



# La nanotecnología da una nueva dimensión a la transformación renovable

**Pese al camino aún por avanzar en la transferencia al mercado, España ya genera innovación que demuestra el poder potenciador de estas soluciones en las energías limpias**

LAURA MONTERO CARRETERO

**U**na revolución invisible se abre paso en el sector de las renovables: la nanotecnología.

La manipulación de la materia a escala minúscula, a niveles que resultan inapreciables para el ojo humano e incluso para los microscopios tradicionales, plantea un nuevo horizonte de posibilidades para afrontar el despegue de las energías obtenidas a partir de fuentes naturales. Estas diminutas herramientas se aplican ya en el desarrollo de las células solares, en las pinturas utilizadas en las palas de los aerogeneradores, en el proceso de digestión anaerobia que da lugar al biogás, en la producción de hidrógeno verde... Es una de las llaves maestras de la transición energética, del paso de una economía basada en combustibles fósiles a otra neutra en carbono.

Aunque aún se encuentra en una fase incipiente en muchos ámbitos, sus potencialidades son abrumadoras. Del universo de lo extraordinariamente pequeño depende, en buena medida, la consecución de tecnologías que nos permitan combatir la amenaza climática de una manera más eficiente, de ahí que centros de investigación, universidades y empresas estén apostando por integrar esta disciplina en sus proyectos. En España abunda talento en los laboratorios y también han germinado compañías innovadoras cuyo modelo de negocio se basa en el empleo de la nanotecnología para la potenciación de las renovables.

«A esa escala los materiales poseen propiedades únicas y diferentes al material macroscópico, lo que los hace más versátiles y adaptables. Estas propiedades incluyen mayor área superficial, mejor conductividad eléctrica, mayor resistencia mecánica, o mejores propiedades ópticas o térmicas. Por lo tanto, el uso de estas nuevas propiedades de los materiales nanométricos

se ha utilizado por los científicos e ingenieros para mejorar la eficiencia de diversos dispositivos en el ámbito de las energías renovables», explica Javier Martínez Rodrigo, director del Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología

(ISOM) de la UPM.

El primer campo de las energías renovables donde se empezó a usar la nanotecnología fue en las células solares. «A lo largo de los años se ha intentado mejorar continuamente su eficiencia, es decir, generar más energía con la misma cantidad de luz. De hecho, se puede ver la evolución de los récords mundiales en eficiencia de las células solares en la página web del Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos desde 1975 al 2024», indica. Uno de esos récords lo consiguió precisamente el Instituto de Energía Solar de la UPM en el 2008. «En los últimos años, la introducción de elementos nanométricos tales como puntos cuánticos, nanohilos o perovskitas ha hecho que se mejore la absorción de luz, el transporte de carga y la captura de electrones en las células solares, obteniendo como resultado un incremento en la eficiencia», resalta el director del ISOM.

Desde APPA Renovables coinciden en que esta ciencia ha tenido un amplio recorrido en fotovoltaica, contribuyendo a la disminución de costes. «En el periodo 2009-2023, ha sido del 84%, y eso que ha subido un poco por la inflación de los últimos años, porque en ediciones anteriores esa bajada era del 90%. La reducción de costes va muy de la mano de las mayores eficiencias en los módulos y





## EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

Un campo de las renovables donde se está notando más el impacto de la nanotecnología es en la construcción de edificios energéticamente eficientes, según Javier Martínez Rodrigo, director del ISOM. «Cada día se construyen nuevos rascacielos o edificios singulares en los que las ventanas son termocrómicas, integran células solares transparentes o tienen recubrimiento autolimpiables. Gracias a esos elementos, se puede reducir el consumo de energía y también regular la temperatura del edificio», explica. Otro aspecto donde aparece la nanotecnología es en la iluminación de los edificios: «Los

LEDs cada vez emiten más luz y consumen menos energía». Por todo esto, dice, en los próximos años veremos edificios cada vez más eficientes energéticamente. Agrega que, en los últimos años, debido a las buenas propiedades mecánicas de los nanomateriales, también se están incluyendo nanotubos de carbono y nanopartículas al hormigón para hacer edificios más ligeros, pero a la vez más resistentes.



ICMOL

▶▶ estas están relacionadas con la nanotecnología», apunta el Director Técnico y de Regulación de la patronal, Javier Lázaro. Otro avance se ha producido en los recubrimientos antirreflectantes, incorporados ya desde hace tiempo en los módulos para evitar la reflexión y proteger el material que hace el cambio de luz-electricidad. Habla, asimismo, de las investigaciones en torno a la combinación de materiales nanoestructurados, como la perovskita, con el silicio, de modo que retengan las propiedades del efecto fotoeléctrico necesarias para la fotovoltaica y, además, sean flexibles.

Sin embargo, los frutos que da la nanotecnología chocan con una realidad mejorable en nuestro país, como es el salto al mercado, que aún no está consolidado por la escasa fuerza del tejido empresarial. «Desgraciadamente, casi no tenemos fabricantes de paneles solares y los que hay, no creemos que puedan estar al día de lo que se está realizando en China (produce del orden del 90% de los paneles), en los laboratorios de I+D que tienen todos los fabricantes allí. En España estamos muy bien a nivel de investigación, pero como no vamos de la mano de las empresas fabricantes, al final la unión entre industria y universidad se pierde», asegura Lázaro, que considera que en Europa, el organismo más punte-

### Hidrógeno verde

Jorge Romero, senior researcher de Matteco, en el laboratorio. La startup, con oficinas centrales en Valencia, tiene un equipo de 25 personas que espera ampliar a 100 a finales de 2025. Ha desarrollado un catalizador que mejora el rendimiento de la electrólisis del agua, de modo que se necesita menos energía por cada unidad de hidrógeno generada

ro es el Instituto Fraunhofer de Sistemas de Energía Solar, con sede en Friburgo.

### La perovskita, clave

Dentro de nuestro país, en el ámbito de la academia, diversas iniciativas tratan de alambicar soluciones punteras. Francisco Palazón y José Abad, investigadores del grupo Materiales Avanzados para la Producción y Almacenamiento de Energía de la Universidad Politécnica de Cartagena, lideran el proyecto Solarinks, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación para impulsar la transición ecológica y digital con fondos Next Generation. Su origen está en la tesis de Rodolfo López, codirigida por Abad, que analiza la viabilidad de la tecnología fotovoltaica orgánica, con la que se pueden hacer tintas, para la producción de células solares de bajo coste y escaso impacto ambiental. Son dispositivos que reciben la energía solar y la transforman en eléctrica y tienen una estructura tipo sándwich, con diferentes capas nanométricas.

Pues bien, el objetivo de Solarinks es fabricar dichas células mediante la técnica de spray, pero incorporando a las tintas nanomateriales de tipo perovskita. «En fotovoltaica, logra eficiencias similares al silicio y, en algunos casos, las supera, aunque se degrada más rápido, así que estamos investigando cómo se producen esos mecanismos de degradación para extender la durabilidad», explica Abad. Para ello, recurren a herramientas como la microscopía de fuerza atómica, con la que pueden ver la morfología, la superficie y las propiedades electrónicas a esa escala tan pequeña, y la espectroscopía de fotoelectrones, que les permite estudiar los cambios químicos producidos en los procesos de degradación.

El proyecto Adaptation, que ha recibido 3,6 millones de euros a través de las ayudas Pathfinder de la UE, involucra a nueve entidades de cinco países. Por parte de España, participan el Instituto de Óptica y el Instituto de Ciencia de Ma-



SMALLOPS

### Mayor eficiencia en la producción de biogás

Smallops busca soluciones innovadoras para plantar cara al cambio climático a través de la nanotecnología. Sus fundadores, Iñigo Monreal, María Jara y Rubén Escudero, forman parte de los 24 'changemakers' 2024 de Forbes

teriales de Madrid del CSIC, la Universidad de Vigo y las empresas Avanzare Innovation Tecnológica SL y Cooling Photonics. «El concepto que queremos desarrollar está inspirado en la naturaleza», detalla Sara Núñez, coordinadora del proyecto en la Península Ibérica e investigadora auxiliar de la Universidade do Minho. El propósito es la creación de dispositivos que sean capaces de absorber energía solar para convertirla en electricidad y, a la vez, que gestionen el calor

para enfriarse a sí mismos. «En tecnologías convencionales solares es complicado incorporar ambas cosas en el mismo dispositivo. Lo haremos a través de nanoestructuración y microestructuración de nuestros materiales», comenta Núñez, que subraya que se podrán implementar como una pintura, lo que diversifica las posibilidades de aplicación.

Además, recalca que serán materiales sostenibles, que se pueden obtener a partir de pigmentos naturales, lo cual reduce la dependencia de las importaciones y los materiales críticos. «La mayoría de los materiales que se utilizan en tecnologías solares no se producen en Europa», recuerda. El proyecto, que comenzará en abril y se prolongará hasta 2028, dedicará los dos últimos años a la realización de pruebas de concepto en dispositivos, con la vista puesta en su futura comercialización industrial.

### Almacenamiento

Más allá de la fotovoltaica, desde APPA Renovables recuerdan que la nanotecnología permite dotar a determinados materiales de las capacidades de otros a un menor coste, lo que hace susceptible su utilización en cualquier renovable. En lo que respecta al almacenamiento, destacan que en las baterías, sobre todo las de larga duración, está habiendo un gran desarrollo en los últimos años y la nanotecnología es uno de los elementos a tener en cuenta.

«El gran área superficial de que disponen los materiales nanométricos y su buena conductividad ha permitido mejoras

## CLAVES

### LA ERA EN CAMINO

La nanotecnología (toma como unidad de medida el nanómetro, mil millones de veces más pequeño que un metro) ya se utiliza en el campo de las renovables y será clave en el futuro. Por ejemplo, a nivel de laboratorio se está intentando almacenar hidrógeno en espumas de grafeno y otros tipos de materiales nanotecnológicos

### SOLUCIONES TRANSVERSALES

La fotovoltaica es el ámbito dentro de las energías renovables que primero abrazó las posibilidades del universo de lo nano, pero hoy en día las iniciativas se han expandido como una mancha de aceite a todo tipo de tecnologías. Detrás de las mismas, están tanto universidades como centros de investigación y empresas

notables a la hora de aumentar la capacidad en baterías de ion litio, en supercondensadores y en pilas de combustible. Cada año podemos ver dispositivos que se cargan más rápido, que dan más energía y son más eficientes. Estas mejoras en las baterías son las responsables de que los coches eléctricos cada vez tengan una mayor autonomía. Además, los materiales nanotecnológicos tipo grafeno o materiales 2D están permitiendo realizar sistemas de almacenamiento flexibles, como los supercondensadores de grafeno que estamos realizando en el ISOM», subraya Javier Martínez Rodrigo.

### Precio elevado

El profesor pronostica que los materiales nanométricos cada vez van a estar más presentes en el campo de las energías renovables. La desventaja, advierte, es que hoy en día todavía tienen un precio elevado debido a que se producen en pequeñas cantidades, por lo que el gran reto en los próximos años es obtener materiales nanométricos a gran escala con procesos de fabricación de bajo coste.

La startup Smallops busca soluciones innovadoras para plantar cara al cambio climático a través de la nanotecnología.

Producen nanopartículas de hierro cerovelentes encapsuladas en carbono a partir de residuos oleícolas que aplican, entre otras actividades, en la digestión anaerobia para así aumentar la eficiencia de la producción de biogás al tiempo que mejoran la calidad del digestato que se usa como fertilizante. El CEO de la firma, Iñigo Monreal, subraya que es un producto que se genera de manera sostenible y circular: «Cogemos el residuo de la producción de aceite de oliva (de cada aceituna, el 80% es residuo y el 20% se aprovecha para hacer aceite) y lo transformamos en las nanopartículas, que son como un polvo negro». Al introducirse en el digestor, el efecto que se consigue es que las bacterias que descomponen los residuos orgánicos en ausencia de oxígeno empiezan a trabajar antes y de manera más eficiente, lo que se traduce en una mayor cantidad de biogás y de mejor calidad.

**Título pie de foto**  
 José Abad analiza una célula solar en un XPS (acrónimo en inglés de espectroscopía de fotoelectrones producidos por rayos X). Participa en el proyecto Solarinks, cuyo objetivo es fabricar dichas células mediante la técnica de espray incorporando a las tintas perovskita

Monreal, que cofundó la empresa con María Jara y Rubén Escudero en 2020, tras dos años previos de investigación en sus respectivas universidades, pone en valor las ventajas que aportan las nanopartículas: «Las plantas de biogás aumentan un 20% la producción de metano; eliminamos en un 99% el ácido sulfhídrico, que causa problemas de corrosión en los motores y el digestato mejora su calidad, lo cual es beneficioso para los suelos de cultivo». Contratar la solución sale a cuenta. «Si aumentamos un 20% la producción de me-

tano y el coste se incrementa un 5%, merece la pena», comenta el CEO de la empresa, ubicada en Extremadura. La mayor parte de sus clientes son plantas de biogás (también empresas agrícolas y de tratamiento de aguas) y desarrollan su actividad tanto en España como en Europa.

### Nuevo catalizador

Los más de diez años de investigación de Gonzalo Abellán, del Instituto de Ciencia Molecular de la Universidad de Valencia, y los conocimientos de emprendimiento de Iker Marcaide dieron como resultado la constitución, el año pasado, de Matteco. Su valor diferencial es que ofrece un nuevo nanomaterial, un catalizador que mejora el rendimiento de la electrolisis del agua (proceso químico por el cual las moléculas de agua se descomponen en hidrógeno y oxígeno), de modo que se necesita menos energía por cada unidad de hidrógeno generada. «Eso hace que el proceso sea mucho más competitivo en coste», apunta el director de Estrategia y Desarrollo de Negocio de la empresa, Fran Auñón, que indica que, a la hora de diseñar materiales que tengan buenas propiedades catalíticas, es muy importante que el área superficial sea lo más alta posible, algo que consiguen utilizando nanotecnología.

«Son catalizadores de nueva generación que, a través de un proceso sintético basado en nanotecnología, mejoran el área superficial drásticamente para así reducir el consumo energético asociado con la elec-

### Consorcio internacional

Martín López y Rosalía Serna, investigadores principales en el Instituto de Óptica, en el laboratorio donde se hará la caracterización de las propiedades ópticas de los materiales y dispositivos de Adaptation

trólisis», sintetiza Auñón, que también aclara que los catalizadores están hechos de níquel y hierro, metales más abundantes y económicos que el platino o el iridio. «Tradicionalmente -continúa- hay catalizadores de níquel y hierro, pero no son tan buenos porque no están fabricados aplicando conocimientos de nanotecnología. En nuestro caso, aunamos lo mejor de los dos mundos, materiales abundantes y nanotecnología, para hacer algo que funciona tan bien o mejor que los catalizadores más caros y que se elaboran con materiales escasos». La solución de Matteco se vende ya a fabricantes de electrolizadores a nivel internacional, es decir, ha alcanzado la etapa industrial y, a juicio de Auñón, lo único que limita su adopción es que el hidrógeno verde como vector energético todavía está en fases tempranas.

Queda camino por recorrer y potencial por explotar, pero la nanotecnología alumbrará el camino de las renovables.



UPCT



IO-CSIC