



CIENCIA

Biomateriales, larga vida a la nueva carne

Las posibilidades de biomateriales como el grafeno, la tela de araña o las fibras artificiales están poniendo patas arriba el mundo de la ciencia, de la salud e incluso de la economía. Nunca antes se había ido tan lejos como ahora en neurología o en medicina regenerativa. ¿Se están superando las capacidades de nuestro cuerpo con su implantación? Respondemos con los hitos más recientes.

MICROFOTOGRAFÍA ÓPTICA DE HILOS DE SEDA DE ARAÑA. DE *CIELO Y TIERRA* (PHAIDON)

Westworld, tanto la serie de Jonathan Nolan como la película de Michael Crichton, aborda un mundo en el que se busca la inmortalidad del alma humana a través de la Inteligencia Artificial; Richard Fleischer en *Un viaje alucinante* miniaturiza a todo un equipo médico para introducirlo en el cuerpo humano y la saga *Terminator* de James Cameron convierte la existencia en una pelea inacabable y mesiánica entre humanos y robots. La ciencia ficción siempre va por delante de los avances científicos, por lo que conviene no perder de vista sus intuiciones, que nos sirven de referente y de

anticipación. Estos títulos y sus planteamientos son algunos de los favoritos de los científicos que en estos momentos investigan en torno a los llamados biomateriales inteligentes, definidos por Mari Pau Ginebra (Barcelona, 1963), directora del Grupo de Biomateriales, Biomecánica e Ingeniería de Tejidos de la Universidad Politécnica de Cataluña, como aquellos diseños que estimulan la capacidad natural de regeneración que tienen nuestras células, potenciándolas incluso en situaciones en las que su capacidad está mermada a causa de enfermedades o traumatismos: “Su fi-

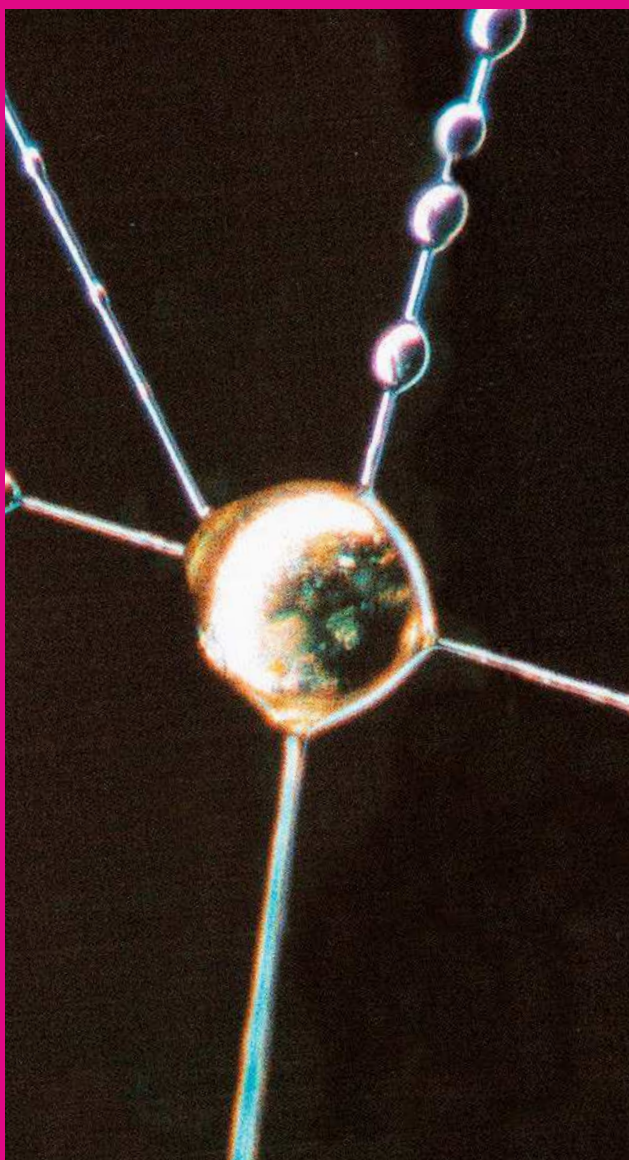
nalidad es producir un “diálogo” con los tejidos vivos, dirigiendo la actividad celular para potenciar su capacidad regenerativa. Son conocidos también como “materiales bioestructivos” por ser capaces de enseñar o adiestrar las células”. Casi ciencia ficción.

ACCIONES TERAPÉUTICAS

Nunca llegaremos a los extremos del viaje de Fleischer pero, según Luis M. Liz-Marzán (Lugo, 1965), reciente Premio Nacional de Investigación y director científico en CIC biomaterials GUNE, sí existen diseños de nanomateriales que pueden via-

jar por el cuerpo y realizar acciones terapéuticas de forma localizada y específica: “Los biomateriales inteligentes pueden responder a estímulos externos para realizar una función concreta. Parece claro que encuentran múltiples aplicaciones en salud, por ejemplo en la liberación controlada y localizada de fármacos cuando el propio material detecta la necesidad o la regeneración de tejidos dañados mientras dura la lesión”.

No es raro que Eduard Masvidal Codina (Tarragona, 1992), del Instituto de Microelectrónica de Barcelona (CSIC) haya elegido la distopía de Nolan.



Recientemente ha sido noticia por su trabajo en el desarrollo de interfaces cerebro-ordenador basados en transistores de grafeno. Un implante de este material conseguía detectar actividad cerebral a frecuencias muy bajas. “La ingeniería de materiales y biomédica –señala Masvidal– puede contribuir mucho a mejorar la calidad de vida de personas que por nacimiento o por circunstancias de la vida conviven con diversas discapacidades. Los marcapasos y las prótesis auditivas son ya comunes y dispositivos para mejorar las capacidades audiovisuales o del habla están ya en desarrollo. In-

cluso hay casos de superación de las capacidades humanas”.

Precisamente en octubre del año pasado se hacían públicos los resultados del Proyecto Theia. Liderado por Gabriel Silberman, director del Instituto de Ciencia y Tecnología de Barcelona (BIST), sus estudios en torno a una retina de grafeno podrían devolver la esperanza a más 200 millones de personas con problemas de visión o directamente con ceguera. “El grafeno es un material que ha atraído mucha investigación y que tiene un gran potencial en sectores como la

electrónica flexible o los materiales con propiedades funcionales avanzadas –explica a El Cultural la catedrática Ginebra, que trabaja en estos momentos en materiales para ingeniería de tejidos, principalmente destinados a la regeneración de hueso–. Su utilización en medicina regenerativa no está todavía bien definida. En este campo no solamente son importantes sus propiedades eléctricas y ópticas sino que es fundamental entender su interacción, su compatibilidad, con tejidos biológicos. Ya hay muchos investigadores trabajando en esa dirección. Sin embargo, se trata de un material no biodegradable y en este sentido su aplicabilidad no está clara”.

Para Masvidal –cuyo trabajo, realizado junto a un equipo integrado por varias instituciones,

zadas, como la deposición química de vapor, que permiten obtener largas capas de grafeno de buena calidad”.

ESTABLE, FLEXIBLE, INERTE...

Para este estudiante de doctorado de la Universidad de Barcelona su bidimensionalidad le hace poseedor de un conjunto de propiedades muy difíciles de encontrar: “Es conductor como un metal y a la vez es transparente como un vidrio. Es estable técnicamente, flexible e inerte, lo que lo hace muy biocompatible. Es muy sensible además a variaciones en su superficie. Usando el efecto de campo, el mismo fenómeno que actúa en los transistores de toda la electrónica digital, el grafeno nos permite monitorizar variaciones eléctricas”. Como consecuencia de todo ello, se están multiplicando las líneas de investigación en torno a este material. Destacan el Graphene Flagship, un apuesta fuerte de la Comisión Europea para el estudio de los materiales bidimensionales con proyección a múltiples campos, y el proyecto BrianCom, que tiene como objetivo desarrollar una nueva generación de dispositivos neuroprotésicos para el registro y la estimulación de la corteza cerebral humana. Sus estudios se centran principalmente en la restauración del habla y la comunicación en pacientes afásicos (trastorno del lenguaje producida por una lesión cerebral).

“Por sus propiedades eléctricas inusuales y su elevada superficie específica, el grafeno podría revolucionar sectores como el medio ambiente, las co-

“LA FINALIDAD DE LOS BIOMATERIALES INTELIGENTES ES PRODUCIR UN ‘DIÁLOGO’ CON LOS TEJIDOS VIVOS”. M.P. GINEBRA

podría permitir un conocimiento más profundo del cerebro–, la gran diferencia del grafeno con respecto a otros materiales es su bidimensionalidad: “Se trata de una única capa de grafito. Así fue cómo se aisló la primera vez, separando las capas de grafito de la punta de un lápiz, aunque ahora ya se han desarrollado técnicas mucho más avan-



CIENCIA | BIOMATERIALES

municaciones, la biomedicina o la catálisis”, precisa María Vallet Regí (Las Palmas de Gran Canaria, 1946), catedrática emérita de Química Orgánica de la Universidad Complutense de Madrid especializada en investigar con nanopartículas mesoporosas de sílice como portadoras de fármacos.

Otro biomaterial que viene dando grandes alegrías al mundo científico –y no menos importante que el grafeno por sus implicaciones en el mundo de la salud– es la tela de araña, una de las fibras naturales más fuertes que se conocen y capaz de competir con el acero en resistencia. En un futuro no muy lejano podría servir de soporte en medicina regenerativa para fijar implantes de tejidos y órga-

“SI UN ROBOT ES EL QUE FUNCIONA CON MATERIALES ARTIFICIALES, ENTONCES YA ESTAMOS ROBOTIZADOS”.

LIZ-MARZÁN

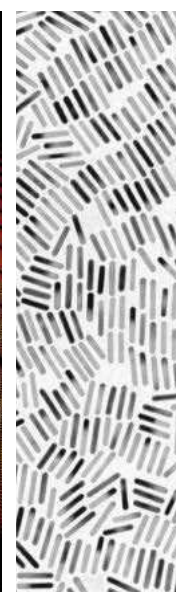
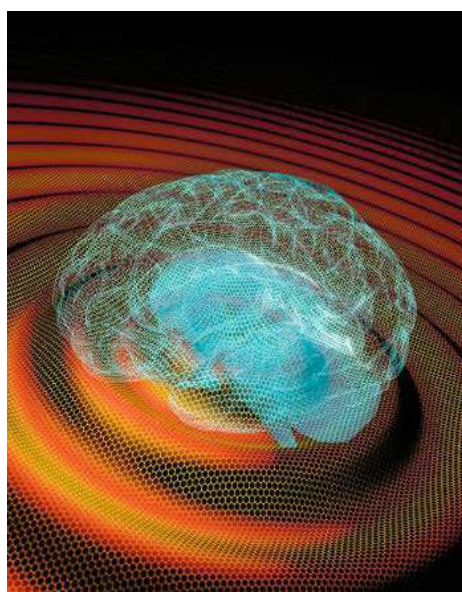
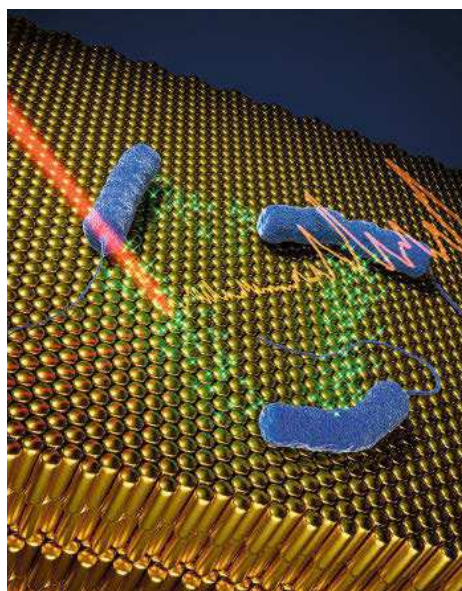
nos. Uno de los científicos que mejor conoce las posibilidades de la seda de araña es Gustavo Guinea, actual director del Centro de Tecnología Biomédica de la Universidad Politécnica de Madrid. Junto a su equipo ha experimentado durante años con el “hilo de seguridad”, uno de los siete tipos de seda que producen las arañas para colgarse con sorprendentes propiedades mecánicas. Reconstruir una parte del hígado o regenerar un nervio periférico con este biomaterial está lejos de ser realidad

pero se abre un horizonte de grandes posibilidades. Sus proteínas, enormemente resistentes, no producen rechazo alguno al contacto con el cuerpo humano, por lo que forman el material perfecto para construir andamiajes celulares.

EL MATERIAL MÁS RESISTENTE

Recientemente, un grupo de científicos estadounidenses publicaba un artículo en la revista *Chemical & Engineering News* en el que anunciaban la creación de una seda de araña sintética que quintuplicaba la resistencia de la seda natural. Entre los destinos de este biomaterial extraordinario está el desarrollo de piel artificial. Un estudio de varios científicos de la Universidad de Hannover (Alemania) publicado en *PLoS One* mostraba que el mecanismo a seguir para su aplicación en medicina regenerativa consistía en la extracción de células sanas de la piel del paciente y cultivarlas en una malla fabricada con la tela de araña. Más tarde, se trasplanta esa piel al quemado y el material queda absorbido por el organismo.

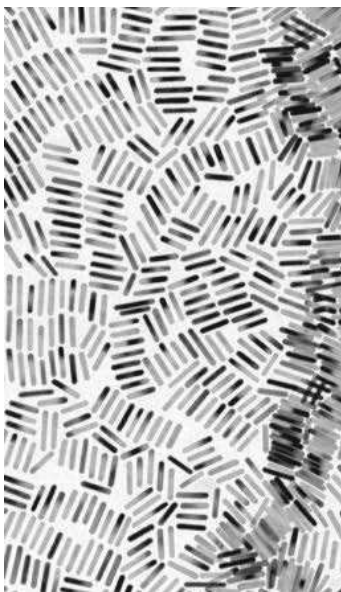
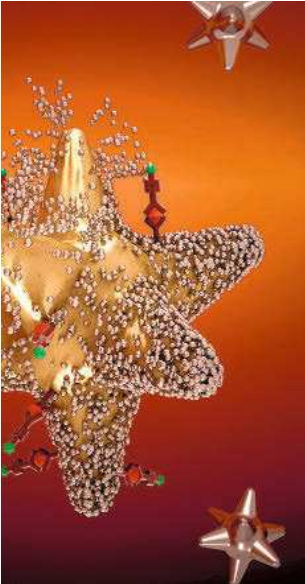
Prueba de que la ciencia no descansa y que los clásicos de ficción van siendo superados en los laboratorios, es el estudio con el que hace unos meses nos sorprendía un equipo sueco del Royal Institute of Technology de Estocolmo. Dirigido por Daniel Söderberg, anunciaba un material que superaba la resistencia del acero y de la tela de araña gracias a fibras artificiales biodegradables de celulosa. “Si se está buscando un material con base biológica no hay nada como esto –señalaba Söderberg–. Y también es más re-



COLUMNA DE NANOPARTÍCULAS DE ORO, NANOESTRELLAS CON ANTICUERPOS P CÁNCER, RECREACIÓN DE LAS ONDAS CEREBRALES (INSTITUTO CATALÁN D E IMAGEN DE NANOVARILAS DE ORO OBTENIDA POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA (L

sistente que el acero y que cualquier otro material o aleación, así como fibras de vidrio y la mayoría de materiales sintéticos. Tiene incluso potencial para la biomedicina”. El descubrimiento se publicitaba como el “biomaterial más fuerte del

mundo”. Una de las máximas autoridades en biomateriales de nuestro país, Francisco Guinea, (Madrid, 1953), investigador de IMDEA Nanociencia señala a El Cultural que en el mundo de los biomateriales cada uso requiere un material específico:

| LA REVOLUCIÓN | **CIENCIA** |

PARA RECONOCER MARCADORES DE
E NANOCIENCIA Y TECNOLOGÍA) E
(L.M.LIZ-MARZÁN/GIC BIOMAGUNE)

“Hacen falta desde materiales muy robustos, para prótesis por ejemplo, hasta objetos de tamaño microscópico para regular órganos internos del cuerpo. Sus aplicaciones pueden ir desde refuerzo de estructuras en aviones a sensores, pantallas flexibles

o dispositivos para la transmisión de datos”. Guinea califica de “muy competitivos” los grupos españoles que trabajan en este campo: “Su impacto internacional es bastante superior al impacto medio de la ciencia española en otros temas”. Liz-Marzán va un poco más allá: “España ha estado en las etapas iniciales de la manipulación genética y actualmente realiza una investigación muy potente en la lucha contra el cáncer. También existen sorprendentes desarrollos relacionados con la fotónica, es decir, la aplicación de la luz para diversas tecnologías, algunas de ellas relacionadas con la medicina”. También María Pau Ginebra destaca las investigaciones sobre el cáncer como uno de los grandes activos de nuestra ciencia. Y los nuevos materiales están contribuyendo decisivamente a ello: “La alianza entre los biomateriales y la nanotecnología puede permitir desarrollar terapias más eficaces y reducir los efectos secundarios de muchos tratamientos”.

“La salud es el gran desafío –afirma Ginebra–. La capacidad de interaccionar con células permite abordar no solamente el reto de la regeneración de los tejidos dañados sino también tratar patologías como el cáncer o la osteoporosis. Los materiales pueden ser utilizados como vehículos para el suministro de fármacos de manera local y controlada, liberando el fármaco según las necesidades y respondiendo a estímulos específicos, por lo que les otorga un gran potencial”. La investigadora añade un frente más en el que tienen mucho que decir los biomateriales: las infecciones. Resultan fundamentales ante

el gran problema que la sociedad actual tiene con la resistencia a los antibióticos: “Los biomateriales con propiedades antimicrobianas capaces de impedir la colonización de microorganismos y bacterias son la gran esperanza en este terreno”. El último reto que para la catedrática marcará el campo de

“EN EL FUTURO, CONVIVIREMOS CON DISPOSITIVOS EN NUESTRO CUERPO TAL COMO LO HACEMOS HOY CON EL MÓVIL”. E. MASVIDAL

la salud será la impresión 3D: “Abre el paso a soluciones personalizadas. Se adaptarán no solamente a su anatomía, también a sus condiciones fisiológicas específicas”.

HACIA LA ROBOTIZACIÓN

¿Nos pondrán por tanto los biomateriales a las puertas de la robotización? ¿Su “diálogo” con el cuerpo humano nos convertirá en seres biónicos? Para Masvidal, en el futuro estaremos obligados a convivir con dispositivos en nuestro cuerpo tal y como ahora lo hacemos con el móvil: “En un futuro se considerará una limitación renunciar a la tecnología que facilitará ir más allá de las capacidades humanas”. Liz-Marzán se muestra más conservador y prefiere matizar e intentar definir primero qué entendemos por robotización: “Si un robot es el que funciona con materiales fabricados artificialmente se podría decir que todos aquellos

que llevan implantes actualmente ya están “robotizados” de alguna forma. Si la robotización implica perder el control de la acción de ciertas partes del cuerpo no creo que este sea el caso aún”.

Mari Pau Ginebra se muestra completamente escéptica al hablar de los biomateriales en estos términos. La idea, matiza, es que los materiales se integren totalmente en los procesos fisiológicos naturales, pues el biomaterial ideal tiene un carácter temporal: “Una vez realizada su función debe reabsorberse, desapareciendo y siendo sustituido por tejido natural”. La ingeniería de tejidos, termina precisando la investigadora de la Universidad Politécnica de Cataluña, no trata de obtener un hombre biónico como Robocop sino de estimular los procesos naturales de regeneración: “En la actualidad coexisten dos estrategias, los biomateriales que tienen la función de sustituir tejidos dañados, como una prótesis de cadera o un implante dental, y otros biomateriales que se usan en ingeniería de tejidos con el propósito de regenerar en lugar de sustituir, como en el caso de algunos polímeros capaces de regenerar el hueso”.

Como David Cronenberg en *Videodrome*, podemos augurar de manera metafórica una “larga vida a la nueva carne”. Eso sí, al contrario de lo que plantea la kafkiana distopía del director canadiense, esta vez puede utilizarse para dar aliento a una de las revoluciones más sorprendentes y esperanzadoras que la ciencia ha puesto a disposición de la sociedad en las últimas décadas. **JAVIER LÓPEZ REJAS**