

LAS MEJORES PROPUESTAS PARA COMERSE **EL CO²**

NUEVAS BATERÍAS PARA LA ENERGÍA RENOVABLE

Sept. 2021

www.quo.es
PARA MENTES
INQUIETAS

ESPECIAL
QUÍMICA
2021

Quo

SIN
QUÍMICA
NO HAY
FUTURO

EL PAPEL
DE LA
QUÍMICA
PARA HACER
UN MUNDO
SOSTENIBLE



DE LA GRANJA
A LA MESA

La química de

EL RECICLAJE
QUÍMICO

La idea

INVERTIR EN
BIOECONOMÍA

Biocombustibles

ENTREVISTA A JOSÉ RAMÓN GALÁN-MASCARÓ: "La fotosíntesis artificial ya supera a las plantas"

| Welcome to 2030 |



Smart Chemistry
Smart Future



Barcelona
14-17 septiembre 2021

#NosVemosenSmartChemistry

BIENVENIDOS a la QUÍMICA del FUTURO



ECONOMÍA
CIRCULAR



TRANSICIÓN
ENERGÉTICA Y
CAMBIO
CLIMÁTICO



SALUD Y
ALIMENTACIÓN



DIGITALIZACIÓN
E INDUSTRIA 4.0

Quo

SUMARIO

04 SIN QUÍMICA NO HAY FUTURO

Las soluciones que trae la química para la crisis del clima.

10 LA QUÍMICA CONTRA LA COVID

Así se fabrican las vacunas, test y tratamientos.

14 ENTREVISTA JOSÉ RAMÓN GALÁN MASCARÓS

"La fotosíntesis artificial tiene ventajas sobre las otras energías renovables".

16 NEUTRALIDAD DE CARBONO

La captura de carbono compensa emisiones.

20 ALIMENTACIÓN

La química de lo que comes.

22 RECICLAJE QUÍMICO

Los nuevos plásticos que se reutilizan indefinidamente.

26 BIOECONOMÍA

Los productos vuelven a formar parte del ciclo de la vida en la Tierra.



30 MEDICINA 3D

Nuevos materiales inteligentes para reemplazar partes del cuerpo.

34 ENERGÍA LIMPIA

Aerogeneradores sin palas, placas solares transparentes y nuevas baterías más potentes y menos contaminantes.

38 CIUDADES INTELIGENTES

Edificios que generan energía limpia, vehículos eléctricos que no contaminan, la química y la tecnología digital se unen para diseñar las ciudades del futuro.



40 GEMELO DIGITAL

Las pruebas de laboratorio se vuelven virtuales con simulaciones y la realidad aumentada.

YO SOY QUÍMICA, TÚ ERES QUÍMICA



Algunas personas protestan porque creen que en su queso o en su vino hay demasiada "química", pensando quizá que unos señores con bata blanca y gafas se pasan el día en un oscuro laboratorio adulterando su comida. Pero en realidad afirmar que tu yogur "tiene química" es tanto como decir que un puente colgante "tiene física". La química

es conocimiento, y los humanos llevamos cientos de miles de años aprendiendo y usando sus secretos. Aprender la química de la fermentación nos permitió extraer nutrientes de las plantas hace miles de años que antes eran inaccesibles (y fabricar cerveza). La química nos enseñó que había cantidades inmensas de energía y materiales asombrosos en el petróleo. Conseguimos asegurar el suministro de comida para miles de millones de personas y curar enfermedades. Por desgracia, la ignorancia de la química (a veces, ignorancia consciente, la peor) ha llevado a los humanos a calentar el planeta, contaminar las fuentes de agua, arrastrar a la extinción a millones de especies de seres vivos, y poner en riesgo nuestra misma supervivencia. Si queremos salir de esta, vamos a necesitar mucha, mucha química. Tendremos que desarrollar procesos que nos permitan reciclar materiales para que no acaben en el medio ambiente. Encontrar formas de producir y almacenar energía que no añadan más carbono a la atmósfera y más grados al termómetro. Desarrollar formas de conservar la comida para evitar el desperdicio de alimentos. Controlar a los microorganismos para que se coman nuestros plásticos y limpien el medio ambiente. Debemos comprender la química del planeta para hacernos compatibles con la vida sobre él. Porque, al final, también somos química.

Darío Pescador

STAFF

Director: Darío Pescador

Subdirectora: Lorena Sánchez

Redacción: Estela Torres, Jesús Guadaño, Teresa Bermejo, Teresa Henarejos, Amina Jover

Dirección de arte: A. Dufresne

Editado por: Poka-Yoque, S.L. CIF B88466578

Comercialización: Diario de Prensa Digital, S.L.

FUTURO

¿SIN QUÍMICA NO HAY FUTURO

¿Cómo podemos mantener y mejorar las vidas no solo de los 7 mil millones

de personas que viven hoy en día en el planeta, sino también

de los 9 mil millones que estarán aquí en 2050? ¿Y cómo hacerlo SIN ALTERAR

nuestro delicado ecosistema?

Kinshasa. Cada día, centenares de personas se embarcan desde las provincias de Kibu y Equateur en un viaje de varios días por el río Congo, huyendo de hambrunas y guerras, para alcanzar la capital de la república democrática del Congo. Kinshasa va camino de convertirse en la urbe más poblada del mundo en 2075, con 58 millones de personas.

Para 2030 surgirán diez nuevas "megaciudades" que superarán los 10 millones de habitantes, todas ellas en el mundo en desarrollo, donde la mayoría de la gente aún vive en el campo.

La población de clase media se duplicará y llegará a 5 mil millones de miembros en 2030.

Clase media significa consumo, aire acondicionado, electricidad, luz, teléfonos móviles, zapatillas de deporte, significa un sinfín de *commodities* que tienen un precio, más allá del bursátil.

El estado de bienestar se infla como un globo, y a nadie se le escapa que este crecimiento sin freno supone un empuje más para el lobo del siglo XXI, el cambio climático, que no va a tener misericordia. ¿Cómo va a hacer posible la industria química abarcar este crecimiento imparable si los recursos ya están al límite? ¿Y cómo →



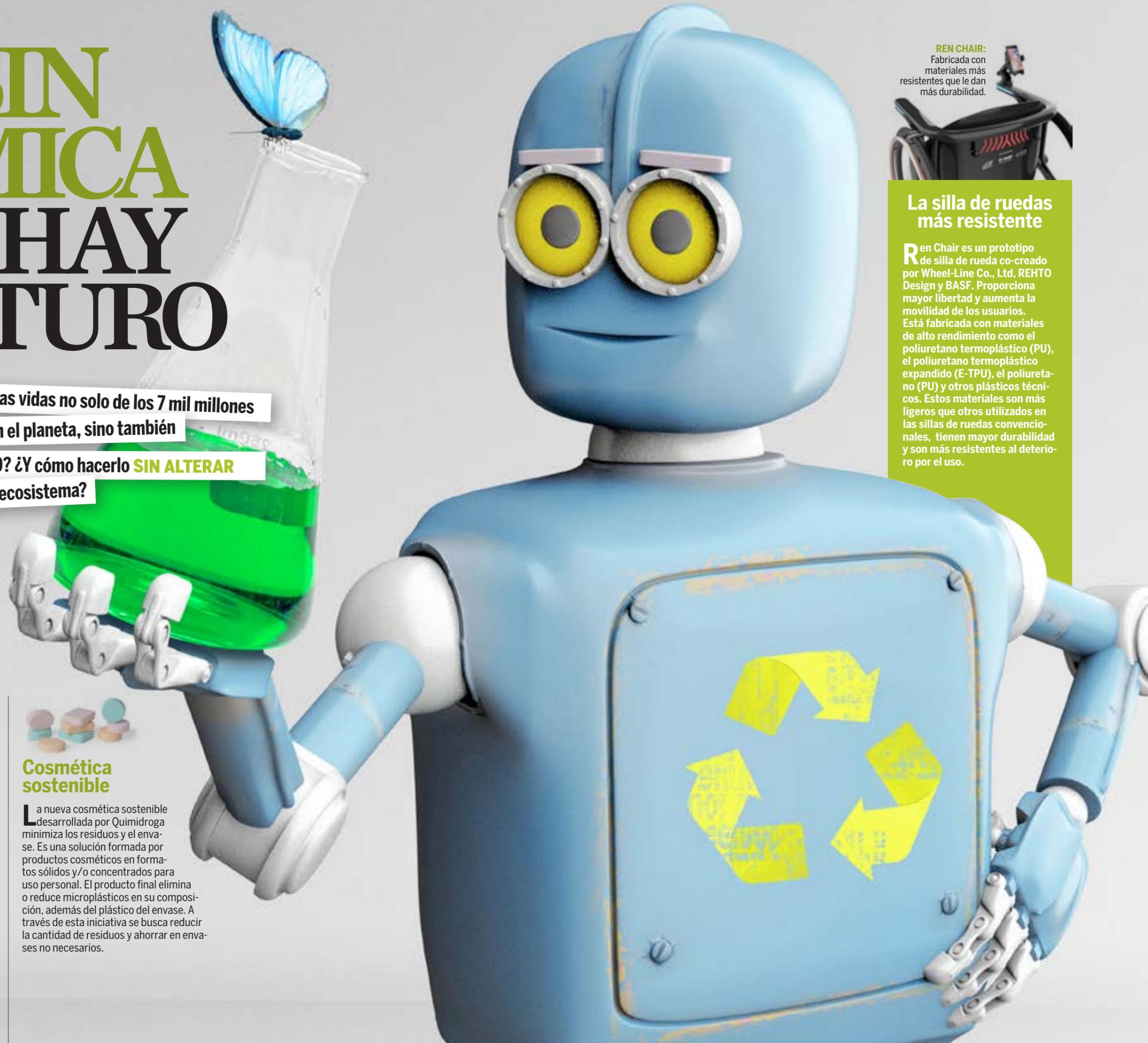
Cosmética sostenible

La nueva cosmética sostenible desarrollada por Quimidroga minimiza los residuos y el envase. Es una solución formada por productos cosméticos en formatos sólidos y/o concentrados para uso personal. El producto final elimina o reduce microplásticos en su composición, además del plástico del envase. A través de esta iniciativa se busca reducir la cantidad de residuos y ahorrar en envases no necesarios.

REN CHAIR:
Fabricada con materiales más resistentes que le dan más durabilidad.

La silla de ruedas más resistente

Ren Chair es un prototipo de silla de rueda co-creado por Wheel-Line Co., Ltd, REHTO Design y BASF. Proporciona mayor libertad y aumenta la movilidad de los usuarios. Está fabricada con materiales de alto rendimiento como el poliuretano termoplástico (PU), el poliuretano termoplástico expandido (E-TPU), el poliuretano (PU) y otros plásticos técnicos. Estos materiales son más ligeros que otros utilizados en las sillas de ruedas convencionales, tienen mayor durabilidad y son más resistentes al deterioro por el uso.



SOLUCIÓN INTELIGENTE

Las microcapsulas contienen insecticida que se libera poco a poco.



La pintura que salva vidas y cuida el planeta

Inesfly es una "pintura insecticida". Explicado muy básicamente, el insecticida (ecológico y respetuoso con el planeta), se introduce en microcapsulas que van en la pintura. Estas microcapsulas liberan poco a poco el insecticida desde la superficie pintada. Las microcapsulas pueden contener insecticidas, acaricidas y reguladores del crecimiento de los insectos inofensivos para las personas y los animales. Esta tecnología, desarrollada y comercializada por Pilar Mateo, doctora en química por el CSIC y la Universitat de Valencia, ha demostrado ser muy eficaz para controlar la Enfermedad de Chagas (transmitida por un chinche en Bolivia, la vinchuca) que afecta en el mundo a unos 25 millones de personas.

← hacerlo sujetando las riendas del clima que se desboca? La industria química juega un papel fundamental en prácticamente todas las posibles soluciones climáticas, desde los combustibles hasta la energía y los materiales de construcción. En todo lo que uno pueda imaginar, hay química.

EL DOLOR DE CABEZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es posiblemente el mayor desafío — y oportunidad — que enfrentará la industria química en los próximos años.

El primer mandamiento, grabado a fuego, es la descarbonización de la economía mundial, algo que puede suponer la mayor oportunidad de innovación de toda la historia.

Todas las propuesta de cambio, desde las multimillonarias de Elon Musk, fundador de Tesla ([100 millones de dólares](#) para la competición XPRIZE Carbon Removal); las de Bill Gates ([Breakthrough Energy](#) 1.000 millones de euros), o las que proceden de fondos públicos como el plan Next Generation de la UE, con 750.000 millones de euros sobre la mesa, todas necesitan a la industria química para hacerlo posible.

Para empezar, el hidrógeno verde y los biocombustibles se están cocinando ya para convertirse en breve en menú principal de la energía, para la industria, para el transporte, para todo.



HIDRÓGENO
Vehículo de la flota de hidrógeno en la que ha participado Air Liquide.

FUTURO

En España, y esto es solo un ejemplo entre muchos en la carrera por abandonar los combustibles fósiles, Cepsa colabora con el instituto Aiju en el desarrollo de biocombustible a partir de desechos de curtidos. El proyecto, Life Superbio-diesel, persigue el desarrollo de una planta piloto que producirá cinco toneladas anuales de biodiésel elaborado a partir de grasas animales.

El hidrógeno se expande. La Asociación Empresarial Química de Tarragona (AEQT) es el engranaje que hará posible la apuesta de Tarragona por convertirse en el 'Valle del Hidrógeno Verde' de Cataluña. El objetivo está puesto en 2050. Para entonces, el plan es que todo lo que se mueva en el valle, la industria, el transporte y la energía de los hogares, se alimente con hidrógeno verde.

El hidrógeno verde es el que se genera con electricidad obtenida 100% de fuentes renovables, necesaria para disociar las moléculas de hidrógeno y de oxígeno del agua. Se produce sin emisiones de CO₂, y ofrece una alternativa seria a los combustibles fósiles.

LOS COCHES DE HIDRÓGENO AVANZAN

Alrededor de 60.000 camiones de hidrógeno circularán por Europa en 2030, por lo que serán necesarias cerca de 1.000 estaciones de repostaje para abastecerlos, según la Asociación de Constructores Europeos de Automóviles (ACEA). ¿Quién los va a poner a funcionar?

Air Liquide, líder mundial en la producción de gases, servicios y tecnologías para la Industria y la salud, forma parte de un consorcio junto a Hyzon Motors y DATS 24, denominado HyTrucks, comprometido a desplegar 1.000 camiones de hidrógeno y 25 estaciones de repostaje de hidrógeno para 2025 entre los Países Bajos, Bélgica y el oeste de Alemania.

Es uno de los mayores proyectos europeos de flotas de vehículos pesados con cero emisiones en las zonas de mayor tráfico en el continente que nos acoge.

Hay un reto que va aún más allá de movernos si generar CO₂. Se trata de capturarlo del aire que respiramos, y reutilizarlo.

La industria química está entregada al desarrollo de sistemas que engullan CO₂, imitadores artificiales del Amazonas, o del plancton de los océanos, trampas para el CO₂ que desde hace décadas se acumula sin freno.

"Estamos al borde del agotamiento de los combustibles fósiles, junto con los desafíos del cambio climático global", explica Yu Huang, profesor de ciencia e ingeniería de materiales en UCLA. "El desarrollo de materiales que puedan convertir de manera eficiente los gases de efecto invernadero en combustibles de valor agregado y materias pri-

Apósitos de aceites omega-3 para heridas graves

Investigadores del hospital La Fe han desarrollado apósitos con aceites Omega-3 para curar heridas con problemas de cicatrización, para hacerlo posible, contaron con Solutex GC y el Instituto Tecnológico Textil (Aitex). Los apósitos que han creado servirán para solucionar la inflamación crónica en lesiones ulcerosas o quemaduras graves. ¿Dónde está lo novedoso? Pues en que para la producción de los apósitos, Solutex emplea tecnología sostenible basada en la utilización a nivel industrial de técnicas como la extracción con CO₂ en estado crítico o la destilación molecular.

Solutex GC es una empresa de base tecnológica que extrae, concentra, purifica y fracciona productos naturales para la industria farmacéutica, nutricional y cosmética



ENCAPSULADO
Los aceites se liberan progresivamente sobre la herida.

mas químicas es un paso fundamental para mitigar el calentamiento global, y al mismo tiempo evitar la extracción de combustibles fósiles cada vez más limitados".

El profesor Huang es coautor de un estudio que muestra un proceso efectivo para convertir CO₂ en etileno. El etileno es la materia prima orgánica de mayor consumo en la industria química. La producción mundial es de aproximadamente 100x10⁶ Tm anuales. El dato seguro que ayuda a imaginar cómo cambiaría el mundo si ese etileno se produjera a partir del CO₂ que nos ahoga.

El desarrollo de UCLA no es el único dirigido a desarrollar tecnologías que permitan extraer el CO₂ del aire y convertirlo en materia prima.

¿QUÉ HACEMOS CON LOS RESIDUOS?

La tarea recibe el nombre de Economía Circular, y se trata de imitar mejor a la naturaleza. Es un

nuevo modelo de producción y consumo que va más allá del aquí y ahora, porque tiene en cuenta que lo que se produce sea sostenible en el tiempo. El objetivo es optimizar los recursos, reducir el uso de materias primas, sobre todo las que escasean o contaminan y, fundamentalmente, dar una nueva vida a los residuos.

Y, si hay un residuo incómodo, es el CO₂. Covestro, líder mundial en la fabricación de polímeros, comercializa un compuesto llamado cardyon, que contiene hasta un 20% de CO₂ en sustitución del petróleo, y que se utiliza como base para producir las espumas de poliuretano que van destinadas a los colchones. Fue el primer ejemplo comercial (y viable) de un material puesto a la venta y obtenido a partir de CO₂. Pero no quedó solo ahí.

Hoy, el dióxido de carbono empieza a emplearse como materia prima en alimentos, plásticos, hormigón, pasando por temas más específicos →



TRABAJADORES DE COVESTRO, mostrando su compromiso por el futuro.

PEROVSKITA

Es un material que podría solucionar la refrigeración de estaciones, edificios y ciudades.



La idea gallega para enfriar el mundo

En Galicia, en el Centro de Investigaciones Científicas Avanzadas (CICA) de la Universidad de A Coruña, un equipo de investigadores trabaja con perovskitas, una nueva familia de materiales sólidos con [potencial para revolucionar el futuro de la refrigeración](#). La investigación

se publicó en Nature Communications. Las perovskitas son una familia de materiales barocálóricos muy flexibles que tienen la capacidad de producir efectos de refrigeración si se les aplica presión. Es decir, se enfrían si las pisas, las doblas, las presionas. Perovskitas es la "galle-

guización" de la perovskita, un mineral poco frecuente que fue descubierto a inicios del siglo XIX en los Montes Urales. Además de servir para enfriar neveras y aparatos de aire acondicionado, las perovskitas podrían servir como plantillas de calzado para que los deportistas, ya que pue-

den auto refrigerarse con las pisadas; para colchones que refrescaran en verano; evitar el sobrecalentamiento de teléfonos móviles e incluso contribuir a la refrigeración de viviendas, aeropuertos o una estación si se colocan en el suelo y se aprovecha la presión ejercida por las personas que lo recorren.

"En un mundo con recursos limitados que es solo un 9% circular, reconocemos la necesidad de alejarnos de los modelos lineales de tomar-fabricar-desechar"

← cos como el [cultivo de microalgas](#). Se utiliza para descafeinar el café y desgrasar el cacao, para hacer cerveza, obtener esencias y aceites destinados a la farmacia y a la cosmética, para fabricar hormigón, y un largo etcétera de posibilidades.

"La industria del plástico puede hacer una contribución significativa en la lucha contra el cambio climático dirigiéndose hacia una producción neutra en gases de efecto invernadero. Para lograrlo, necesitamos eliminar el petróleo y utilizar materias primas alternativas como el CO₂", explica Markus Steilemann, CEO de Covestro.

Es una línea maestra que congrega a los grandes de la química, como DuPont Water Solutions, líderes en la tecnología de filtración y purifica-

ción de agua. Alexa Dembek, directora Global de Tecnología y Sostenibilidad de DuPont, lo expresa así: "En un mundo con recursos limitados que es solo un 9% circular, reconocemos la necesidad de alejarnos de los modelos lineales de "tomar-fabricar-desechar" y comprender mejor cómo nuestras innovaciones pueden permitir una economía circular y con bajas emisiones de carbono".

La idea del deshecho útil es la base del proyecto Zero Brine de Industrias Químicas del Ebro. Están desarrollando tecnologías innovadoras para reducir las aguas industriales con elevada salinidad y evitar los impactos ambientales recuperando y reutilización minerales y agua de salmuera. Zero Brine ha demostrado que se puede



VAINILLA SOSTENIBLE

Han desarrollado un método para extraer el agente saborizante vainillina de la lignina.

Los envases reinventados

Envases que se disuelven en agua, y envoltorios que permite conservar más los alimentos, con el consiguiente ahorro, no solo para el bolsillo, sino energético. Ercros está trabajando en resinas con niveles de emisión ultra bajos, con valores de degradación similares a la madera natural, y apuesta por su línea de producción de bioplástico. El envase se produce a partir de materias primas naturales como la fermentación de la glucosa proveniente de la caña de azúcar y aceites, y se degrada transformándose en elementos naturales: H₂O, CO₂ y compost. ErcrosBio PHA

se degrada con el agua y representa un gran avance en la protección del medio acuático; y la gama ErcrosBio PLA es óptima para la impresión 3D de una multitud de objetos. Carburos Metálicos, compañía líder en el sector de gases industriales y medicinales en España que forma parte del grupo Air Products, ha lanzado una herramienta online que permite a los productores de la industria alimentaria evaluar cuál es el envasado que minimiza el desperdicio alimentario y calcular la huella de carbono asociada a cada producto. ▶ Ejemplo 1: una empresa cárnica que envase



ERCROSBIO desarrolla envases que se degradan con el agua.

800g de pollo en una bandeja con un film de tapa de polipropileno (PP) reducirá su huella de carbono un 73%; el desperdicio de alimentos un 80% e incrementará la vida útil del producto ocho días si elige la tecnología de envasado en atmósfera protectora

(EAP) respecto a no usar envase (vendido directamente en el mostrador). ▶ Ejemplo 2: un productor que utilice una bandeja con un material de tapa de PP para envasar 800g de vegetales (cultivados en el campo), incrementará un 20% la

huella de carbono si para el envasado del producto utiliza la tecnología EAP. Valorando también que esta opción reduciría el desperdicio de producto y prolongaría la vida del alimento, la venta directa a granel tendría el menor impacto medioambiental en términos globales.

recuperar el magnesio del agua para su reutilización en otras industrias. El círculo se cierra con broche de oro: la materia prima es un deshecho, se convierte en un producto útil y, además, el producto resultante puede ser un alivio para los males del planeta.

LA VAINILLA HECHA DE RESIDUOS DE PAPEL

En términos de cantidad, la vainillina es el agente de sabor y aroma más importante del mundo. Cada año se utilizan decenas de miles de toneladas de vainilla en la producción de alimentos y cosméticos, así como en la síntesis de productos farmacéuticos. Hasta la fecha, se ha fabricado principalmente a partir del petróleo, proceso que produce residuos tóxicos difíciles de eliminar.

Por otra parte, cada año se generan más de 100 millones de toneladas de lignina en la producción de pulpa, la materia prima para la fabricación de papel. Y hay quien ha atado estos cabos.

Científicos de la Universidad Johannes Gutenberg de Mainz (JGU), en Alemania, han desarrollado un método sostenible para extraer el agente saborizante vainillina de la lignina. Describen el proceso en su artículo publicado en [ACS Sustainable Chemistry & Engineering](#).

El nuevo método podría satisfacer la demanda mundial de vainillina.

CONVERTIR LA PAJA DE ARROZ EN "ORO"

La paja resultante del arroz no sirve para nada, y a día de hoy, se quema. Pero esta práctica es una fuente importante de emisiones a la atmósfera en

forma de monóxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), hidrocarburos, dioxinas y partículas de distinta naturaleza.

Sin embargo, hay un macro proyecto español 24 horas al día en marcha, en una planta piloto en San Fernando de Henares (Madrid), destinada a convertir esa paja en "oro", y sin emitir a la atmósfera más carga de CO₂.

El "oro" obtenido a partir de la paja del arroz es Ácido Levulínico (LEVA) y el proyecto para lograrlo se llama WALEVA, impulsado por la Federación Empresarial de la Industria Química (FEIQUE).

¿Para qué se usa el Ácido Levulínico? Pues acabaríamos antes diciendo para qué no se usa.

LEVA es un monómero que se utiliza en sectores como el farmacéutico, los biocombustibles, los polímeros y la alimentación.

Pero aún falta por contar la principal ventaja de exprimir la paja de arroz para otros usos, y es que, de ese modo, no se quema, y que nadie olvide que "arder" significa CO₂.

España es el segundo productor de arroz del ámbito europeo por detrás de Italia. Se producen 900.000 toneladas de arroz. Esto se traduce en 720.000 toneladas anuales de paja con las que, potencialmente, se podría alcanzar una producción de 130.000 toneladas de ácido levulínico (LEVA), lo que supone una reducción de 155.000 toneladas de CO₂ con respecto a lo que se emitiría por la quema del residuo.

■ LUCA LANDI



APROVECHAR LA PAJA DEL ARROZ

La Federación Empresarial de la Industria Química (FEIQUE) ha colaborado con el Grupo de Ingeniería Industrial Técnicas Reunidas (TR) y el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX) en el desarrollo del Proyecto WALEVA para convertir la paja de arroz en LEVA.

La Química contra la COVID

No será fácil olvidar **LA PANDEMIA**: mascarillas, PCRs, vacunas, gases hospitalarios, fármacos y litros y litros de desinfectante entraron en nuestras vidas como escudos para vivir a salvo. 200.000 profesionales y más de 3.000 empresas del sector químico redoblaron sus esfuerzos para hacer frente al **coronavirus**



MÍNIMO 20 SEGUNDOS
Tiempo mínimo para lavarse las manos.

LAVARSE LAS MANOS SALVÓ NUESTRAS VIDAS

Jabones y desinfectantes son el arma base contra el SARS-CoV-2. Lavarse las manos con jabón permitía destruirlo, al eliminar la capa de grasa que cubre al virus. Las moléculas de surfactante presentes en el jabón contienen largas cadenas formadas por átomos de carbono que ayudan a disolver los lípidos que protegen el material genético del virus, dejándolo indefenso. Además del jabón, los geles hidroalcohólicos han estado ligados a nuestras vidas toda la pandemia. En su composición intervienen, en una concentración que varía entre el 60 y 85%, alcoholes de cadena corta –fundamentalmente alcohol etílico y el isopropílico– glicerina y peróxido de hidrógeno. En algunos casos, se añaden antisépticos, como el cloruro de benzalcolonio o clorhexidina, para aumentar su efectividad.

► La planta de BASF en Tarragona modificó su funcionamiento para producir tres millones de toneladas de desinfectante que donaron a varios hospitales locales.

► Dow produjo 300 toneladas de desinfectante para manos por mes en su complejo químico de Stade, Alemania adaptó una de sus instalaciones en los EE.UU. con el mismo fin.

► El grupo Juste recibió el premio a la Conducta Responsable 2020 por “Aunar esfuerzos, difundir el compromiso y ahorrar tiempo contra el COVID-19”. La organización modificó las líneas de producción para fabricar gel hidroalcohólico, que luego fue donado a organismos públicos y privados en coordinación con autoridades y otras organizaciones.

► Clariant, Repsol y Solvay modificaron los procesos de producción para fabricar desinfectantes de manos y de superficies y donarlos a instituciones médicas, autoridades y otros sectores.

► ExitusPlusTM: proporcionó soluciones eficaces para una descontaminación efectiva en el laboratorio, como PanReac AppliChem.

LOS EPIS QUE SE HAN HECHO FAMOSOS

La industria química proporciona los polímeros y las fibras sintéticas para fabricar EPIs como mascarillas y guantes y material sanitario como jeringuillas, respiradores e incluso el recubrimiento de los medicamentos. Ha trabajado en estrecha colaboración con el Ministerio de Industria realizando un seguimiento de las EPIs dispo-

nibles en el mercado internacional y suministrando información a las autoridades de proveedores internacionales y a los especialistas del sector.

► Lubrizol activó la producción de materiales para la impresión en 3D de protectores faciales. BASF proporcionó Ultrafuse, un filamen-

to de plástico que se emplea para la impresión en 3D de mascarillas de protección de trabajadores de centros sanitarios, residencias y cuerpos de seguridad.

► Archroma y Ercros multiplicaron su esfuerzo para el suministro de materias primas necesarias para la fabricación de mascarillas

y otros equipos de protección personal.

► Atlantic Copper, Clariant, Covestro, Dow, DuPont, Exxon-Mobil y Repsol donaron fondos y/o suministros críticos, como materias primas para dispositivos médicos, gafas de seguridad y monos para el personal médico.

EL OXÍGENO QUE PERMITIÓ SEGUIR RESPIRANDO



La industria química desarrolla gases medicinales con múltiples aplicaciones. Entre ellas el oxígeno, indispensable en una enfermedad respiratoria como la COVID-19.

► El suministro de oxígeno y gases medicinales para el hospital de campaña situado en las instalaciones de Ifema se ejecutó en un tiempo récord. Air Liquide y Carburos Metálicos trabajaron conjuntamente en la instalación y dotación de los circuitos de oxígeno para atender a los pacientes ingresados por coronavirus Covid-19 en este complejo. Nippon Gases fue la gran proveedora de gases medicinales del Ifema.

► Carburos Metálicos ha participado en más de 150 intervenciones en hospitales para suministrar gases medicinales

► Air Liquide también se ha encargado de preparar las instalaciones y suministrar oxígeno medicinal en diversos hospitales. Uno de ellos fue el hospital de campaña instalado en Vic, en el que la empresa administró un tanque de 15.000 litros. Además, la compañía realizó las adecuaciones pertinentes para la canalización de las tuberías y la instalación de 160 tomas de oxígeno para las camas de los pacientes.

► Nippon Gases también ha llevado a cabo tareas de instalación, suministro, canalizaciones y tomas de administración de oxígeno medicinal, especialmente en la Comunidad de Madrid. La compañía instaló de varios puntos de administración de oxígeno en el Hospital Universitario Gregorio Marañón.

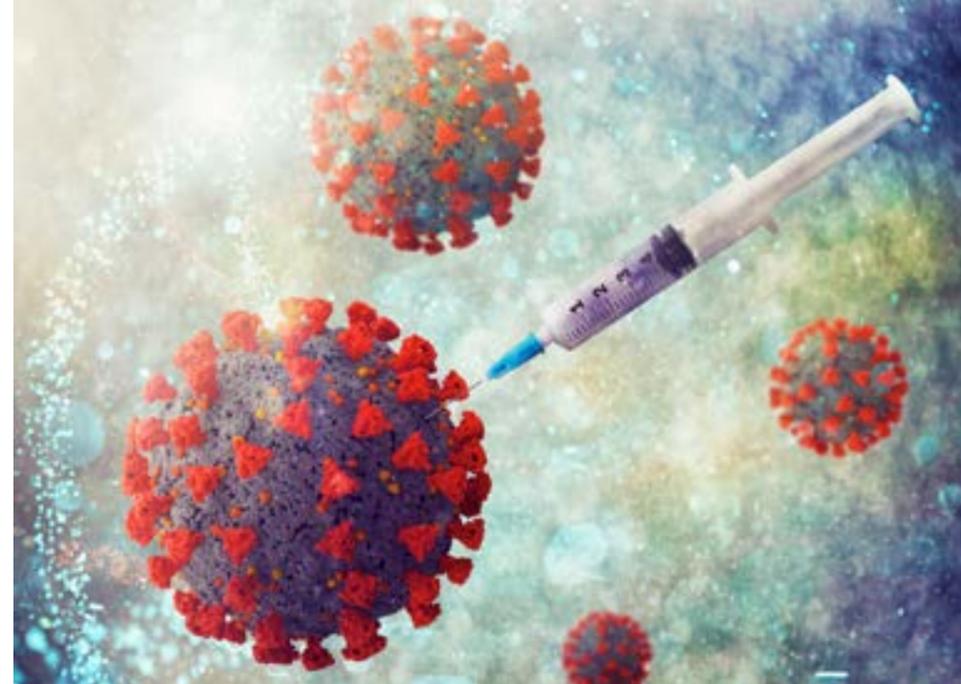
LA QUÍMICA DE VANGUARDIA ANTE FUTUROS COVID

La tecnología al servicio de la ciencia química de vanguardia y el diseño de fármacos asistido por computadora (CADD) se activó para abordar la crisis de la COVID-19. Utilizando las tecnologías de diseño y simulación molecular

patentadas, los químicos computacionales trabajan de la mano de los químicos médicos para diseñar compuestos novedosos dirigidos no solo a la inhibición del SARS-COV-2, sino también a la inhibición de amplio espectro de múltiples coronavirus para

proteger mejor nuestro futuro. Hasta ahora, se han realizado colaboraciones colectivas de más de 5.000 diseños moleculares, de los cuales se han sintetizado más de 400 compuestos. COVID Moonshot es una ambiciosa iniciativa de colaboración

colectiva para acelerar el desarrollo de un antiviral COVID. Utilizan inteligencia artificial y la supercomputadora colaborativa de Folding @ home para determinar qué diseños de fármacos enviar para que los fabriquen y prueben en el laboratorio.



LA BASE DE LAS VACUNAS QUE ACABARÁN CON LA PANDEMIA

Las vacunas de Pfizer y Moderna se pueden fabricar de forma totalmente sintética. Pero no solo hacen falta farmacéuticos y biólogos a bordo para desarrollarlas, también son imprescindibles los químicos. Parte de la fuente secreta de estas vacunas es que los químicos han encontrado una manera de modificar el ARN y mejorar lo que la naturaleza ha desarrollado para aumentar su estabilidad y atenuar su extrañeza para el cuerpo.

Las vacunas están encapsuladas en nanopartículas de lípidos, una cubierta grasa para proteger las frágiles moléculas de ARNm. Esos lípidos, también están desarrollados sintéticamente.

Las vacunas también contienen conservantes como 2-fenoxietanol y estabilizantes como azúcares (lactosa, sacarosa), aminoácidos (glicina), gelatina o proteínas (albúmina humana recombinante, derivada de levadura).

Los tensioactivos, que se utilizan en alimentos como los helados, mantienen los ingredientes juntos.

La industria farmacéutica mundial está volcada en el desarrollo de nuevas vacunas frente a la COVID-19 y en asegurar su posterior fabricación y distribución en un reto sin precedentes en el que se necesitarán miles de millones de dosis en tiempo récord. A principios de año había más de 160 vacunas contra la Covid-19 en proceso de investigación y casi 50 en fase clínica, además de más de 600 medicamentos que se están estudiando (datos OMS).

Nippon Gases España sirvió más de dos toneladas de hielo seco, para mantener la vacuna de Pfizer contra la COVID a -80°C durante el traslado y conservación.

FÁRMACOS QUE SIRVIERON DE BARRERA

Tras identificar 300 interacciones entre las proteínas del SARS-CoV-2 y las humanas se identificaron 69 fármacos que podrían ser útiles para tratar la COVID-19.

Los antivirales imprescindibles, especialmente el remdesivir. Gracias al remdesivir es posible impedir la replicación del virus. El fármaco que fue fabricado por Gilead Sciences, fue el primero autorizado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) para su uso de emergencia contra la COVID-19.

La plitidepsina se trata de un compuesto extraído de la ascidia Aplidium albicans que se utiliza

contra la leucemia linfocítica aguda y que comercializa la empresa española PharmaMar. La plitidepsina dio buenos resultados contra el HCoV-229E, que es un coronavirus relacionado con el que produce la enfermedad COVID-19. Ha demostrado su eficacia contra el SARS-CoV-2 en ensayos in vitro realizados por grupos de investigación de referencia a nivel mundial como el dirigido por el doctor Luis Enjuanes o el que dirige el doctor Adolfo García Sastre en el Instituto de Patógenos Emergentes en el hospital Mount Sinai de Nueva York.

Los corticosteroides, que en general se usan para controlar la inflamación en enfermos de asma

con alergias, están dando buenos resultados para combatir los efectos de la COVID-19. En un estudio clínico realizado en junio de este año a más de 6.000 personas, la dexametasona redujo en un tercio las muertes en pacientes que estaban utilizando respiradores médicos y en un quinto en aquellos a los que se les estaba suministrando oxígeno.

Son numerosas las moléculas que se están estudiando para desarrollar fármacos contra la COVID-19, entre ellas la hidroxicloroquina, azitromicina y lopinavir. También la ya mencionada plitidepsina, y moléculas como umifenovir y ritonavir.

LOS PCR DE NUESTRAS VIDAS

La PCR es la prueba de referencia y permite detectar el ARN del virus. La prueba será positiva cuando en el análisis se detecte material genético del virus. La PCR la inventó un químico, y todo lo que se emplea para que funcione tiene que ver con la química. PCR, o la Reacción en Cadena de la Polimerasa, es una reacción química que los biólogos moleculares utilizan para amplificar (crear copias) fragmentos de ADN. Esta reacción permite que unos pocos frag-

mentos de ADN se repliquen en millones o miles de millones de copias, en unas pocas horas. La amplificación permite estudiar la molécula del ADN en detalle en el laboratorio a partir de una pequeña muestra y detectar coronavirus, si es que está.

Kary Banks Mullis compartió el Premio Nobel de Química en 1993 con Michael Smith, por las investigaciones que consiguieron la reacción en cadena de la polimerasa (PCR por sus siglas en inglés).

Fotosíntesis artificial

ÉSTO ES 'UNA HOJA'



JOSÉ RAMÓN GALÁN-MASCARÓS sostiene en su mano A-LEAF, el dispositivo que ha desarrollado.

El químico Jose Ramón Galán-Mascarós, investigador ICREA, es experto en fotosíntesis artificial. Le entrevistamos para hablar de un recién nacido, A-LEAF (Una hoja), el dispositivo que ha desarrollado un consorcio europeo liderado por el Instituto Catalán de Investigación Química (ICIQ). Del tamaño de una lata de refresco, A-LEAF es de momento un brote, un prototipo, pero mucho más eficiente que la caña de azúcar o las secuoyas (por poner dos ejemplos) en la sofisticada tarea de obtener energía de la inagotable luz del Sol. La fotosíntesis artificial ya es una realidad.

¿El mundo futuro estará lleno de árboles de mentira?

No se van a parecer a un árbol. Pero el futuro estará lleno de parques capaces de captar la luz del sol y transformarla en combustibles.

¿Parques artificiales?

Parques artificiales. La fotosíntesis natural no es suficiente. El aprovechamiento medio de la luz solar de las plantas es menor al 2%. Una planta no hace mucho más, no se mueve. Las plantas carnívoras, si juegas a que se abran y cierran y lo haces una y otra vez, terminan muriendo, porque no tienen energía suficiente. Si la fotosíntesis natural bastara, con biomasa ya tendríamos resuelto el problema.

Así que tenemos que ser más eficientes que las plantas

La fotosíntesis artificial ya es muy superior a la fotosíntesis natural. En laboratorio ya alcanza un 30 % de eficiencia. Nuestra A-LEAF alcanzará una eficiencia superior al 10% en transformación de la luz del sol en energía química.

¿En qué consiste la fotosíntesis artificial?

Básicamente, lo que haces con la fotosíntesis artificial es, con la luz del sol, transformar una molécula de poca capacidad energética en otra molécula de la que se puede extraer energía.

Puedes coger agua, la divides en hidrógeno y oxígeno, y el hidrógeno lo almacenas. Después, cuando necesitas la

energía, vuelves a recombinar el hidrógeno con el oxígeno atmosférico y de nuevo tienes sencillamente agua.

¿Lo que obtienes es siempre hidrógeno?

Puedes obtener un combustible químico, que puede ser hidrógeno, o puede ser algo diferente.

Con A-LEAF utilizamos agua y CO₂ y lo transformamos en ácido fórmico, un combustible líquido que, como ventaja frente al hidrógeno, que es un gas, se puede almacenar más fácilmente.

Pero hay más posibilidades. Podrías pensar en coger nitrógeno y obtener amoníaco.

Igual que ahora la gasolina es una mezcla de hidrocarburos, en este proceso de fotosínte-

sis artificial se puede elegir el producto resultante, o una mezcla de varios, dependiendo del modelo.

¿La fotosíntesis es mejor que otras energías alternativas?

La fotosíntesis tiene como ventaja frente a las otras renovables que al final consigues combustible, más fácil de almacenar que la energía eléctrica. Pero sin contaminar, sin liberar extra de CO₂.

En A-LEAF utilizamos CO₂ para el proceso, que puede extraerse de la atmósfera (aunque las tecnologías para lograr esto aún no están muy desarrolladas y son caras) o directamente de las chimeneas que lo producen.

Así, el CO₂ se "recicla": primero se fija en el combustible

solar, y luego se regenera para liberar la energía, en un ciclo neutro para el carbono. No es como el CO₂ que fijaron los dinosaurios y que se está liberando a la atmósfera millones de años después.

¿Es una tecnología que ayuda a cumplir los objetivos para la descarbonización en 2050?

Sinceramente, creo que sin la fotosíntesis artificial es imposible cumplir esos objetivos.

Si ya está conseguida, ¿por qué no se aplica?

Falta una apuesta clara por decidir en qué tecnología de todas las que están en desarrollo invertir. Y hay riesgos. Hay una incertidumbre tecnológica -saber si estas tecnologías funcionarán a gran

escala- y económica -garantizar que el inversor recuperará el dinero-.

¿A-LEAF se puede instalar en un domicilio particular?

Ayudará, como poner placas solares en los tejados. Y también será una buena solución para llevar energía barata y limpia a países en desarrollo. Con la fotosíntesis artificial no necesitarás barcos petroleros, y esto es especialmente interesante para sitios remotos de difícil acceso. No hará falta construir grandes infraestructuras, sino que pequeñas localidades o sitios de montaña o islas podrían usar la energía del sol para obtener combustible.

¿Su destino será entonces la energía doméstica?

No solo. Lo más importante es que también da solución a la industria.

La fotosíntesis artificial puede ser el empuje que necesitan los coches de hidrógeno para implantarse, y es una oportunidad única para la industria química. Podemos hacer hidrógeno, pero también metanol, y otros muchos componentes básicos, ayudando a descarbonizar multitud de procesos industriales. Es una oportunidad que no se debería perder.

¿Por qué, en tu opinión, la fotosíntesis artificial merece estar entre las primeras apuestas para la energía del futuro?

Los campos de fotovoltaica y eólicos ya son económicamente viables, el problema es que no funcionan siempre, porque no siempre hay sol o viento. Si asocias a estos parques un sistema de almacenamiento como combustible químico, realizando la foto-

La ficha técnica de A-LEAF

- ▶ Su nombre: A-LEAF significa Una hoja.
- ▶ Tamaño: 4 cm de diámetro, aproximadamente como una lata de refresco.
- ▶ Materiales: Han descartado todos los metales considerados "críticos", bien por ser muy caros, muy contaminantes, o porque su suministro aviva conflictos geopolíticos.
- ▶ El catalizador para el ánodo está basado en hierro y níquel.
- ▶ El cátodo es de cobre dopado con azufre.
- ▶ La celda electroquímica es un dispositivo cilíndrico encerrado en un prisma translúcido.
- ▶ Varios tubos suministran reactivos a sus dos compartimentos separados por una membrana, el ánodo y el cátodo.
- ▶ Una pequeña celda fotovoltaica genera la diferencia de potencial entre los dos, necesaria para propiciar las reacciones químicas.
- ▶ En el ánodo se oxidan moléculas de agua (H₂O), liberando oxígeno gaseoso (O₂).
- ▶ En el cátodo se produce la reducción de dióxido de carbono (CO₂), para dar lugar a moléculas orgánicas que almacenan energía en sus enlaces químicos; la energía se puede liberar quemando este producto.
- ▶ El ácido fórmico resultante se puede usar como combustible.

síntesis artificial, habrás dado equilibrio a la red.

De ese modo, almacenas la energía, y cuando la red entre en pico, la liberas de ese combustible almacenado. Además, puedes vender el combustible. Y todo el proceso sin aumentar el CO₂ atmosférico. Es una idea redonda.

■ LORENA SÁNCHEZ

NEU TRA DAD

Para alcanzar
la neutralidad
de carbono
es necesario
**CAPTURAR
Y REUTILIZAR**
el CO₂ que se emite

DE CARBONO



¿UN OBJETIVO ALCANZABLE?

El planeta se ha vuelto loco. Los termómetros en Death Valley, California volvieron a hervir este verano, batiendo el récord de temperatura desde que hay registros con 54,4 grados. Lo que antes era excepcional, ahora se repite cada año. Sequías, huracanes, inundacio-

nes, olas de calor e incendios. La desaparición acelerada de las selvas y de millones de especies.

La causa de esta locura es el dióxido de carbono. El carbono es la base de la vida, al menos en este mundo. La biosfera, esa delgada capa donde se encuentra la vida, acumula la mayor parte del carbono de los seres vivos. Las plantas absorben carbono de la

atmósfera en forma de CO₂, y lo utilizan para construirse a sí mismas. Los animales comen las plantas y son devorados por otros animales, cuyos restos son alimento para otras plantas, y así sucesivamente.

Hasta hace muy poco este carbono se quedaba pegado al suelo, pero en solo cien años los humanos hemos dado la vuelta al ciclo. Hemos →

La biosfera, esa delgada capa donde se encuentra la vida, acumula la mayor parte del carbono del planeta

← quemado enormes cantidades de petróleo, resultado de los restos de plantas enterradas hace millones de años bajo el suelo, y lo hemos liberado de golpe a la atmósfera en forma de CO₂.

El CO₂ del aire tardará miles de años en volver a la tierra. Esto quiere decir que el cambio ocurrido hasta ahora ya no tiene vuelta atrás. Pero el aumento de temperatura en el futuro se puede frenar: solo hay que dejar de emitir carbono a la atmósfera.

En el mundo actual esto parece una misión imposible. El 85% de la energía consumida en el planeta proviene de combustibles fósiles. Incluso si se produjera un abandono generalizado del gas y el petróleo, muchas otras actividades humanas seguirían emitiendo CO₂ a la atmósfera. Aquí es donde entra el concepto de neutralidad de carbono.

La neutralidad de carbono consiste en alcanzar el equilibrio entre el carbono emitido y el carbono que absorben los llamados sumideros de carbono, aquellos sistemas que absorben más carbono del que emiten, como los bosques, los suelos y los océanos, y los sistemas de captura de CO₂.

Esto no es lo mismo que las emisiones netas cero (net-zero) que consiste

en no emitir CO₂ ni otros gases de efecto invernadero.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015 en París se alcanzó un compromiso: avanzar hacia la neutralidad de carbono para 2050 para limitar el aumento de temperatura a 1,5 grados (en la actualidad es de 1,1 grados).

Según la Comisión de la Unión Europea, los sumideros naturales eliminan entre 9,5 y 11 gigatoneladas de CO₂ al año. Hasta la fecha, ningún sumidero artificial de carbono puede eliminar el carbono de la atmósfera a la escala necesaria para luchar contra el calentamiento global. Para conseguir la neutralidad del carbono las empresas tienen la opción de equilibrar sus emisiones mediante la compensación y la compra de créditos de carbono, que se destinan, por ejemplo, a plantar bosques.

Otra opción es capturar el CO₂ que emiten las industrias y usarlo para generar combustibles, cerrando así el ciclo y evitando nuevas emisiones. Por ejemplo, la empresa Air Liquide captura el CO₂ emitido por las fundiciones de acero por condensación criogénica. El CO₂ se puede convertir en metanol mediante una reacción



LA REFINERÍA DE REPSOL EN PUERTOLLANO produce biocombustibles con huella de carbono cero capturando el CO₂ emitido.

llamada hidrogenación catalítica.

El metanol es una de las alternativas más conocidas los combustibles fósiles, pero hasta ahora se extraía de plantas como el maíz, un proceso que en conjunto tiene emisiones muy altas. Sin embargo, cuando se obtiene a partir del dióxido de carbono capturado puede convertirse en combustible más sostenible.

COMBUSTIBLES VERDES, MÁS VERDES

La reacción química que convierte el CO₂ en metanol consume grandes cantidades de energía. Los investigadores del ICIQ (Institut Català de Investigació Química) están desarrollando catalizadores para que esta transformación sea más eficiente.

Otros grupos de investigación están utilizando el dióxido de carbono para obtener plásticos biodegradables y totalmente renovables, o para obtener ácidos carboxílicos que son materias primas para la industria y la fabrica-

ción de medicamentos.

La empresa Repsol va un paso más allá: [combustibles con huella de carbono nula](#). La idea es extraer el CO₂ de la chimenea de una industria o central térmica para convertirlo en combustible combinándolo con hidrógeno. Pero, además, se trata de hidrógeno verde obtenido por electrolisis del agua con energías renovables. El combustible sintético obtenido se puede usar en automóviles y aviones.

EL CO₂ QUE TERMINA EN TU REFRESCO

Esta también es la estrategia de la gasística española Carburos Metálicos, que va a construir una planta de recuperación, depuración y reutilización del CO₂ procedente de la central eléctrica de Garray, en Soria, que funcionará con biomasa. El CO₂ capturado se podrá usar además localmente por la industria local la alimentación y bebidas.

Hay procesos industriales, como la

fundición de acero, que consumen grandes cantidades de energía y por tanto producen elevadas emisiones de CO₂. La empresa ArcelorMittal tiene un proyecto pionero en su planta de Asturias para inyectar hidrógeno verde, obtenido mediante energía renovable, y sustituir parcialmente el carbón utilizado en el alto horno durante la producción de acero. Esto permitirá a ArcelorMittal Europa reducir en un 30% las emisiones de carbono en este proceso para 2030.

Lo mismo ocurre con los plásticos, que producen emisiones en su fabricación y también cuando acaba su vida útil, al quemarlos. El policarbonato es uno de los plásticos más usados en los automóviles, desde los faros hasta las ventanas y piezas del interior del vehículo, y por tanto uno de los que mayor impacto tienen. El fabricante de materiales Covestro propone usar policarbonatos neutros para el clima que emplean materias primas

EL BIOETANOL derivado del maíz es una fuente renovable, pero la conversión debe ser más eficiente para poder ser sostenible



procedentes de desechos biológicos, y también emplean energía renovable durante el proceso de producción. La captura y reutilización del CO₂ no es suficiente para detener el cambio climático, pero es una pieza fundamental de este enorme desafío al que se enfrenta la humanidad. Para superarlo, todos los esfuerzos son pocos.

■ AMINA JOVER



EL CICLO NATURAL del CO₂ hace que el carbono de la atmósfera quede fijado en el suelo por las plantas

LA QUÍMICA DE LA ALIMENTACIÓN

(de la granja a la mesa)

Las innovaciones en la química de la alimentación nos proporcionan alimentos más seguros y más nutritivos, y mitigan el **DESPERDICIO DE COMIDA**

La química y la comida son inseparables. Los alimentos naturales también están compuestos de moléculas y, gracias a la química, hoy sabemos cómo cultivarlos mejor, mantener y aumentar sus propiedades nutritivas, e incluso extraer o añadir compuestos para mejorar nuestra salud.

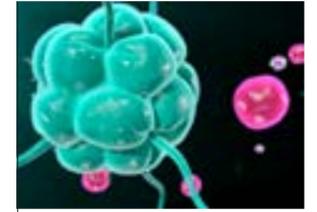
Además, el transporte y la conservación de los alimentos también dependen de avances en la química. Casi la mitad de la fruta y la verdura producidas en el mundo se desperdician, y los desperdicios alimentarios causan el 10% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los embalajes protectores, envases inteligentes con atmósferas protectoras y mejores tecnologías para congelar los alimentos, transportarlos y almacenarlos, preservando sus propiedades y alargando su vida. Así es como la química mejora nuestra comida, de la granja a la mesa. ■



ME DEJAS HELADO
La congelación ultrarápida conserva mejor las propiedades de los alimentos

Congelación criogénica

Se utiliza para congelar alimentos a una velocidad extremadamente rápida. Los alimentos se pasan a través de un spray de nitrógeno líquido que "hierva" alrededor del alimento a una temperatura de -196 °C y extrae una gran cantidad de calor, reduciendo así el deterioro de los alimentos durante el proceso de congelación. La empresa Carburos Metálicos dispone de un túnel llamado Freshline capaz de congelar hasta 350 kg de alimentos por hora, desde carnes y pescado hasta frutas, verduras y alimentos preparados.



Nutrición contra la inflamación

La inflamación es un proceso natural contra las agresiones de nuestro organismo, pero si se vuelve crónica produce todo tipo de enfermedades, desde la obesidad y la diabetes hasta el cáncer y las enfermedades cardiovasculares. Azur Global Nutrition, una división de Solutex, ha desarrollado unos compuestos llamados SPMs (Specialized Pro-resolving Mediators), metabolitos derivados de los ácidos grasos omega-3. En lugar de suprimir la inflamación, como otros medicamentos, estos suplementos facilitan la resolución natural del proceso inflamatorio en el organismo del paciente.



PLANTA A PLANTA
Los drones identifican qué partes del campo cultivado necesitan más agua o fertilizante

La atmósfera aromática

El sistema Aroma MAP, de Carburos Metálicos, ofrece la posibilidad de introducir aromas naturales, como aceites esenciales, en la corriente del gas de envasado en atmósfera protectora. De este modo sería posible, por ejemplo, que al abrir el envase de nuestro pollo frito nos llegase un agradable aroma a tomillo.



Más Omega-3

Los ácidos grasos Omega-3 son grasas poliinsaturadas que se encuentran por doquier en la naturaleza, desde los frutos secos hasta el pescado. En nuestro organismo, el ácido graso Omega-3 DHA es esencial para construir la materia gris del cerebro y como agente para evitar la inflamación. Por desgracia, cada vez conseguimos menos Omega-3 de nuestra dieta. La compañía Solutex ha desarrollado un método para obtener concentrados de los ácidos grasos omega-3 DHA, EPA y DPA en polvo a partir de algas y pescado sostenibles, y con una conservación de hasta 24 meses.



La magia del CO₂ supercrítico

El dióxido de carbono es un gas. Aplicando grandes presiones se puede solidificar en forma de hielo seco, pero aumentando la temperatura y la presión por encima de su punto crítico, a 31 °C, se queda en un estado intermedio: se expande como un gas, pero tiene la densidad de un líquido. Se supone que puede haber océanos de CO₂ supercrítico en Venus. En la planta Altex perteneciente al centro tecnológico AINIA, se produce este fluido supercrítico con infinidad de aplicaciones, entre ellas, descafeinar el café evitando el uso de otros disolventes químicos, destilar extractos de hierbas y aceites esenciales, producir alimentos sin gluten, e incluso eliminar pesticidas de los productos agrícolas que llegan a nuestra mesa.



La atmósfera protectora

El oxígeno es el principal responsable de que la comida se estropee, directamente por la oxidación o por promover la multiplicación de las bacterias aerobias. La tecnología de atmósfera modificada o protectora consiste en eliminar el oxígeno del paquete y sustituirlo por gases inertes como nitrógeno o CO₂. La excepción es la carne cruda, que requiere una alta concentración de O₂ para mantener un apetitoso color rojo producido la mioglobina, la proteína responsable.



Granjas inteligentes

La agricultura en las Smart Farms está usando sensores y robots para producir más alimentos con menos recursos en un mundo superpoblado. Los drones sobrevuelan los cultivos con cámaras para identificar, junto con los sensores presentes en la tierra, cuáles son las necesidades concretas de cada parcela de la explotación y suministrar por medio de robots las cantidades correctas de fertilizante y agua, y eliminar las plagas cuando sea necesario. La agricultura vertical, utilizando cultivos hidropónicos, permite controlar todos los factores en el crecimiento de las plantas, desde la luz hasta los nutrientes, y conseguir cosechas abundantes en muy poco espacio, incluso en lugares con falta de sol o tierra fértil.

LA EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA permite que el reciclado químico se presente como una solución al problema de los residuos plásticos

Mundo plástico
El reciclaje químico es la solución a los plásticos que permanecen en el medio ambiente durante años

y + verde

EN BUSCA DE UN FUTURO MÁS ECONÓMICO

La acumulación de residuos plásticos es un problema que debemos atacar en la búsqueda de un mundo más sostenible y con la vista puesta en el futuro. Cada año se producen más de 400 millones de toneladas de residuos, muchos de los cuales son plásticos de un solo uso. Su acumulación en los océanos afecta gravemente a la fauna marina y contaminan el entorno.

En 2018, solo la mitad de los plásticos producidos en la Unión Europea se recuperaron tras su uso, y tan solo el 9% del total fueron reciclados. El resto de los residuos plásticos se depositaron en vertederos. Las montañas de plástico se convierten en puntos incompatibles con la vida, y deben desaparecer si queremos preservar el medio ambiente. El método más común para tratar la basura plástica no es el reciclado, sino la incineración. Quemar estos residuos es un procedimiento ineficiente, contaminante y que supone un riesgo para la salud. Tan solo en Estados Unidos se emiten más de 12 millones de toneladas de CO₂ por la quema de residuos, más de la mitad plásticos. Esta cifra casi iguala la cantidad de CO₂ que es capaz de captar la totalidad de la selva amazónica.

El reciclaje de plásticos comenzó en 1972 en Estados Unidos con el reciclaje mecánico. Los residuos se trituran y se lavan. Los copos de

plástico resultantes se utilizan para producir nuevos materiales plásticos. Sin embargo, los materiales reciclados por este método son frágiles, la calidad nunca es tan buena como el plástico original.

El reciclado químico es la técnica más prometedora para reutilizar los desechos. En origen, los plásticos se fabrican mediante polimerización, es decir, la unión de moléculas simples para conseguir otras más complejas. Por ejemplo, el polietileno se obtiene de la formación de cadenas de etileno, un gas.

Mediante una combinación de tratamientos físicos, térmicos, químicos y en ocasiones biológicos, es posible separar los plásticos en sus componentes simples, que pueden reutilizarse para producir plástico con la misma calidad que el original. Así se eliminan residuos del medio ambiente, incluido el CO₂, y se fomenta la economía circular. Los productos obtenidos del reciclaje químico son de una alta calidad y se pueden utilizar en aplicaciones exigentes, como la industria alimenticia. El avance de la tecnología ha hecho posible el reciclado químico desde principios del 2000 pero todavía queda un gran camino por recorrer.

La Unión Europea fijó la ambiciosa meta de reciclar e incorporar en nuevos productos diez millones de toneladas de plásticos para 2025. Un reto que requiere del reciclado químico como pieza clave. →

← **NUEVAS TECNOLOGÍAS AL SERVICIO DE LA NATURALEZA**

El desarrollo de la tecnología está animando a las grandes empresas a liderar proyectos y crear productos que a su vez ayudan al medio ambiente. Por ejemplo, la empresa Repsol es pionera en España en el reciclado químico de plásticos. Su complejo industrial de Puertollano es la primera planta de reciclado químico para espuma de poliuretano en España. En el momento que esté operativa, finales del próximo año, este complejo será capaz de tratar 2.000 toneladas de residuos plásticos anuales. Con una inversión de 12.000 millones de euros, este proyecto de economía circular convertirá la espuma de poliuretano, la que se usa para fabricar colchones, y uno de los residuos plásticos más difíciles de tratar, en materia prima de alta calidad útil para la propia industria, dejando una huella de carbono prácticamente nula en el proceso. Las funciones actuales de la planta permitirán alcanzar una sinergia entre el reciclado químico y el resto de sus funciones para asegurar la calidad de los nuevos productos con mínimo

coste económico, y especialmente ambiental.

El reciclado por pirolisis de plástico produce un “aceite de pirolisis”, una sopa de moléculas útiles. El proyecto ChemCycling™ de la empresa BASF, presentado en 2020, consiste en transformar este aceite en nuevos plásticos que tienen la misma calidad que los originales. Si este proceso se aplica a escala industrial, ya no será necesario usar combustibles fósiles como materia prima para la fabricación de plástico. La reutilización de materiales reciclados a escala industrial los integra en la economía circular, y de este modo los desechos adquieren valor económico y el uso de recursos fósiles deja de ser vital para el proceso, respetando al medio ambiente.

El aceite de pirolisis puede presentar impurezas como metales, sulfatos y contaminantes que impedirían su reutilización. La empresa química Clariant también aporta innovaciones a esta fase del reciclado químico de plásticos. Con su tecnología Ecocircle son capaces de separar las impurezas en el aceite de pirolisis mediante tratamientos adaptados

a la cada situación. Gracias a estos procesos es posible que la materia prima resultante del reciclado de plásticos tenga una alta calidad y pueda ser reutilizada de manera prácticamente infinita y económicamente viable.

INSTITUCIONES COMPROMETIDAS CON LA TIERRA

El compromiso de para salvar la naturaleza ha de involucrar a toda la población, incluyendo instituciones y organizaciones empresariales, en un esfuerzo conjunto en busca de un futuro más verde. El Instituto Tecnológico de Plástico (AIMPLAS), es una de las instituciones nacionales más concienciadas con el reciclaje y reutilización de los residuos plásticos. En el año 2018 lanzaron el proyecto RepescaPlas, cuyo objetivo es la reducción de basura en el ámbito marino, así como la divulgación sobre la naturaleza y cómo la afectan los desechos plásticos.

En 2020, su tercer año de operaciones, las asociaciones de pescadores que forman parte del proyecto han recuperado 4.128 kilos de basura marina en puertos gallegos, canarios y valencianos. Los residuos clasificados como plásticos fueron enviados a AIMPLAS, donde se utilizará el reciclaje químico para obtener nuevos plásticos y combustible que no pongan en peligro el medio ambiente.

De estos residuos marinos se obtienen materias primas divididas en dos tipos. Una fracción sólida, que sirve para la síntesis de carbón activo, y una fracción líquida que se podrá utilizar como combustible mucho más respetuoso con la naturaleza que los carburantes fósiles. Se espera que en la convocatoria de RepescaPlas del próximo año los resultados sigan mejorando. Aunque la siguiente entrega está centrada en las costas valencianas, todos los puertos nacionales e internacionales, tendrán la posibilidad de participar hacia un mundo más sostenible mediante la divulgación y presentación de resultados,

En mayo de este año AIMPLAS también coordinó el proyecto euro-

La iniciativa RepescaPlas ha recuperado **4.128 kilos de basura marina** en puertos gallegos, canarios y valencianos, que se convertirán en nuevos plásticos y combustibles gracias al reciclado químico

peo LIFE ECOMETHYLAL para reciclar plásticos previamente desechados. El resultado fue la puesta en marcha de tres plantas, dos localizadas en España y otra en Croacia, que ayudarán a cumplir el ambicioso objetivo de reciclado plástico de la Unión Europea, reutilizando los plásticos mediante un proceso de craqueo térmico. El tratamiento convierte la mitad de los residuos en metilal, un químico de alta calidad y multiusos. El metilal es útil como disolvente, así como para la fabricación de nuevos plásticos, por lo que el proceso podría ser repetido, potencialmente sin límites. La nueva planta tiene un diseño modular, por lo que se puede trasladar y ensamblar fácilmente en otro lugar.

“Esta tecnología ya se puede escalar a nivel industrial, pero aún se sigue trabajando en el proyecto para mejorarla y minimizar su consumo”, afirma Eva Verdejo, responsable de Reciclado Químico en AIMPLAS.

RECICLAJE DE PALAS Y ALAS

Los molinos aerogeneradores y los aviones tienen algo en común: se fabrican con materiales compuestos de fibra de carbono o fibra de vidrio, tan ligeros y resistentes como difíciles de reciclar. El proyecto EROS en el que participa AIMPLAS se ocupa de reciclar estos residuos para separarlos y recuperar la fibra de vidrio y fibra de carbono por un lado, y glicoles por otro, que se emplean en la fabricación de tintas. La constante necesidad de plásticos ligeros y de calidad en la industria del transporte hace que sea una de las principales fuentes de inversión para el reciclaje químico. El proyecto EROS pretende presentar sus primeros resultados a finales de este año.

El tratado de residuos plásticos también es parte del compromiso con el medio ambiente de empresas como Dow Chemical. Los acuerdos entre

organizaciones ecologistas y Dow buscan nuevas maneras de proteger el medio ambiente, incluyendo que todos sus productos plásticos sean reciclables o reusables en 2035. Este compromiso apunta a 2030 como el año en el que la empresa habrá reciclado un millón de metros cúbicos de plástico en todo el mundo.

La mayoría de estos residuos serán reciclados químicamente y reutilizados tanto por parte de Dow Chemical como por sus socios, usando las tecnologías que han desarrollado para este propósito. Otra de las metas es demostrar el valor y calidad que los productos reciclados mantienen frente a los plásticos vírgenes.

MEJORANDO LA ECONOMÍA Y LA HUELLA ECOLÓGICA

Entender y aplicar los principios de la economía circular es una parte esencial para que la industria asuma la importancia del reciclaje químico. La empresa alemana de polímeros Covestro pretende implantar la reutilización casi completa de los plásticos mediante reciclaje químico en sus procesos, pero no es algo que ningún organismo pueda hacer en solitario. Para alcanzar esta meta, Covestro fundó en 2019 la Alianza para Acabar con los Residuos Plásticos (AEPW) agrupando a 30 compañías globales en una organización sin ánimo de lucro. El objetivo de AEPW es recuperar, reducir, y reutilizar la mayor cantidad posible de residuos plásticos de todas las empresas participantes.

El reciclaje químico es una pieza clave en el trabajo de la AEPW, que pretende concienciar a todos los eslabones de la cadena de producción de la importancia y calidad de los productos reciclados, asumiendo así una manera virtualmente infinita para recuperar los materiales plásticos dentro de la industria, que a su vez mantienen un producto con un alto estándar de calidad.

Muchas de las decisiones para

avanzar en el reciclaje son políticas y económicas, y es necesario trabajar en estos ámbitos para hacer del reciclado químico una práctica habitual en todo el mundo, integrada en la nueva economía circular. Por este motivo, iniciativas como TRUECIRCLE™ de la empresa saudí Sabic son tan importantes. El proyecto pretende concienciar a políticos y empresarios de la importancia y beneficios del reciclaje químico en plásticos. Sabic también quiere facilitar el consumo responsable a los compradores de estos productos, es decir, todos nosotros. El certificado TRUECIRCLE™ asegura que los productos plásticos son lo más respetuosos posible con el medio ambiente, y permite reconocerlos por su procedencia de residuos plásticos reciclados químicamente, manteniendo la misma calidad que los productos fabricados de materiales no reciclados. Algo que en los próximos años se convertirá en una buena razón para elegir un producto frente a otro.

Parte de los esfuerzos de Sabic y TRUECIRCLE™ cristalizarán la segunda mitad del próximo año. En esta fecha se construirá la primera planta comercial dedicada al refinamiento de residuos plásticos que en un principio iban a ser incinerados, y que se convertirán en TACOIL. El TACOIL es una materia prima que a su vez será utilizada por Sabic como alternativa a los materiales fósiles para la fabricación de nuevos polímeros plásticos.

La acumulación de residuos plásticos es un problema global, que solo podremos atajar gracias a la tecnología química y el esfuerzo colectivo de empresas, países e individuos. Esto nos aseguraría un futuro económicamente viable y un horizonte más verde, en el que sabremos que los productos que utilizamos serán reciclados y volverán algún día a nosotros.

■ JESÚS GUADAÑO



el propio proceso son utilizados para producir el calor necesario.

► **Solvólisis:** los residuos plásticos se descomponen en sus monómeros originales modificando la presión y temperatura y aplicando un disolvente. Dependiendo del agente químico con el que se les haya atacado se pueden obtener distintos productos reutilizables.

► **Degradación enzimática o biológica:** el polímero se descompone por la acción de microorganismos o las enzimas que éstos generan. Se puede utilizar para plásticos convencionales y bioplásticos, y los subproductos se aplican en la biorremediación, o recuperación del medio ambiente contaminado.

LAS TÉCNICAS DE RECICLADO QUÍMICO

El avance de la tecnología ha permitido recientemente sustituir la quema o acumulación de plásticos por técnicas de reciclado de plásticos más sofisticadas y respetuosas con el medio ambiente. Principalmente son tres:

► **Pirolisis:** el proceso más presente de manera industrial. Mediante calor, los polímeros que forman los plásticos se dividen en monómeros u otras materias primas. El balance energético es nulo, puesto que los gases liberados en

LOS BIOPRODUCTOS Y LA BIOECONOMÍA

Es el momento para la **ECONOMÍA CIRCULAR** y que los productos que consumimos formen parte del ciclo de la vida

La bioquímica tiene la solución para conseguir nuevos materiales y combustibles prescindiendo del petróleo

ATRITURAR
La biomasa de los residuos agrícolas se tritura y se convierte en materia prima para combustibles y bioplásticos

En la naturaleza no tiene sentido hablar de basura. La mayoría de los procesos naturales son cíclicos, por lo que no generan desechos. Nada se pierde, todo se reutiliza. El excremento de un organismo es la merienda de otro.

Todos recordamos el ejemplo más sencillo: el ciclo del agua. El agua de lluvia llega por los ríos al mar, donde se evapora y forma nubes que descargan más lluvia.

La vida en la tierra se basa sobre todo en dos ciclos químicos básicos: el del carbono y el del nitrógeno. La activi-

dad humana los ha perturbado, y nuestra economía opera al margen de estos procesos. Solo un entendimiento profundo de cómo funciona la química del planeta nos puede ayudar a desarrollar una economía compatible con la vida: la bioeconomía, la base de la economía circular.

TODO ES UN CICLO

El ciclo del carbono es bien conocido, y fundamental para la vida en el planeta. El dióxido de carbono liberado a la atmósfera por los animales al respirar se convierte en alimento para las plantas y así regresa a la tierra y vuelve a

formar parte de la vida. Aunque el carbono se ha hecho famoso, a veces se olvida el nitrógeno, un elemento esencial para formar aminoácidos, las piezas que forman todos los seres vivos. La mayor parte del nitrógeno es capturado por bacterias que producen amoníaco, que a su vez utilizan las plantas, y que luego comen los animales. El nitrógeno termina en los excrementos, que otras bacterias descomponen, y el ciclo se repite.

EL PELIGRO DE LA ECONOMÍA LINEAL

Durante este último siglo, el ciclo del carbono se ha visto

alterado la actividad humana. El uso masivo de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón ha hecho que el carbono que llevaba millones de años sepultado bajo el suelo se haya liberado en apenas un siglo, un instante en tiempo geológico. Los ecosistemas no son capaces de reciclar este carbono, que se acumula en la atmósfera.

Por otro lado, una gran parte del nitrógeno necesario para los cultivos ya no proviene de los excrementos animales, sino de amoníaco fabricado a partir del nitrógeno atmosférico, usando un proceso que necesita grandes cantidades de gas o petróleo para fabricar fertilizantes →

← sintéticos. Estos fertilizantes terminan contaminando ríos y mares. Además, la mayor parte de los productos que consumimos están fabricados con plásticos, y solo una pequeña parte se recicla. En otros casos se queman, liberando aún más CO₂ a la atmósfera.

La bioeconomía se basa en comprender todos estos procesos desde la química, a nivel molecular, y así redefinir los procesos industriales, los materiales, y la forma en que producimos energía. La clave está en la biomasa.

LA BIOMASA Y LAS BIORREFINERÍAS

Cuando pensamos en biomasa la identificamos con el estiércol, pero hay mucho más. En Europa, cada persona produce 200 kg de bioresiduos urbanos, compuestos principalmente de restos de comida. Los parques, jardines, bosques y campos generan toneladas de residuos vegetales, como hojas, paja, o cáscaras. Aquí es donde entran las biorrefinerías.

Igual que en una refinería se convierte el petróleo crudo en productos útiles, como la gasolina, en las biorrefinerías se transforma la biomasa para su uso como combustible o materia prima. El uso más conocido es transformar la biomasa de estos residuos en bioetanol o biogás para su uso como combustible, pero en realidad en Europa el 60% de esta biomasa se transforma en otros bioproductos, como plásticos, aceites o fertilizantes.

El centro tecnológico AINIA, una entidad sin ánimo de lucro que aúna a más de 700 empresas, participa en el proyecto europeo URBIOFIN para transformar biomasa urbana. En su biorrefinería PERSEO se obtiene bioetanol, pero se ha actualizado para transformarlo a su vez en bioetileno, un gas que se utiliza para acelerar la maduración de frutas y verduras en la industria alimentaria.

Los avances también se producen en las refinerías de petróleo tradicionales. Mediante el proceso DETAL, la empresa Cepsa consigue fabricar alquilbenceno lineal (LAB), una materia prima utilizada para fabricar detergentes biodegradables, con menor uso de agua, materias primas y menores emisiones de CO₂.

FERTILIZANTES PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE

La agricultura es la segunda actividad que más gases de efecto invernadero produce. Para hacerla sostenible es



GASOLINA DE ALGAS
Las algas son una fuente de biocombustible, aceites y fertilizantes



ELECTRICIDAD DE LAS PLANTAS
Las centrales eléctricas pueden utilizar biocombustibles

imprescindible reducir y optimizar el consumo de agua, reducir las emisiones en la maquinaria agrícola y el transporte, y reducir el impacto de los desechos producidos en las cosechas. Sin embargo, persiste el problema de la fabricación de fertilizantes sintéticos, que requiere un elevado consumo de combustibles fósiles.

La empresa española Fertiberia, fabricante de productos agrícolas, está desarrollando un proyecto llamado B-ferst cuyo objetivo es desarrollar fertilizantes sostenibles a partir de residuos agrícolas, ganaderos, de la industria agroalimentaria, y de lodos procedentes de Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDAR). Por su parte, AINIA también participa en un proyecto para la producción de fertilizantes en biorreactores a partir de algas. Esta biomasa se transforma mediante reacciones enzimáticas en líquidos con un alto contenido en aminoácidos, y por tanto aprovechable como fertilizante.

BIOPLÁSTICOS ÚTILES

El uso de los plásticos es uno de los ejemplos más claros de los inconvenientes de la economía lineal. La materia prima es el petróleo y sus derivados, por lo que no se renueva, y sus depósitos terminarán agotándose. Además, el plástico es muy resistente a la degradación natural, por lo que los residuos que se generan no son asimilados por el medio ambiente y se acumulan.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente calcula que España tira al océano unas 126 toneladas de plástico al día, lo que supone unas 46.000 toneladas al año. El reto presenta múltiples frentes que hay que atacar al mismo tiempo: mejorar la recogida y reciclaje de residuos, fabricar plásticos a partir de biomasa como materia prima y por último, conseguir plásticos biodegradables que se descompongan en el medioambiente en lugar de permanecer en él.

La empresa ErcrosBio, a través de un proyecto de I+D, ha creado un bioplástico usando PLA, un polímero del ácido láctico, y PHA, un polímero que se elabora a partir de materias primas vegetales renovables como la caña de azúcar. Este bioplástico podría llegar a degradarse en solo seis semanas en un compostador, capturando dióxido de carbono en el proceso, y produciendo a su vez agua, minerales y fertilizantes.

Sin embargo, el bioplástico debe perdurar lo suficiente para que pueda ser útil en su uso comercial, y no debe descomponerse mientras se está utilizando. Por este motivo hay bioplásticos que solo se degradan a temperaturas superiores a 60 grados, mientras que otros solo lo harán en condiciones de alta humedad y añadiendo microorganismos que completen el proceso..

Domingo Font, jefe de ventas de compuestos de PVC y especialidades de Ercros, afirma que en sus oficinas tie-

A menudo cuando pensamos en biomasa la identificamos con el estiércol, pero hay mucho más

nen botellas con una antigüedad de ocho años que siguen en perfecto estado. Esto garantiza la seguridad de su contenido a lo largo del tiempo.

LA REVOLUCIÓN DE LOS BIOCMBUSTIBLES

En el año 2019 se emitieron a la atmósfera 37.000 millones de toneladas de dióxido de carbono, y una gran parte provienen del consumo de combustibles fósiles como el carbón, el gas natural y los derivados de petróleo.

Los biocombustibles proceden de fuentes renovables, es decir, no se agotarán como los combustibles fósiles, y aunque producen emisiones, estas provienen de un carbono capturado en la biomasa, es decir, se puede convertir en un proceso neutral.

En este sentido, en el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) a través del proyecto CLARA están desarrollando un proceso para la producción de biocombustibles mediante la gasificación de los residuos de fermentación (por ejemplo de la cerveza), restos vegetales, o residuos procedentes de la ganadería. El resultado es un biogás que puede sustituir al carbón y el gas natural.

La bioeconomía es la nueva economía, y como todo en la naturaleza, es circular. De nosotros depende que eche a rodar cuanto antes.

■ TERESA BERMEJO

MEDICINA

LAS IMPRESORAS 3D REVOLUCIONAN LA MEDICINA

Llega la **IMPRESIÓN 3D** para reemplazar partes del cuerpo, crear fármacos inteligentes y darnos superpoderes

En los años 50 del siglo XX se inventó la tecnología de inyección de tinta que todos conocemos de nuestras impresoras, pero por aquel tiempo pocos podían esperar que esta misma técnica permitiría imprimir figuras tridimensionales, incluyendo edificios enteros, prótesis y órganos humanos. Aunque la idea de la impresora 3D se contemplaba en teoría, hubo que esperar hasta 1983 para ver la primera pieza real. Hoy los avances en la química de los materiales y la bajada de los precios de la tecnología hacen la impresión 3D una pieza clave de la exploración espacial, el arte, la alimentación, la educación, la construcción y, uno de los más interesantes, el campo de la medicina.

¿CÓMO FUNCIONA UNA IMPRESORA 3D?

Todo diseño impreso en 3D comienza con un diseño virtual, que deberá ser muy preciso para poder llegar a plasmar a la perfección lo que se quiere crear. Ese diseño con ordenador, una vez terminado, se dividirá virtualmente en cientos y miles de capas, como si fueran rebana- ➔

“

La impresión en 3D no sustituye a la producción tradicional, sino que la complementa”

GUILLERMO MARTÍNEZ
GAUNA-VIVAS,
director de Ayúdame3D.

“

Hemos reducido el tiempo de fabricación a 72 horas tras la validación del diseño por parte del doctor”

DAVID ALONSO,
Jefe de Tecnología de Customimplants.



← das, por un proceso denominado slicing. Las capas se envían a la impresora 3D para que ésta deposite el material siguiendo su forma. Añadiendo una capa sobre otra se completa la pieza final.

Hay muchos tipos de impresoras y muchos tipos de materiales con los que generar la pieza en 3D como el plástico, el metal o la resina. La mayoría de impresoras tienen una boquilla que aplica el material fundido en forma semilíquida, que se solidifica instantáneamente al depositarlo.

Las innovaciones se están produciendo sobre todo en los materiales, ya que uno de los primeros problemas de las piezas creadas en 3D era su fragilidad. En el centro tecnológico AIMPLAS se están desarrollando materiales para impresión 3D a partir de bioplásticos y plásticos reciclados, así como sistemas de impresión que permiten aplicar distintos materiales a la vez, buscando así mejores propiedades mecánicas.

Por su parte, el Centro Tecnológico de Cataluña Eurecat ha desarrollado la tecnología CFIP (Continuous Fibre Injection Process) para inyectar fibras continuas, por ejemplo, de fibra de carbono, dentro de piezas ya terminadas, lo que permite reforzar todo tipo de materiales.

LA IMPRESIÓN 3D EN LA MEDICINA

En 2017, el doctor Lai Quingguo del Hospital Universitario de Shandong, en China, se encontró con un caso complicado. Un niño de tan solo diez años presentaba un tumor en la mandíbula poco frecuente y hubo que operarle para extirpárselo. La operación concluyó con éxito, pero el maxilar inferior quedó dañado provocando al pequeño una gran deformación facial, dolores e incluso dificultad para hablar y comer.

Descartando las técnicas habituales de injertos óseos en un niño tan pequeño, el doctor Lai pidió autorización para diseñar una mandíbula de titanio en 3D. La prótesis se adaptó perfectamente al cuerpo del niño y a día de hoy su cara no presenta ninguna deformidad.

Los mayores avances se están produciendo en la fabricación de prótesis. Customimplants, una empresa gallega, es la primera en el país que fabrica prótesis y órtesis a medida. “Hemos desarrollado una plataforma online que nos permite comunicarnos con el doctor en todo momento y fabricar así la pieza lo más personalizada posible para el paciente”, afirma David Alonso, su Jefe de Tecnología. Al igual que en el doctor Lai, ellos también utilizan el titanio en por su ligereza, resistencia, biocompatibilidad y durabilidad.

Según la Organización Mundial de la Salud, 2,6 millones de personas mueren a causa de errores médicos en países en vías de desarrollo, algo que también afecta a uno de cada diez pacientes en países desarrollados. La tecnología 3D podría reducir estas cifras.

Con impresión 3D es posible reproducir con exactitud huesos y órganos de pacientes sobre los que los cirujanos puedan practicar una intervención y conseguir posteriormente que la operación mucho más precisa, efectiva, y con una recuperación más rápida del paciente.

PRÓTESIS PARA TODOS
Organizaciones como Ayúdame3D pone la tecnología de impresión en tres dimensiones al alcance de los más necesitados, los países en vías de desarrollo donde las prótesis asequibles pueden cambiar las vidas de los pacientes



LOS FÁRMACOS Y LOS ÓRGANOS 3D QUE VIENEN

¿Cuál es la dosis adecuada de un medicamento? Depende de cada caso, y sin embargo, en el mercado se encuentran pastillas con dosis estándar. Aquí es donde las impresoras 3D son capaces de ajustar individualmente la cantidad e incluso la forma de cada pastilla, no solo para cada paciente, sino para cada etapa del desarrollo de una enfermedad.

Otro gran desafío de la medicina es encontrar donantes de órganos. Las impresoras 3D, usando células madre del propio paciente y otros materiales de soporte, son capaces de crear tejidos, por ejemplo, implantes de piel para quemaduras graves. Aunque a día de hoy está todavía en fase de investigación, se espera poder imprimir órganos completos en un futuro muy cercano, lo que además permitirá abandonar la experimentación con animales.

PRÓTESIS PARA EL MUNDO

La empresa española Ayúdame3D se dio cuenta de la gran desventaja de los países en vías de desarrollo para acceder a la tecnología 3D y quiso aportar su granito de arena. En concreto, 83 millones de personas tienen alguna amputación y no pueden permitirse ninguna prótesis o dispositivo de ayuda.

“Ayúdame3D nace tras un viaje a Kenia en el que entregamos cinco brazos mecánicos impresos en 3D, uno de ellos el primer brazo mecánico para personas sin codo impreso en 3D. Al ver los buenos resultados, decidimos no quedarnos ahí y seguir entregando estos dispositivos a cualquier persona que los necesite del mundo de manera gratuita”, cuenta Guillermo Martínez Gauna-Vivas, direc-

Según la OMS 134 millones de personas sufren al año los errores médicos y 2,6 millones mueren debido a ellos. Gracias a la tecnología 3D estas cifras podrían reducirse.

tor de Ayúdame3D. La entidad tiene la primera granja social de impresión 3D de todo el mundo, a la que puede acceder desde su web.

UN PASO MÁS ALLÁ: EL 4D

La impresión en 4D es un concepto relativamente nuevo y sus orígenes se remontan a 2013. Mientras que la impresión en 3D genera objetos fijos, la impresión en 4D permite crear objetos que son capaces de cambiar de color,

de forma y de tamaño, gracias a la utilización de lo que se conoce como materiales inteligentes. Estos compuestos químicos se pueden programar para que sufran ciertas modificaciones a medida que pasa el tiempo o cuando cambia su entorno.

Esta tecnología está dando sus primeros pasos, ya que los materiales para la impresión en 4D son aún limitados. Se está experimentando con polímeros con memoria de forma (PMF), capaces de mantener un tamaño microscópico durante un tiempo y luego volver a su forma original por el efecto de algunos factores externos como el calor.

Una de las posibles aplicaciones son las operaciones en niños. El pequeño al que el doctor Lai implantó una mandíbula necesitará nuevas operaciones cuando crezca. Con la impresión 4D los implantes infantiles podrían ir cambiando de forma a medida que el niño crece, y adaptarse a él en cada una de sus etapas.

Otra aplicación son los fármacos inteligentes. Pastillas impresas en materiales programables que liberen sus componentes dependiendo de la temperatura del cuerpo del paciente. De esta manera, solo actuarían cuando el paciente, por ejemplo, tuviera fiebre. Quizá en el futuro cercano la química de los materiales nos dará superpoderes.



LA PIEZA QUE TE FALTARÁ MAÑANA.
La impresión 4D permitirá crear prótesis con materiales inteligentes que se adaptan a los cambios que experimenta la persona en el tiempo.

■ TESS HENAREJOS

BATERÍAS

NUEVOS MATERIALES

Los avances en la química de los materiales y las materias primas están haciendo posible escapar de los **COMBUSTIBLES FÓSILES**

PARA LA ENERGÍA LIMPIA

INTERMITENTE
Sin baterías, la energía del sol solo funciona parte del tiempo

“ Para poder llegar a los niveles de generación renovable que Europa requiere **en 2050**, es necesario contar con sistemas de almacenamiento ”



VIENTO SIN MOLINOS
Aerogeneradores sin palas son mucho más compactos que los actuales

Todos conocemos la solución al calentamiento global: usar fuentes de energía sin emisiones, como la energía eólica y la solar. Las energías renovables son inagotables, pero también intermitentes. Solo funcionan cuando brilla el sol o cuando hace viento. Además, aún son poco eficientes. Aprovechamos solo una parte de la energía recibida, a un alto coste. Los avances que nos permitirán escapar de la trampa de los combustibles fósiles vienen de la mano de la química. Nuevos materiales que hacen posibles células solares y aerogeneradores más eficientes, nuevos procesos para producir combustibles alternativos como el hidrógeno, y baterías con mayor capacidad de almacenamiento y menos contaminantes.

AEROGENERADORES SIN PALAS

Los enormes aerogeneradores de nuestros viajes por carretera son ya parte del paisaje. Sin embargo, estos gigantes que se alzan en el horizonte tienen algunas desventajas. Algunas personas se quejan del impacto visual, pero mucho más importante es el ruido que generan en las zonas en que se instalan, y además sus palas pueden ser peligrosas para las aves y son difíciles de reciclar.

En 2015 la start-up española Vortex Bladeless desarrolló una alternativa: un aerogenerador pequeño, sin palas, ni engranajes, ni ejes, que aprovecha la energía eólica a partir del fenómeno aerodinámico denominado desprendimiento de vórtices.

Este fenómeno se observa cuando, por ejemplo, al conducir rápido, la antena del coche golpea el techo rítmicamente. Cuando el viento pasa a través de un cuerpo como se producen unos vórtices que lo hacen oscilar en resonancia con la velocidad del viento.

El aerogenerador de Vortex consiste en un cilindro vertical de unos tres o cuatro metros que se mantiene fijo sobre una varilla flexible anclada al suelo. Cuando el viento la hace oscilar, un generador convierte este movimiento en electricidad.

La varilla está fabricada de un polímero reforzado con fibra de carbono, y el cuerpo del cilindro con polímeros reforzados con fibra de vidrio. Son estos materiales los que hacen posible que el dispositivo tenga una vida útil prolongada, y no se deteriore con la vibración constante. Son los mismos compuestos que actualmente se utilizan en las palas de los aerogeneradores convencionales.

Jorge Piñero, responsable de comunicación de Vortex, afirma que estos

aerogeneradores pueden ofrecer “parques eólicos más densos energéticamente, con menor impacto visual, cero impacto sonoro, una menor modificación del terreno para su instalación y sin impacto sobre la fauna voladora”.

La siguiente pregunta es cómo reciclar estos materiales tan duros y complejos cuando termine su vida útil, algo que ya se había planteado en el caso de las palas. Bcircular, una empresa nacida del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, dispone de un método térmico para recuperar las fibras y reutilizarlas en la fabricación de cemento más resistente y ligero, o materiales vitrocerámicos.

LAS NUEVAS PLACAS SOLARES

La Agencia Internacional de la Energía considera actualmente la energía solar como la más barata de producir. Gracias a los avances en los materiales semiconductores, hoy disponemos de placas fotovoltaicas más ligeras, flexibles y eficientes.

Las placas solares están entrando en las grandes ciudades, que también pueden beneficiarse. El proyecto ETFE Multifunctional Modules, en el que participa CENER, el Centro Nacional de Energías Renovables, ha desarrollado unas placas fabricadas con un polímero llamado Etileno TetraFluoroEtileno (ETFE), que deja pasar luz natural y es más ligero, más resistente y mejor aislante térmico que el vidrio.

Combinadas con células fotovoltaicas y luces LED, estas superficies transparentes aíslan los edificios, producen energía eléctrica e iluminan la fachada por la noche. Se están probando en el edificio ITMA Materials Technology de Avilés, en Asturias.

Por su parte, la empresa The South Oracle tiene un proyecto llamado Planta Solar Urbana (PSU) centrado en fabricar paneles solares flexibles ultraligeros que se instalan en farolas o azoteas de edificios y aprovechan la energía solar instantáneamente.

Por ejemplo, en la ciudad de Madrid, en 2017, cada uno de los paneles PSU instalados produjo 122 kWh al año, generando 476 euros de ingresos por producción de electrici-



Los paneles de ETFE dejan pasar la luz, iluminan la fachada y producen electricidad fotovoltaica

dad y evitando la emisión de 765 kilos de dióxido de carbono en 2017. En una ciudad con cientos de miles de farolas, el sistema es rentable.

EL HIDRÓGENO VERDE

El elemento químico más simple también es un magnífico combustible. A diferencia del carbón y el petróleo, el hidrógeno es un gas que al quemarse solo emite vapor de agua, y podría sustituir a la gasolina en el transporte. Lamentablemente, el proceso mediante el que se obtiene el hidrógeno en la actualidad está alimentado en un 95% por combustibles fósiles. Las cuentas no salen para el medio ambiente.

El Instituto Madrileño de Estudios Avanzados IMDEA Energía, ha lanzado el proyecto ACES 2030 para producir hidrógeno usando electricidad de plantas solares de concentración con espejos. Estas instalaciones suministran electricidad a la red, pero también podrán usarla para producir y almacenar hidrógeno verde mediante el proceso químico de electrólisis para separar el hidrógeno del agua.

LA QUÍMICA DE LAS NUEVAS BATERÍAS

Las baterías están por todos lados, y han revolucionado la electrónica y con ella nuestras vidas. Pero en el futuro las baterías tienen otra función más importante: almacenar la energía limpia.

“Para poder llegar a los niveles de generación renovable que Europa requiere en 2050, es necesario contar con sistemas de almacenamiento que hagan toda esta cantidad de ener-



La castorita, el mineral del que se obtiene el litio para baterías



Baterías de papel de Fuelium Tech

gía gestionable por las redes eléctricas”, comenta Raquel Ferret desde el centro de investigación alavés de CIC EnergiGUNE.

Las mismas baterías de litio que se emplean en los teléfonos móviles y los coches eléctricos pueden almacenar la electricidad producida con energías renovables. Pero el litio es un metal escaso, contaminante y con una vida útil limitada. Las baterías de flujo, en las que se usan electrolitos líquidos orgánicos que fluyen a través una membrana para cargarse, no se descargan solas, como ocurre con las de litio. Además, “son más seguras y prácticamente no se degradan con el paso del tiempo”, afirma Ferret.

¿Te has preguntado por qué las baterías de litio se degradan con los años? El motivo es la formación de dendritas en el envoltorio, unos depósitos microscópicos de iones de litio que se extienden como un árbol y “cortocircuitan” la batería. Con

materiales aislantes mejores podría atajarse el problema, y esto es lo que Arkema Química pretende solucionar con resinas el PVDF, fluoruro de polivinilideno, un polímero de elevada resistencia química, que se puede usar como adhesivo de los electrolitos y proporcionar un mejor aislamiento.

Otras baterías que necesitan una actualización urgente son las de plomo-ácido usadas en los automóviles, que no han cambiado en casi un siglo. Arrancar el motor de un camión requiere un pico elevado de energía que termina deteriorando la batería.

La empresa C2C New Cap del Fondo de Emprendedores de Repsol ha diseñado un supercondensador denominado Go-Start, que sustituye a una de las baterías de los camiones y está dedicado a arrancar el motor. Funcionan como una batería, pero tienen un mayor rendimiento, con un rango de temperatura más amplio, una mayor vida útil y un menor peso y volumen.

Por su parte, la empresa catalana Fuelium ha desarrollado una tecnología para fabricar baterías con papel, carbono y metales no tóxicos que se activan con agua. Estas baterías se pueden aplicar en dispositivos de un solo uso, como test de embarazo, sensores para animales o test de alcoholemia. La propia muestra de orina es suficiente para activar la batería.

Las energías renovables son un regalo de la naturaleza que debemos aprovechar para protegerla.

■ ESTELA TORRES

¿CÓMO SERÁ VIVIR EN UNA

SMART CITY?

La ONU calcula que en 2050 cerca del 70% de la población vivirá en ciudades. El reto es hacer la vida en las ciudades del futuro más fácil, sostenible y saludable. La combinación de tecnología digital y avances en la química de los materiales lo hará posible

Las ciudades son el hogar de la mayoría de los seres humanos, pero estos centros urbanos también son responsables de la mayor parte de la contaminación y el calentamiento global. En las ciudades del futuro las nuevas tecnologías, materiales y sistemas de producción de energía que aporta la química se unen a la inteligencia artificial y la Internet de las cosas (IoT) para hacer que ese gran organismo que es una ciudad funcione mejor.

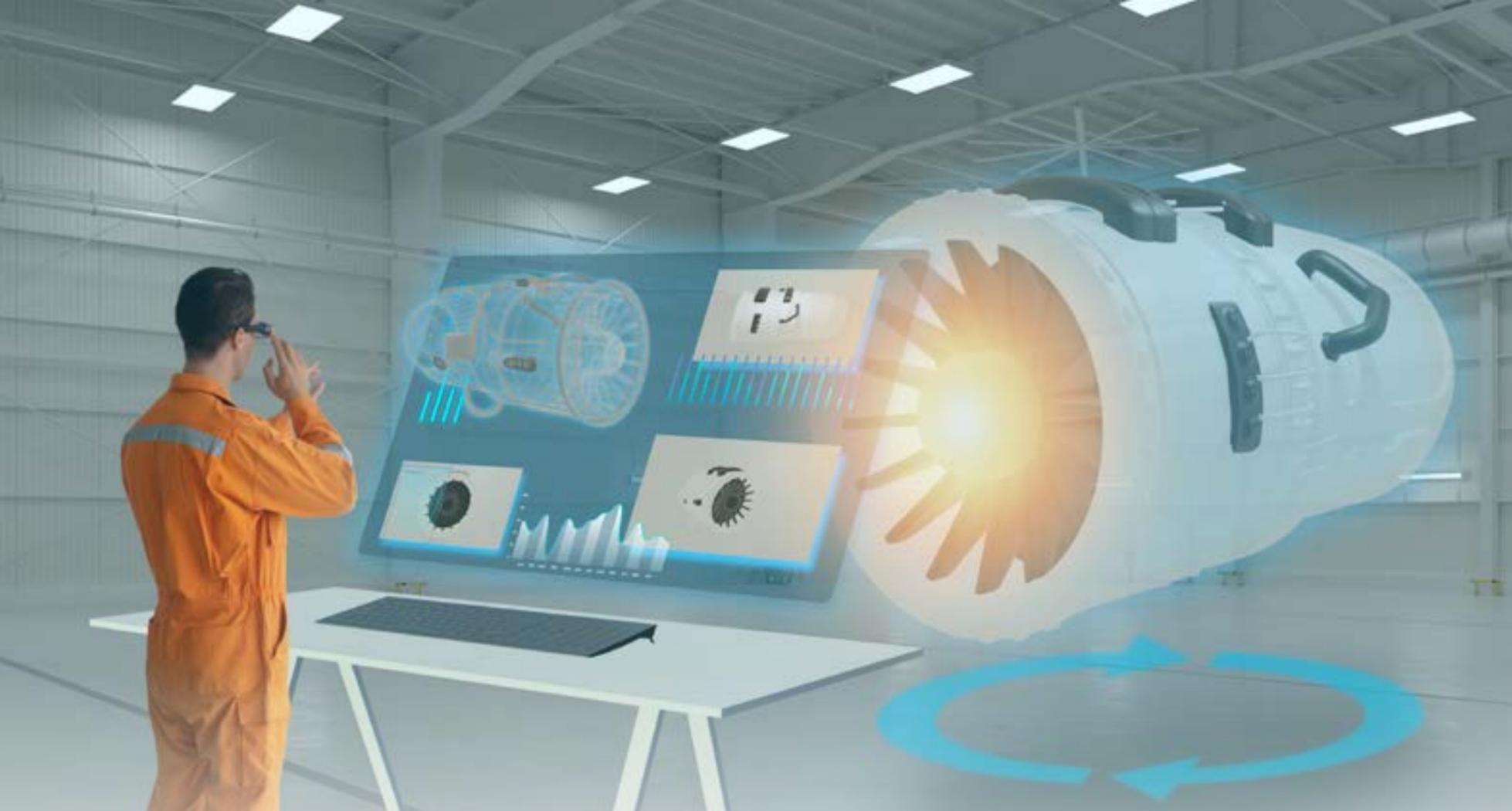
Por ejemplo, no podemos olvidar que las ciudades consumen dos tercios de la energía producida en el mundo. El cambio a energías renovables, gracias a los avances en la química de los materiales usados en las placas solares y los aerogeneradores, va de la mano con las nuevas baterías y sistemas de almacenamiento energético, y la gestión de la red eléctrica mediante inteligencia artificial.

Cualquier persona atrapada en un atasco se dará cuenta inmediatamente de la importancia de una movilidad inteligente y sostenible. Los vehículos eléctricos o de hidrógeno verde, y los nuevos materiales reciclables usados en su fabricación reducirán las emisiones. Además, los coches autónomos, unidos a los sensores inteligentes en las vías, permitirán optimizar el tráfico y hacer del transporte una experiencia relajante en lugar de un suplicio diario.

En estas ciudades los edificios también se están convirtiendo en sistemas inteligentes. Los nuevos materiales aislantes en las paredes, las ventanas fotovoltaicas o los intercambiadores de calor permiten enormes ahorros en calefacción y refrigeración. La digitalización, unida a los sistemas de recuperación de agua de lluvia y autogeneración de electricidad mediante placas solares avanzadas nos proporcionará casas sostenibles y eficientes. La ciudad del futuro puede convertirse en un gran punto limpio desde el que se protege el planeta y a sus habitantes. ■



INFOGRAFÍA: EVA FERRER



DIGITALIZACIÓN

LOS GEMIELOS DIGITALES

La digitalización más avanzada ha llegado a la industria química. Supercomputación, Realidad Aumentada y los primeros gemelos digitales están ya en uso. El objetivo:

OPTIMIZAR LA INVESTIGACIÓN Y LA PRODUCCIÓN, y hacer todos los procesos más seguros y más eficientes

ESTÁN VIVOS

El gemelo digital de una fábrica que imprime en 3D ¡Alguien da más!

Siemens, EOS y DyeMansion han iniciado un proyecto pionero en el que combinan sus tecnologías más punteras para crear un gemelo digital de impresión en 3D. Desde el ordenador, el usuario puede modelar la entresuela que serviría para un zapato, eligiendo texturas, colores, e incluso puede "probársela" virtualmente. Una vez completado el diseño más óptimo, y más respetuoso con el medio ambiente, se iniciaría el proceso de fabricación aditiva, con un coste muy competitivo en el mercado.



UNA RECREACIÓN Proyecto de fabricación aditiva desarrollado por Siemens.

Los Guerreros de terracota son más de 8.000 figuras modeladas, a tamaño real, por orden del emperador de China, Qin Shi Huang, en 210-209 a. C. Cada una de estas figuras es la fiel copia de un guerrero real. Con ellos, el emperador se aseguraba una tropa bajo su mando más allá de los confines de la vida. Doscientos años antes de Cristo los "gemelos de terracota" no tenían conexión 5G, ni podían modelarse en un entorno virtual. Hoy sí.

El gemelo digital es un concepto que inventó la NASA hace varias décadas, pero ahora se ha convertido en una de las principales tendencias tecnológicas estratégicas para cualquier empresa que quiera poner un pie en el futuro.

Un gemelo digital es una representación virtual de un

BONDALTI HA DESARROLLADO UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA (WAVE BY ENKROTT) CON ADQUISICIÓN DE DATOS, ALMACENAMIENTO SEGURO EN LA NUBE Y MONITOREO EN TIEMPO REAL A TRAVÉS DE PANELES WEB

objeto, de una fábrica, de un sistema de producción, de un... lo que cada uno quiera añadir. Abarca todo el ciclo de vida de lo que representa, se actualiza a partir de datos en tiempo real y emplea inteligencia artificial para aprender por sí mismo y ayudar a tomar decisiones gracias a la simulación, predicción y optimización del producto y/o sistema de producción.

No son solo una simulación precisa de algo real, además, están vivos, evolucionan gracias a un arsenal de sensores que entrelazan ambos sistemas como si fueran partículas subatómicas. Son la excelencia en el camino sin retorno hacia la digitalización en la investigación y en la industria.

Pero, para que el gemelo digital sea posible, ha sido necesario un espectacular desarrollo tecnológico que incluye superordenadores que admiten la gestión de una inmensidad de datos (Big Data) y el impulso que el 5G dará al Internet de la Cosas (IoT).

SUPERCOMPUTACIÓN: EL LABORATORIO EN LA NUBE

La investigación hoy, en todas las disciplinas, la biomedicina, la física, la ingeniería y la química, utiliza la supercomputación. La posibilidad de realizar cálculos complejos, procesar, analizar datos y experimentar en un simulador se ha convertido en algo imprescindible, y para hacerlo posible a gran escala, hay mega ordenadores disponibles.

El Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS) ofrece una infraestructura de supercomputación de primer nivel en el mundo y en la historia, a disposición de los investigadores europeos. Pero, además, dos de sus investigadores, Mónica de Mier y Stephan Mohr, han creado una spin-off, Nextmol (Bytelab Solutions SL), especialmente dirigida a la industria química. Desde Nextmol ofrecen herramientas para realizar modelos a escala atómica y análisis de datos que permiten acelerar el diseño de nuevos químicos y nuevos materiales.

Mediante estas herramientas, es posible caracterizar el comportamiento de las moléculas, predice su rendimiento e identifica las mejores candidatas a cumplir con ciertas propiedades físico-químicas. Todo se lleva a cabo en la nube, en un entorno virtual, y sin necesidad de sintetizar cada molécula en el laboratorio.

REALIDAD AUMENTADA PARA VER MÁS ALLÁ

En la localidad mallorquina de Alcudia, en su planta de betunes, Cepsa utilizó tecnologías de Realidad Aumentada para la supervisión de uno de los trabajos. Los técnicos de Seguridad de Madrid guiaron a los operarios sobre el terreno con unos hologramas que se superponían a lo que estaban viendo. Esos hologramas eran la parte 'aumentada' de la realidad. Así, tanto el operario en la planta como los ➔

← técnicos podían interactuar por medio de audio y vídeo, e incluir hologramas en el entorno real con los que marcar tareas a realizar o acotar zonas de actuación. Se podía ver perfectamente desde Madrid y en tiempo real todo lo que el operario estaba observando en el centro de Mallorca segundo a segundo.

La Realidad Aumentada puede utilizarse por sí sola, o formar parte de un conjunto. Imagine, por ejemplo, a un ingeniero en Madrid que utiliza Realidad Aumentada y cuenta con un gemelo digital para diagnosticar un motor a reacción de un avión en el hangar del aeropuerto de Barcelona. Estará viendo, literalmente, cada detalle de ese motor real, con todos los datos de lo que ha producido el fallo. O ingenieros que visualizan toda la longitud del Túnel del Canal de la Mancha, recorrido por miles de sensores que recogen imágenes, el sonido, la vibración, la altitud, etc. Un experto puede analizar y "operar" ya cualquier gran empresa desde cualquier lugar del mundo.

El desafío clave es cómo implementar estas tecnologías, partiendo de sistemas a veces obsoletos. ¿Por dónde empezar? Son numerosas las empresas de asesoría colocadas en la línea de salida, entre ellas Inprocess, que se han especializado en ofrecer servicios y consultoría en torno a la simulación virtual de procesos a la industria química mundial en general y a la española en particular.

INTERNET DE LAS COSAS Y 5G

Si los gemelos digitales se multiplicarán será por el impulso que tomará el Internet de las cosas gracias al 5G. BASF España ha anunciado su proyecto piloto sobre la instalación de la primera red privada de 5G en nuestro país, que se instalará en su centro de producción en Tarragona. Y BASF es solo un ejemplo entre las pioneras.

Gracias al 5G, el aclamado Internet de las cosas se extenderá mucho más. Vehículos, robots industriales, mobiliario urbano, badenes, calzadas, paradas de autobuses, y también la lavadora, la nevera o el aspirador de casa, podrán conectarse por wifi a cualquier dispositivo y compartir información a una velocidad mucho mayor que ahora, lo harán en tiempo real.

El objeto material está dotado con sensores encargados de recopilar datos sobre su estado en tiempo real, las condiciones de trabajo o su posición. Todos estos datos se procesan para recrear el modelo digital. A partir de aquí, es la hora de que entre en juego la inteligencia artificial, que aprenderá de lo que esté ocurriendo y ofrecerá soluciones en un tiempo y con una precisión inalcanzables para el cerebro humano, incluso el mejor dotado.

MIRANDO HACIA EL FUTURO DEL FUTURO

Covestro y Google han firmado un acuerdo para aplicar la computación cuántica a la industria química. Gracias a esta herramienta, Covestro quiere sentar las bases para investigar nuevas posibilidades en el campo de las simulaciones químicas.

Este acuerdo permitirá avanzar la investigación basada en el desarrollo de algoritmos, gracias a los cuales se



Ahorro económico y medio-ambiental

Las organizaciones de petróleo y gas sufren, en promedio, pérdidas de más de 32 millones de euros anuales debido al tiempo de inactividad no planificado, algo que se resolvería con un gemelo digital. Según un informe del Foro Económico Mundial supondría la reducción de la huella de carbono en aproximadamente 1.300 millones de toneladas. Además, puede ahorrar 3.000 millones de litros de agua y prevenir derrames de petróleo de 230.000 barriles.

SEGÚN UN ESTUDIO DE KIMBERLITE, solo el 1% del tiempo de inactividad anual puede costarles a las compañías de petróleo y gas 4.200 millones de euros. El gemelo digital resolvería ese tiempo muerto.

realizarán simulaciones complejas en un tiempo muchísimo más breve que el que emplean los ordenadores tradicionales. El objetivo de Covestro es ayudar al desarrollo de la tecnología

LOS GEMELOS DEL FUTURO

Siemens ha colaborado con Acciona para la creación de un gemelo digital de sus plantas de tratamiento de agua en una de las mayores desaladoras de Oriente Medio.

Oriente Medio es una de las zonas que sufre una mayor escasez de agua generada por el cambio climático, los conflictos y la recesión económica. El gemelo digital de Acciona permitirá realizar la gestión más eficiente posible de sus plantas de tratamiento de agua en un lugar donde cada gota es oro.

Pero para que el gemelo digital sea un éxito, primero hace falta probar que funciona, que es posible conectar fases del proceso, flujos de trabajo que a día de hoy no lo están. Para esto, Siemens y Dow han creado "El banco de pruebas" con el que quieren impulsar los gemelos digitales en todas las industrias: la aeroespacial, la electrónica, el transporte y la medicina. Estos bancos de pruebas proponen, por ejemplo, ensayar cómo automatizar una planta de biocombustible, o cómo optimizar y llevar a la vanguardia una planta de fertilizantes.

En el horizonte de todos está la Fábrica Inteligente (Smart Factory), una fábrica más respetuosa con el medio ambiente, más eficiente con los recursos energéticos y humanos, y que contemple la producción flexible a los continuos cambios de los mercados. ¿El futuro? El futuro no lo vamos a reconocer.

■ BALTASAR PÉREZ

EL OPERADOR 4.0 DE CEPSA ES UNA MUESTRA DE LA DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL Y OFRECE UNA NUEVA FORMA DE OPERAR UNA PLANTA QUÍMICA

SIMATIC PCS NEO, DE SIEMENS ES UNA NUEVA PLATAFORMA DIGITAL DE CONTROL EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS

Fábrica Inteligente (Smart Factory), una fábrica más respetuosa con el medio ambiente, más eficiente con los recursos energéticos y humanos, y que contemple la producción flexible a los continuos cambios de los mercados. ¿El futuro? El futuro no lo vamos a reconocer.

I Welcome to 2030 I



Smart Chemistry Smart Future

► Barcelona 14-17 septiembre 2021 ◀

Participan:



Colaboran:



smartchemistry.net



Entra
en
Quo.es

**AQUÍ
EMPIEZA
EL VIAJE AL
FUTURO**

FOTOS

**GRANDES
BLOGS**

**Una web imprescindible
para estar al día
en los avances de la ciencia**

**ENTREVISTAS
EN PROFUNDIDAD
A EXPERTOS**

**REDES
SOCIALES**

QUONEWS



<https://www.facebook.com/QuoRevista/>



<https://twitter.com/QuoRevista>