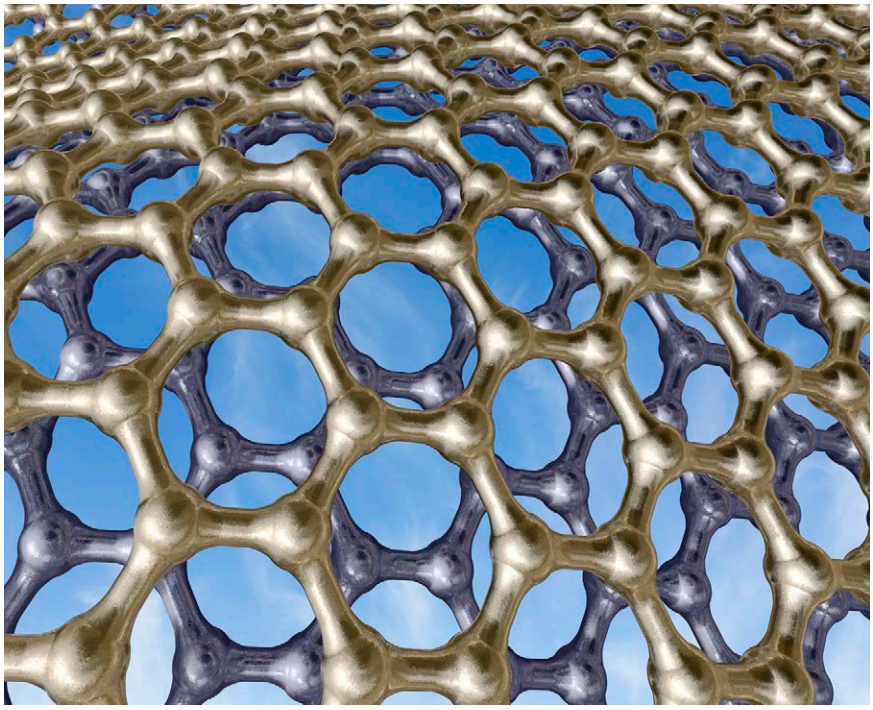
SE ACELERAN LAS APORTACIONES DE LOS METAMATERIALES

DISEÑO DE BIENES A ESCALA MOLECULAR

Esta contrarreloj para detener la degradación del planeta tiene su primera etapa en abordar tecnológica, económica y socialmente el reciclaje y valoración de los millones de toneladas de residuos plásticos no bioderivados ni biodegradables que ya hay sobre el planeta, más los que se generarán en los próximos años. Paralelamente, se hace necesario preparar el escenario para que cuanto se diseñe a partir de ahora se haga contemplando su fase de recuperación. En ambos casos la estructura molecular de los materiales de fabricación de bienes y su manipulación a escala nanométrica se convierte en elemento determinante. Se acelera la investigación en metamateriales, que aprovecha los comportamientos de la materia que observa a tales tamaños para diseñar materiales con propiedades mejoradas disponiendo sus geometrías a voluntad.

Mónica Daluz, periodista especializada



La ilustración representa la estructura molecular del grafeno, una capa de carbono de tan solo un átomo de espesor. Es tan fino que solo tiene dos dimensiones. Abrió la puerta al diseño de arquitecturas multicapa, que combinadas y dispuestas a conveniencia permiten generar estados y propiedades a la carta.

La Unión Europea ha elaborado una ambiciosa hoja de ruta hacia el objetivo de llegar al reciclaje y reutilización del 100% de los residuos plásticos. Para poder alcanzar ese nivel de recuperación, y con ello tejer una economía circular, es necesario que la estructura molecular de los materiales a reciclar se pueda desensamblar y recomponer con facilidad. Las nuevas técnicas de reciclaje avanzado, o reciclaje químico, ya permiten despolimerizar residuos plásticos multimaterial y obtener monómeros vírgenes, como si nunca se hubieran utilizado, para ser reintroducidos en la cadena de valor. Ello nos conduce a un modelo de producción en el que se concebirá el producto contemplando las propiedades, también a escala nanométrica, de los componentes del residuo que aquel genere al final su vida útil.

La capacidad de diseñar materiales estructurados atómicamente de

manera artificial, gracias a los avances en nanotecnologías que nos permiten acceder a esas escalas, nos ha colocado ya en un nivel que describía así Elena Bascones, investigadora del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid durante su conferencia 'Materiales cuánticos. Un universo de sorpresas y de posibilidades', en la Universidad de Sevilla el pasado abril: "Tenemos una capacidad de tunear los materiales y las propiedades de los materiales, como nunca la ha habido".

En la nanoescala se manifiestan numerosos efectos cuánticos que hoy ya podemos observar. Las nanotecnologías han alcanzado la capacidad, incluso, de desarrollar dispositivos que pueden generar propiedades medibles y crear así dimensiones sintéticas, 4D, desde donde obtener información sobre el sistema. Desde que en 2018 el físico español Pablo Jarrillo dispusiera, una sobre otra, dos láminas de grafeno y las rotara en un ángulo de tan solo 1,1 grados hallando en la nueva estructura una enorme y sorprendente cantidad de estados distintos (fases electrónicas, magnéticas, topológicas, con orden de carga, superconductividad...), los hallazgos y desarrollos no han dejado de sucederse.

DOMINAR EL COMPORTAMIENTO DE LA MATERIA

El pasado marzo la revista científica Nature Communicatios recogía la investigación de la Universidad de Alicante sobre el desarrollo de una nueva familia de materiales de estructura desordenada que permitirá mejorar la síntesis de moléculas. Observaron que la disposición amorfa de su estructura daba lugar a cavidades, aunque irregulares, de gran tamaño. Esta aportación abre la puerta a la posibilidad de crear infinidad de nuevos materiales para diversos sectores.

> La investigación en metamateriales aprovecha los comportamientos que observa a nanoescala para diseñar nuevos materiales disponiendo sus geometrías a voluntad

Ya en el mercado, el Distinlinkt, una tinta de marcaje invisible basada en nanotecnología, desarrollada desde

la UAB, el ICN2 y el CSIC, imposible de reproducir. El producto viene a cubrir la creciente demanda de tecnologías de marcaje que garanticen la evidencia de no apertura de envases y embalajes, especialmente en sectores como el farmacéutico y el cosmético.

El sector de la salud, junto con el energético, el militar, las comunicaciones o la ingeniería civil son los principales ámbitos de aplicación de estas innovaciones. Y por delante, el gran reto de las smart cities. Los metamateriales pueden manipular en su trayectoria ondas lumínicas, electromagnéticas y sonoras, modificando así las propiedades físicas del material, algunas tan espectaculares como la invisibilidad, que se manifiesta al modificar el índice de refracción de la luz. La construcción de las ciudades del futuro va a ser un terreno prolífico en aplicaciones de metamateriales, una vez estas tecnologías sean escalables. Hace unas semanas la revista científica Science Advances exponía un estudio de la Universidad de Missouri sobre un nuevo metamaterial con la capacidad de controlar las ondas de energía en la superficie de un material sólido; colocado bajo los edificios podría mitigar los efectos de los terremotos. Lo han logrado creando una dimensión sintética, para lo que han utilizado cálculos de matemática avanzada con los que producir el efecto llamado 'bombeo topológico'.

> Ya podemos decidir cómo vivirán y como morirán los objetos que fabricamos, y diseñarlos para que tengan una larga vida y un discreto final

Asimismo, se podrá mejorar la intervención sobre la contaminación acústica urbana con la aportación de los llamados materiales fonónicos. También en agosto, investigadores del MIT daban a conocer el desarrollo de un nanocompuesto conductor capaz de almacenar energía y obtenido, sencillamente, de la mezcla de cemento y negro de carbón; esta solución, colocada en carreteras y calzadas cargaría los coches eléctricos mientras circulan, y en los edificios permitiría almacenar de manera más eficiente la energía solar. Diseñar hormigón específico para la obra en la que se utilizará, monitorizar estructuras de manera más eficiente, o utilizar soportes cerámicos con funcionalidades añadidas, como capacidad bactericida o capacidad para descontaminar el aire, son otros ejemplos.

Algunas de las espectaculares propiedades de los metamateriales tienen entusiasmada a la comunidad científica. El último episodio de optimismo lo hemos visto en los últimos meses con el LK-99, que prometía superconductividad a temperatura ambiente, con desenlace decepcionante. El equipo de investigadores coreano que publicó el estudio ha mantenido en vilo a científicos de todo el mundo –aunque había escépticos–, pero el asunto ha quedado zanjado estos días: el LK-99 no es superconductor. Ni efecto Meissner, ni resistencia cero a temperatura y presión ambiente. Pero ya se ha abierto otro foco de interés para las ciencias físicas. A unas semanas del cierre de este número se anunciaba, nada menos, la posible existencia de una quinta fuerza fundamental en el universo...

Por el momento, ya podemos decidir cómo vivirán y como morirán los objetos que fabricamos, y diseñarlos para que tengan una larga vida y un discreto final. Sin duda, los metamateriales van a protagonizar la transición hacia la circularidad y, en el camino, estas innovaciones traerán significativos desarrollos para la civilización. Y por lo que al plástico respecta, cuyas propiedades nos han brindado los más importantes avances socioeconómicos y sanitarios de las últimas décadas, esto no es un adiós. Los plásticos se pueden recuperar, cada día más y mejor, y pueden dar, todavía, mucho de sí. ■