



# LA ERA DE LOS NUEVOS PLÁSTICOS

Pese a su mala fama, estos materiales –polímeros sintéticos– vuelven a estar en el punto de mira de los científicos, que desarrollan variedades con aplicaciones asombrosas en el ámbito de la biomedicina o las energías limpias.

Un reportaje de LAURA CHAPARRO

## Un campo en ebullición.

Expertos de la compañía BASF examinan muestras de hongos de la especie *Schizophyllum commune*. Con ellos se fabrica un biopolímero –plástico de origen natural– capaz de estimular el sistema inmune o transportar metales en agua, entre otras propiedades.



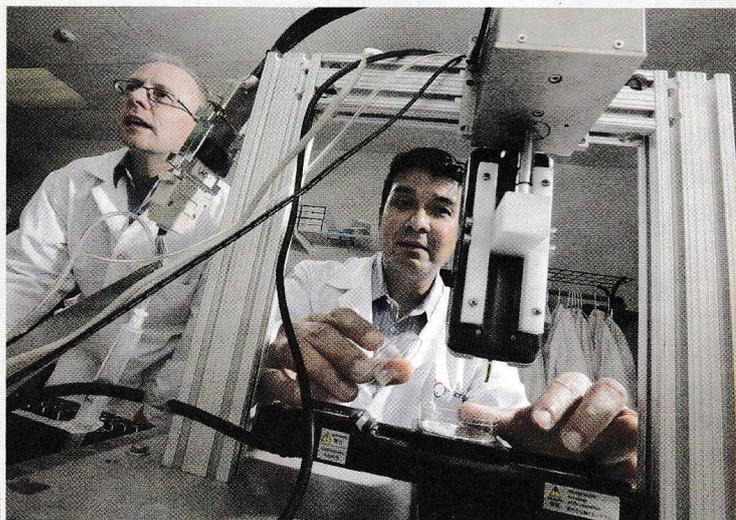
Los plásticos llevan décadas tratando de quitarse varios sambenitos de encima: que contaminan, que sirven para fabricar objetos de mala calidad, que no son biodegradables... Una lista de contraindicaciones no siempre fieles a la realidad. “El uso de plásticos permite ahorrar de forma indirecta más cantidad de petróleo que la que se emplea en su elaboración”, indica, por ejemplo, Paula Bosch, investigadora del Departamento de Química Macromolecular del Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (ICTP-CSIC).

Casas aisladas térmicamente con PVC –un derivado del plástico– gastan mucho menos combustible a la hora de calentarlas, lo que significa un 9% menos de emisiones de gases de efecto invernadero, según datos del informe Denkstatt. Y los coches con piezas de este material pesan un 70% menos que si integran otros, lo que repercute en un ahorro de carburantes y en una menor polución.

#### FABRICARLOS IMPLICA RECICLAR

Junto al perfeccionamiento de los plásticos tradicionales –presentes en prácticamente todas las áreas de la vida–, los científicos desarrollan nuevos modelos que pretenden superar las características de los ya conocidos. La salud, la energía, el medio ambiente y el transporte son ámbitos donde la nueva *revolución plástica* promete mejorar nuestra calidad de vida.

El material de los mil usos se introdujo en el mercado a mediados del siglo XIX.



#### ¡Impresiona!

Con bioimpresoras 3D como esta de la clínica Scripps, en California, los científicos ya consiguen crear piel, vasos sanguíneos y otros tejidos humanos. Para ello, en vez de tintas usan *biotintas*, con células del paciente y compuestos poliméricos.

## LOS COCHES FABRICADOS CON PIEZAS DE PLÁSTICO PESAN UN 70% MENOS

Que fuera económico y competitivo sirvió para que rápidamente reemplazara la madera o al acero. En su mayoría, procede de desechos de refinerías que, si no se reciclaran, tendrían que ser almacenados. “Su fabricación por vía química es en sí misma un aprovechamiento de residuos”, recuerda Bosch.

Técnicamente, se definen como políme-

ros sintéticos, es decir, macromoléculas elaboradas en el laboratorio. Entre las naturales se cuentan algunos tan importantes como las proteínas y los ácidos nucleicos, y los científicos echan mano de ambos tipos en áreas como la biomedicina.

#### PIEL IMPRESA, LISTA PARA PONER

“En mi grupo trabajamos más con los naturales e intentamos imitar los muchos que contiene el cuerpo humano. Somos un polímero andante”, bromea Diego Velasco, investigador del Departamento de Ingeniería Biomédica de la Universidad Carlos III de Madrid. Siguiendo esta filosofía, ya existen bioimpresoras 3D capaces de crear, por ejemplo, piel artificial a partir de células hu-



## ¿Hay que sustituir al PET?

Quizá habrás visto el símbolo PET –siglas inglesas de tereftalato de polietileno– en numerosos envases, pero también en productos electrónicos, cosméticos y textiles. Cada año se producen unos 50 millones de toneladas de este polímero sintético, según datos de la Universidad de Stanford. Científicos del mismo centro han publicado en la revista *Nature* una investigación donde proponen un sustituto para este plástico: el PEF, que puede obtenerse de biomasa.

Los expertos combinaron carbonato con dióxido de carbono y ácido furoico, un derivado de residuos agrícolas.

“Pensamos que nuestra química puede, de alguna forma, desbloquear el punto donde se encuentra el prometedor PEF”, exponía en una nota de prensa Matthew Kanan, uno de los investigadores del estudio. “Esto es solo el primer paso. Tenemos que trabajar mucho para ver si es viable a escala y cuantificar la huella de carbono”, reconocía Kanan.

#### BUENA DEGRADACIÓN.

Otros expertos, como la química Paula Bosch, no ven la necesidad de jubilar al PET. “Es un polímero inocuo y uno de los que tiene una degradación ambiental más fácil: al tratarse de un poliéster, se desintegra,

mediante hidrólisis, más deprisa que otros. No sé qué tiene de malo”, se pregunta.

No debemos olvidar que todos los tipos de plásticos, incluido el PET, son técnicamente reciclables. El problema surge cuando este gesto no se realiza o se hace mal, y montones de plásticos acaban flotando en los océanos, a la deriva, como muestra la foto. “La investigación en polímeros biodegradables que pueden desaparecer por sí solos tras cierto tiempo es una de las más activas para evitar problemas como la contaminación del océano con microplásticos”, opina el experto David Mecerreyes.

manas. Es uno de los primeros órganos vivos creados por bioimpresión que llega al mercado y replica la estructura natural de nuestra cobertura cutánea. “Las células no pueden estar cultivadas sin más. En los laboratorios hemos pasado de hacerlas crecer in vitro, sobre soportes en dos dimensiones, a usar plataformas en 3D, similares a las del organismo. Para eso hemos empleado la fibrina, que procede del plasma del propio paciente, con lo que evitas el problema del rechazo”, explica Velasco.

Fuera de nuestras fronteras, un equipo de científicos de la Academia Sahlgrenska, en Gotemburgo (Suecia), anunció recientemente que había conseguido fabricar tejido artificial de cartilago con uno de esos dispositivos, mientras que otros expertos de la Universidad de California tienen a punto una red de vasos sanguíneos funcionales a partir de la misma técnica. Quizá la bioimpresión de órganos más complejos no esté demasiado lejos.

Sin salir del ámbito de la biomedicina, la gelatina también ha revelado su gran potencial. Y no nos estamos refiriendo al postre con esa textura tan característica, sino a un polímero natural cuyo empleo va mucho más allá de la gastronomía. “La estructura primaria de esta proteína presenta más de veinte aminoácidos, en proporciones variables”, indica Gorka Orive, profesor de Farmacia en la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) y asesor científico del BTI Biotechnology Institute.

## HUESOS QUE CRECEN CON GELATINA

Dentro del grupo de investigación NanoBioCel de la UPV/EHU, Orive y el resto del equipo han diseñado dispositivos de gelatina que imitan la actividad del organismo en la regeneración ósea. Estas estructuras biocompatibles y biodegradables sirven como *andamios* temporales para el tejido dañado y también liberan factores de crecimiento, a imitación del cuerpo humano. En caso de quemaduras, traumatismos o extracción de tumores, podrían sustituir de forma temporal a la matriz del hueso y, al mismo tiempo, ayudar a regenerar el tejido mediante la administración de sustancias terapéuticas y el transporte de células, como explica Orive.

De momento, han realizado estudios preclínicos en animales con resultados prometedores. “El uso de gelatina y otros muchos polímeros, así como las nuevas tecnologías asociadas a la fabricación de tejidos y estructuras 3D, darán lugar a nuevos medicamentos”, pronostica este científico.

La introducción de los polímeros en el



### Directo al blanco.

Dos nanovacunas llegan a una célula del sistema inmune en un experimento para combatir el cáncer. Los fármacos a escala microscópica alcanzan sus dianas terapéuticas gracias a materiales como la sílica, que entran en acción respondiendo a ciertos estímulos.

NATIONAL CANCER INSTITUTE / AGE

campo sanitario se remonta a la Segunda Guerra Mundial, cuando empezaron a usarse poliésteres o poliamidas en las suturas de los heridos. “Desde entonces, la investigación no ha cesado de avanzar debido a la gran variedad de propiedades y aplicaciones médicas que ofrecen”, resalta María Vallet-Regí, catedrática de Química Inorgánica y Bioinorgánica de la Universidad Complutense de Madrid.

En el laboratorio de Vallet-Regí trabajan con partículas para combatir los tumores. “Combinamos la nanotecnología con ciertos polímeros para promover la liberación de fármacos solo en los tejidos donde son necesarios y en el momento deseado, gracias a estímulos externos –que podemos manejar–, o procedentes de la propia enfermedad”, explica la científica.

La principal ventaja de estos materiales

sintéticos es que los investigadores pueden controlar muy bien sus propiedades, algo que no ocurre con los naturales, cuyas características biológicas no pueden alterarse. Y el principal inconveniente es que el cuerpo los rechace, al percibirlos como un elemento extraño. Para superarlo, se trata de imitar al máximo al organismo humano.

## MÁS TIEMPO POR LAS VENAS

“Nosotros utilizamos un material totalmente biocompatible, el polietilenglicol, que aumenta el tiempo de vida medio de nuestras nanopartículas circulando dentro del torrente sanguíneo del paciente. De esa manera mejoramos la eficacia de la nanomedicina”, apunta Vallet-Regí.

Los hidrogeles –sólidos blandos formados por agua líquida y un pequeño >>

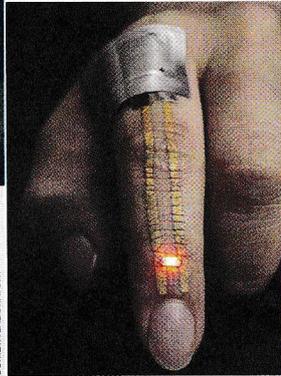
## LOS BIOPOLÍMEROS PUEDEN SER DE DOS TIPOS: DE ORIGEN NATURAL O BIODEGRADABLES

rias primas plásticas. Por un lado, estarían los biodegradables, es decir, los que al final de su vida útil se descomponen por la acción de microorganismos, sin impacto medioambiental; y por el otro, hablaríamos de materiales de origen orgánico, fabricados a partir de materias primas renovables, como el maíz y la caña de azúcar.

Un plástico biodegradable no tiene por qué tener procedencia biológica, y a la inversa, un polímero de origen *bio* puede no desaparecer en poco tiempo por la actividad de los microbios. “Ambos tipos de materiales deben gestionarse de forma adecuada al final de su vida útil y no deben ser abandonados en un entorno natural”, subraya Marco.

Un buen ejemplo son los polihidroxialcanoatos (PHA), cuya ventaja radica en que reúnen los dos *bio*: son tanto biodegradables como de origen orgánico. “A diferencia de los plásticos derivados del petróleo, que tardan varias décadas en desaparecer, los PHA pueden ser completamente biodegradados por bacterias y hongos en solo un año”, comenta Olimpia Pepe, profesora del Departamento de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nápoles Federico II (Italia) y miembro del proyecto Biopolis. Pepe estudia la manera de que diferentes cepas bacterianas sinteticen biopolímeros y sea posible así transformar materiales de desecho –provenientes de la agricultura o residuos orgánicos– en productos útiles para la industria.

**Tecnología punta.** En el Centro Conjunto para la Fotosíntesis Artificial de EE. UU. –arriba– se intenta crear energía limpia captando la luz del sol como las plantas con ayuda de polímeros. Este tipo de compuestos también han desempeñado un papel crucial para desarrollar el invento de la izquierda: un sensor que se aplica como una crema sobre la piel y controla signos vitales.



» porcentaje de polímero– también son grandes aliados en el terreno de salud; sin ir más lejos, se usan en las lentes de contacto y los apósitos para tratar heridas. La tecnología no es, por tanto, nueva, pero los científicos están consiguiendo controlar cada vez mejor su estructura y propiedades. Entre las ventajas de estos polímeros está su gran parecido con la matriz extracelular del cuerpo humano, donde se desarrollan las células. Lo más puntero ahora consiste en combinar estos geles con las impresoras 3D para imitar lo que ocurre dentro de nuestros organismos.

Otro de los avances más recientes es el polímero biodegradable inyectable, que se transforma a partir de la solución inicial en hidrogel por cambios de la temperatura corporal. “Puede servir como

depósito no invasivo de liberación de fármacos, como estructura en medicina regenerativa y como material antiadherente en una operación”, enumera Yuichi Ohya, investigador del Departamento de Química de la Universidad de Kansai (Japón) que trabaja en este campo.

### BACTERIAS QUE HACEN BIOPOLÍMEROS

No solo en el ámbito médico, sino también en otros, como el agrícola y el alimentario, cada vez son más comunes los llamados biopolímeros. Este prefijo *-bio* puede hacer referencia a dos productos diferentes, como detalla Ignacio Marco, director general en la región ibérica de PlasticsEurope, asociación paneuropea que representa a los productores de mate-

## Una mano biónica con memoria

Valiéndose de aerogeles –especie de humo helado formado por nanoestructuras poliméricas–, un equipo de investigadores de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Misuri ha desarrollado una mano biónica con una característica

muy especial: como si tuviera memoria, siempre recupera la forma en la que se moldeó originalmente. “Es muy parecido a lo que pasa con una banda de goma: se puede estirar y estirar, pero cuando dejamos de hacer fuerza, vuelve a tener la longi-

tud anterior”, pone como ejemplo Chariklia Sotiriou-Leventis, una de las autoras del estudio. Tal superelasticidad no se había logrado con un material de estas características.

Además, la forma extendida del polímero se *congela* si descien-

de la temperatura, mientras que la pieza recobra su estado cuando el calor aumenta. Los investigadores creen que este tipo de compuestos podrían resultar útiles, por ejemplo, para desplegar paneles en el espacio.

El problema de los plásticos biodegradables es que, de momento, no presentan la calidad de los productos derivados del petróleo. “Sus propiedades mecánicas no están a la altura de lo que se necesita”, puntualiza Bosch. Además, según esta experta española, muchos biopolímeros no se crean a partir de desechos orgánicos, sino que necesitan patatas, arroz o maíz cultivados ex profeso. “Nadie habla de la connotación ética que supone dedicar terrenos agrícolas para fabricar bolsas de plástico en lugar de sembrar comida”, denuncia Bosch.

Otro de los desafíos de la ciencia de materiales es aprovechar industrialmente el exceso de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Cada año se liberan a la atmósfera unos 40.000 millones de toneladas de este gas de efecto invernadero, y los científicos están diseñando plásticos que permiten reconvertirlos en sustancias aprovechables, como el metanol o la gasolina. “El CO<sub>2</sub> es una sustancia bastante inerte, no reacciona fácilmente con otras, por lo que se requieren sustancias catalizadoras. Y hasta hace poco no contábamos con las adecuadas”, aduce Marco.

## A IMITACIÓN DE LAS PLANTAS

Algunas empresas ya producen plásticos que sirven para tal fin, como el polioli, uno de los componentes de las espumas de poliuretano que se emplean en la fabricación de colchones y muebles tapizados; el ácido fórmico, con el que se hacen adhesivos; y los alcohólicos, que forman parte de la composición de tintes o perfumes. “La mayor parte de las actuaciones en I+D se centran en el desarrollo de nuevos catalizadores que permitan un proceso más eficiente a nivel energético”, indica el especialista. El siguiente paso es utilizar el gas de efecto invernadero “en un proceso de fotosíntesis artificial, que imite la química de las plantas a escala industrial”, apunta Marco. Es decir, conseguir energía a partir del agua, la luz y el CO<sub>2</sub>.

De hecho, las renovables tal y como las conocemos no existirían sin la presencia de los plásticos. Los grandes aerogeneradores están hechos de compuestos poliméricos, y se están empezando a utilizar para fabricar placas fotovoltaicas. En este contexto, aumentar la capacidad de almacenamiento de las baterías es una prioridad donde los nuevos materiales también piden paso.

David Mecerreyes, científico del POLYMAT, centro de investigación que forma parte de la Red Vasca de Centros de Excelencia BEREC, recibió en 2011 una de las prestigiosas ayudas Starting Grant del

### Buenos aires.

Los aerogeneradores que producen la energía eólica se fabrican principalmente a base de los llamados *compositos*, materiales que incorporan polímeros como el poliéster y las resinas epoxis.

KRISTIAN BOCSI / BLOOMBERG / GETTY

Consejo Europeo de Investigación con el fin de avanzar en este campo. Su objetivo es utilizar polímeros naturales como la lignina –que procede de la madera– para desarrollar compuestos que permitan crear pilas verdes y reciclables, siguiendo la filosofía de economía circular. “Ya tenemos prototipos que funcionan muy bien”, adelanta Mecerreyes.

El investigador recuerda que la seguridad es una de las prioridades, tanto en el terreno de las renovables como en el de

la telefonía o en la automoción. La explosión de smartphones o los accidentes de coches eléctricos ponen de relieve que se debe seguir investigando.

Otra cuestión es la eficiencia de las alternativas. “No hay una placa solar de polímeros en el mercado que ofrezca el rendimiento de las de silicio, ni una batería de plástico que funcione como las que se comercializan actualmente”, compara Bosch. Aunque no duda de que, en un futuro, llegarán a estar al mismo nivel. ■

