presencia de acentuadas líneas blancas indica la concentración de arsénico en el borde de los cristales que forman este metal. MICROSCOPIO METALOGRAFICO REICHERT MEF2A



117

Dossier



Bailarina
Juan Manuel Maroto Romo



*Avispa asiática
patrullando en un colmenar*
Daniel Solabarrieta
Arrizabalaga



*Celulosa superhidrófoba
luminiscente*
Raquel de Francisco Rivas
coautoría Laura de Francisco
Rivas y Mario Hoyos Núñez



Fluorescencia entrópica
Alicia Albaladejo Herreros,
Alejandro Martínez
Ballesteros, Francisco Javier
Tébar Martínez y David
Villodre González



Reflectores vivos
Iago Leonardo



Bioindicador natural
Daniel Martínez Sebastián



Esfera refractaria
Inmaculada Díaz Francés
coautoría José Díaz Ruiz



Arquitectura animal
José Antonio Sencianes
Ortega



Híbrido hidrofóbico
Pedro López-Aranguren
coautoría Lourdes F. Vega,
Concepción Domingo
y Julio Fraile



Estrellas circumpolares
Jesús Peláez Aguado



Molinos de viento
Miguel Jiménez de Castro



*Reflexión total en
las manos de nuestra hija*
Sara María Alonso Ruiz
coautoría Francisco
Fernández Escoté



Lo que el ojo no ve
Manuel Martín Franquelo



La vida en rosa
Sombrero de algodón
Juan Ignacio Boubeta
Sánchez



Las uvas de la vida
Laura Jiménez Romasanta



Electro-movimiento
Alberto Ojeda Muñoz



Cambio climático
Sara Becerril Mañas
coautoría Beatriz Ramírez



Creo que somos hermanos
Víctor Gallego



iRayos!
Antonio Bode Riestra



La luz
Laura Tormo Cifuentes



Terror bajo el agua
Armelle Klopstein



Grafeno post-impresionista
Valerio Voliani
coautoría Camilla Coletti



Los Órganos de La Gomera
María José de la Mata
Segarra coautoría Enrique
Rodríguez Cañas y Eberhardt
Josué Friedrich Kernahan



Redes sociales
Laura Moles Alegre
coautoría Marta Gómez
Delgado y Esther Jiménez
Quintana



Arlequín
Alba Herraiz Yebes
coautoría Xavier Belles



Coral de cristal
Javier García Martínez



Donuts® de chocolate
Nanovolcán
Ramón Fernández Ruiz



Cupcakes de vid
Virginia Alonso-Villaverde
Iglesias coautoría Katia Gindro



El coloso imbatible
Javier Ramiro Moreno
coautoría Eberhardt Josué
Friedrich Kernahan y
Enrique Rodríguez Cañas



Salvinia
Silvia Andrade



Playa de Carboneras
Bernardo Cesare



La morada de las nieves
Eberhardt Josué Friedrich
Kernahan coautoría Enrique
Rodríguez Cañas



Alas de mariposa
Manuel Gómez García
coautoría Massimo Lazzari



Colonia de Opercularia
Ángela Baeza Serrano



Espiral de vida
Rubén Duro Pérez



Sin fin
Joan Villanova Calatayud



Puzle celular
Enrique Olmos Aranda
coautoría Nieves
Fernández García



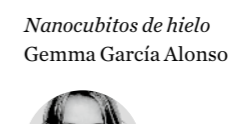
Silicio piramidal
Microestructura de
aluminio recocido
Francisco José García
García



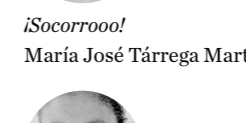
Flor de malaquita
en jardín de atacamita
Carlos Pérez Garrido



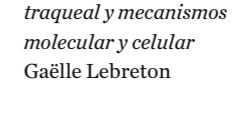
Desde el fondo del mar
María Carbajo Sánchez



Nanocubitos de hielo
Gemma García Alonso



¡Socorrooo!
María José Tárrega Martí



Desarrollo del árbol
traqueal y mecanismos
molecular y celular
Gaëlle Lebreton



Chocolate salado
Mª Carmen Jiménez
de Haro coautoría Hernando
Herrero



Autopista hacia
tus recuerdos
Adán de Salas Quiroga
coautoría Ismael Galve-
Roperh y Manuel Guzmán



Los colores que no se ven...
Moisés Rodríguez Bayona