



CIRCLE N°09

# RUMBO AL MAÑANA

(eléctrico y sostenible)

DE LOS  
RESIDUOS

**U**nos minutos después del *Big Bang*, se formó el elemento –sólido– sobre el que pivotará el futuro de la humanidad... aunque, en cierta manera, nuestro mundo ya gira a su alrededor. Es el más ligero de la tabla periódica, un metal que se encuentra en la tercera posición: el litio. A pesar de llevar el nombre griego de «piedra» (lithos), su gran ligereza es lo que lo ha convertido en la clave de nuestra tecnología presente y futura. Las baterías de ion de litio han sido fundamentales para el desarrollo de la mayoría de los aparatos eléctricos que usamos a diario: teléfonos móviles, ordenadores portátiles, drones, robots, *tablets*, *smartwatches*... Además, la movilidad eléctrica, tanto en forma de patinetes y bicicletas como de coches, está impulsando su desarrollo como nunca.

Poco a poco, la digitalización nos hace más dependientes de pequeños y grandes aparatos que incluyen una batería de este tipo. Y, por paradójico que pueda parecer, es en el campo de los combustibles fósiles donde tienen su origen las baterías de litio que, una vez desplacen a los motores de combustión, se convertirán en el principal residuo del futuro. Con los planes de descarbonización de la Unión Europea –y del resto de países– para 2050, además, se espera que este tipo de almacenadores de energía tenga una capacidad cada vez mayor para adaptarse a las necesidades energéticas de la sociedad y, con ello, su gestión como residuo se complicará si su fabricación a gran escala no se acompaña de medidas concretas para su reciclado. La sostenibilidad del planeta dependerá de que sepamos aprovechar la oportunidad que este nuevo paradigma nos ofrece: cómo incorporar la economía circular a la tecnología más verde.

**LOS ALBORES DE LA DIGITALIZACIÓN**

Si retrocediéramos cincuenta años en el tiempo y volviéramos a la década de los setenta, veríamos cómo se comenzaba a perfilar tímidamente un futuro descarbonizado que hoy queremos dibujar con tinta indeleble. Por aquel entonces, las compañías petroleras ya se mostraban preocupadas por tener nuevas opciones cuando llegase el fin de las reservas de crudo, razón por la que empresas como Exxon decidieron diversificar sus actividades. Stanley Whittingham, de la Universidad de Stanford, fue uno de los científicos reclutados por la compañía para investigar fuentes alternativas que no necesitaran del oro negro para generar energía. Pronto, Whittingham se dio cuenta de que tenía entre manos una nueva tecnología que permitiría almacenar energía para vehículos eléctricos y, quién sabe, tal vez también para ese recién nacido que era el teléfono sin cables. Incorporando litio a la mezcla desarrollada, se creó la primera batería recargable, un descubrimiento que se hizo público en 1976 y que dio el pistoletazo de salida a la carrera de investigaciones hacia la ambiciosa meta final: fabricar una batería capaz de almacenar la energía suficiente para mover un coche.

Antes, por el camino, se descubrió cómo *alimentar* a otros aparatos electrónicos más pequeños. Ya en los años ochenta, John Goodenough, profesor de Química Inorgánica de la Universidad de Oxford y conocedor de los trabajos de Whittingham, se propuso aumentar la capacidad de las baterías de litio creadas por su colega. Lo consiguió, pero no se detuvo ahí: en el proceso, Goodenough descubre que podían ser cargadas después de su fabricación, una revolución para la energía sin cables tal como la conocemos hoy en día. Sin saber –o sin querer hacerlo– lo que el uso y el abuso de combustibles supondría para el futuro del planeta, las grandes compañías estadounidenses y europeas abandonaron el interés por esa nueva tecnología que estaba aún en pañales para centrarse en el negocio del crudo. El precio del petróleo cayó y el mundo miró hacia otro lado que, en ese momento, no parecía ser el de las energías limpias.

**LA INDUSTRIA TECNOLÓGICA NIPONA SE HACE CON EL CONTROL**

Sin embargo, no todos olvidaron ese pequeño invento: en el otro lado del globo, el *boom* de las empresas de electrónica japonesas hizo que se perfeccionasen las baterías –recargables y cada vez más ligeras– para alimentar los equipos de informática, las videocámaras o la telefonía. En 1986, Akira Yoshino construye la primera batería de ion de litio comercializable recargable durante cientos de veces. Apenas un lustro después, los teléfonos comienzan a convertirse en móviles, los ordenadores pasan a ser portátiles y, casi sin darnos cuenta, los entonces punteros *walkman* y *discman* quedan obsoletos ante la llegada de los MP3, los iPod y las *tablets*.

Medio siglo después de la primera aproximación a unas baterías sin las que hoy no concebimos la vida, los nombres de Whittingham, Goodenough y Yoshino no han caído en el olvido. En 2019, los tres científicos recibieron el Premio Nobel de Química por contribuir a la creación de una sociedad libre de energías fósiles en la que sus avances tienen mucho que decir.

**LA AUTOMOCIÓN SE MUEVE AL RITMO DEL TERCER ELEMENTO**

El litio «cede electrones con facilidad», lo que, para Rosa Palacín, profesora del Instituto de Ciencias de Materiales de Barcelona del CSIC, es la principal ventaja de este elemento. Pero no es lo mismo utilizar el litio en baterías para un portátil o un *smartphone* que en los vehículos que conformarán la movilidad del futuro. Así, Palacín explica que ha sido imprescindible adaptar la tecnología de la electrónica portátil para aumentar la duración de las baterías, ofreciendo más autonomía y reduciendo el precio. «El vehículo eléctrico necesita una batería equivalente a la de 6.000 teléfonos móviles», apunta.

En la actualidad, el parque de automóviles en España es de 29 millones, de los que solamente 54.000 vehículos son



En 2019,  
Whittingham,  
Goodenough y  
Yoshino reciben  
el Premio Nobel  
de Química por  
contribuir a la  
creación de una  
sociedad libre  
de energías  
fósiles



Inmersos ya en un acelerado proceso de descarbonización que traspasa todas las capas de nuestra vida, la tecnología que nos hace más sostenibles genera también desechos que debemos reciclar y reutilizar. El litio, invisible e inseparable compañero en ese viaje, es uno de los materiales clave para cuadrar el círculo de la gestión de nuestros residuos si queremos que el mañana sea más verde.

eléctricos o híbridos enchufables, según datos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Coches (ANFAC). Pero cada vez son más los conductores concienciados con la sostenibilidad del planeta. Tan solo en 2019 se vendieron en España alrededor de 20.000 vehículos de este tipo, un 1,2% más que en 2018. Arancha García, directora del área de Industria y Medioambiente de ANFAC, asegura que, hasta marzo de este año, se habían matriculado 7.000 coches eléctricos.

Aunque la crisis provocada por el coronavirus haya desplomado las ventas de vehículos, las ayudas a la compra de automóviles anunciadas por el Gobierno de España como parte del plan de recuperación -con especial hincapié en aquellos propulsados por energías limpias- suponen un rayo de luz para poder dejar atrás una movilidad dependiente de los dañinos combustibles fósiles.

**DE AUSTRALIA A ESTADOS UNIDOS, PASANDO POR CHINA**

Dentro de los cálculos de residuos totales, los de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) ascendieron el año pasado hasta las 300.000 toneladas, lo que representaría 6,43 kg por habitante, según informa la Fundación Ecolec. En un momento en el que la dependencia del mundo digital se ha extendido hasta nuestros cepillos de dientes, la huella ambiental de este tipo de productos y baterías no es una cuestión secundaria: la Oficina de Eficiencia Energética y Energías Renovables de Estados Unidos estima que, también en 2017, el 91% del litio utilizado en todo el planeta se extrajo de minas o salinas de Australia, Chile y Argentina. Una vez que el mineral se extrae, se transporta hasta China, donde se fabrican las baterías que más tarde viajarán a Europa, a Estados Unidos o al resto de países productores para ser instaladas en los vehículos y los aparatos que necesiten de este tipo de tecnologías. Cuando el consumidor final adquiere su dispositivo electrónico, patinete o vehículo eléctrico, el litio de la batería ha dado la vuelta al mundo. Literalmente.

**UN NUEVO VIAJE DE LAS BATERÍAS: SU RECICLAJE**

Cuando la batería de ion de litio llega al final de su vida útil, existen dos opciones: la reutilización o el reciclado. Aquellas que, en su primera vida, formaron parte de algún aparato eléctrico o electrónico, son recicladas en plantas específicas. La Fundación Ecolec trabaja con unas ochenta instalaciones en España en las que se extraen las baterías y se descontaminan. Tras esto, se envían a plantas que se ocupan de la adecuada gestión del residuo. En el caso de nuestro país, la más importante se encuentra en Azuqueca de Henares (Guadalajara), donde se reciclan las baterías de ion de litio de los aparatos eléctricos y electrónicos y se separan, mediante procesos hidrometalúrgicos, los diferentes materiales y elementos aprovechables de las sustancias tóxicas que contienen. Esto permite obtener materias primas secundarias como cobalto, cobre, níquel, litio, aluminio, hierro, manganeso o



Para Palacín,  
es esencial que  
el diseño de las  
baterías se piense  
para que se  
puedan reutilizar  
y reciclar



grafito, a las que se puede dar una nueva vida. En el caso de baterías de mayor volumen, como las de vehículos eléctricos, se someten a un proceso de refabricado que permite que vuelvan al mercado con un etiquetado de batería reutilizada. «Suelen acabar en los sistemas de almacenamiento de energía estacionario como, por ejemplo, en viviendas con paneles solares», explica Juan Manuel Pérez, vocal de Aepibal y director técnico de Envirobat. En España, en la actualidad solo hay tres empresas que comercialicen baterías reutilizadas, y el sector pide más claridad en la legislación para determinar qué usos pueden tener. Para Palacín, a la hora de fabricar este tipo de sistemas de almacenamiento de energía es esencial que su diseño se piense para que sean lo más duraderos posible, pero también para que se puedan reutilizar y reciclar. O, como señala Pérez, para que «se pueda recuperar todo».

**LOS OTROS RESIDUOS DE LA DESCARBONIZACIÓN**

Las baterías de ion de litio no son el único residuo al que tendremos que prestar atención en el futuro. En cinco, diez o treinta años, el ser humano seguirá desechando productos textiles, restos de alimentos –aunque todo apunta a que su reaprovechamiento como compost se convierta en la norma– y un sinfín de objetos que pueblan los cubos de basura de cualquier hogar. Sin embargo, se espera que la economía circular y la reutilización de desechos para generar energía vayan ganando impulso con el paso de las décadas. O al menos, así lo asegura el informe *What a Waste 2.0*, firmado por el Banco Mundial, que traza el camino para conseguir una sociedad basada en los residuos cero.

Los planes de descarbonización puestos en marcha por la mayoría de países del mundo traen consigo la incógnita de qué pasará con la gestión de turbinas eólicas y paneles solares una vez su vida útil toque a su fin. Pu Liu y Claire Barlow, de la Universidad de Cambridge, aseguran que, a nivel mundial, en 2050 se habrán generado 43 millones de toneladas de residuos provenientes de la energía eólica. En cuanto a la solar, la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA) calcula que en treinta años, los desechos podrían situarse entre los 60 y 78 millones de toneladas. Mientras los primeros se consideran un residuo final –por lo que los fabricantes ya buscan materiales alternativos que posibiliten su futuro reciclaje–, los segundos ya cuentan, al menos en Europa, con planes avanzados de recuperación de algunas de sus piezas para su reutilización.

Las baterías de ion de litio ya ruedan por las carreteras de medio mundo y todo apunta a que harán muchos kilómetros. Las energías renovables, que llevan años formando parte del paisaje, parece que tomarán el control definitivo en pocos años. Con un mañana cada vez más cercano y en plena era de la economía circular, tendremos que ser capaces de que los avances del presente no se conviertan en los contaminantes residuos del futuro: será la única alternativa para que la batería del planeta no se agote. ↪



Cuando el  
consumidor  
final adquiere  
su dispositivo  
electrónico,  
patinete o vehículo  
eléctrico, el litio  
de la batería ha  
dado (literalmente)  
la vuelta al  
mundo

