

Baterías de Ion Litio: para mayor beneficio de la humanidad

Gregorio Guzmán-González*

Resumen

Las baterías de iones de litio (BILs, Lithium-Ion batteries) son uno de los mejores ejemplos de cómo la química puede transformar la vida de las personas. Por tal motivo, la Real Academia Sueca de Ciencias concedió el Premio Nobel de Química 2019 a tres científicos: John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham y Akira Yoshino quienes sentaron las bases para el desarrollo de las BILs y han propiciado las condiciones necesarias para el impulso de la electromovilidad.

Palabras clave: *Baterías de Ion Litio, Premio Nobel de Química 2019.*

Las baterías de iones de litio (LIBs, por sus siglas en inglés: Lithium-Ion batteries) BILs y el almacenamiento de energía en general, han tenido un impacto significativo en el desarrollo de la electromovilidad, desde dispositivos de portátiles como teléfonos celulares, tablets y laptops, hasta dispositivos de mayor escala como los automóviles eléctricos, cambiando el uso de combustibles fósiles por electricidad, lo que permite mitigar el cambio climático reduciendo el uso de combustibles fósiles mediante el almacenamiento de energía limpia (por ejemplo, solar y eólica), para electrificar el planeta; esto representa uno de los impactos sociales más trascendentes desde el punto de vista tecnológico.

El resultado de los trabajos desarrollados por los investigadores John Goodenough, Stan Whittingham y Akira Yoshino llevó a la comercialización de las LIBs en 1991. No obstante, este trabajo

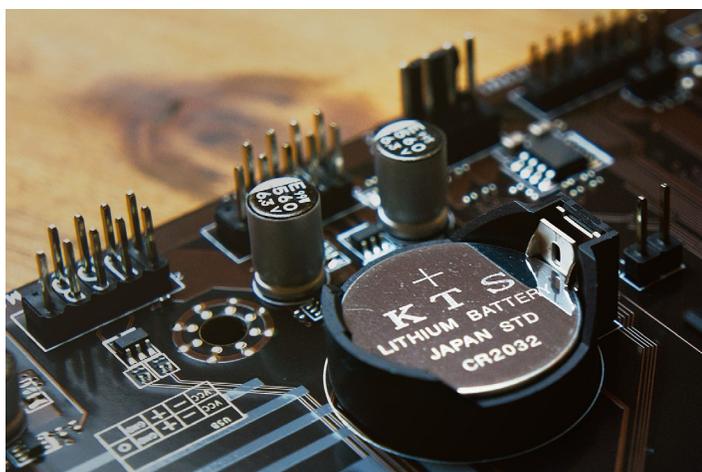
comenzó en 1973, en respuesta a los problemas energéticos generados por la primera crisis petrolera. El Dr. Whittingham comenzó a buscar nuevas formas de almacenar energía de fuentes renovables, lo que lo llevaría a la creación de la primera batería de litio, desarrollada a partir de disulfuro de titanio, un material capaz de alojar iones litio en los intersticios de su estructura molecular. Esta batería que utilizaba litio metálico como ánodo, permitía obtener voltajes hasta de 2.2 V vs. Li^0/Li^+ ; no obstante, presentaba un problema asociado al crecimiento dendrítico sobre los electrodos de litio metálico, principalmente a altas velocidades de carga/descarga, provocando corto circuitos, por lo que este tipo de baterías fue considerado como un dispositivo altamente peligroso para ser viable.

Las investigaciones del Dr. Goodenough, lo llevaron a predecir la capacidad del óxido de cobalto (II) (CoO) para almacenar iones litio de forma reversible mediante la formación de óxido de litio-cobalto (LiCoO_2). El hecho de que las reacciones óxido-reducción de la estructura molecular del LiCoO_2 , necesaria para los procesos de inserción/desinserción de iones de litio en la estructura del LiCoO_2 requiriera de un potencial mayor, daría lugar a su aplicación como cátodo, al incrementar hasta 4.2 V vs. Li^0/Li^+ el voltaje de las LIBs.

Por otro lado, en las investigaciones del Dr. Yoshino se demostró el uso de electrodos desarrollados a partir de materiales carbonáceos (coque de petróleo), los cuales tendrían la capacidad de almacenar iones de litio de forma reversible en su estructura molecular. Esto permitiría remplazar al uso de litio metálico como ánodo y la fabricación de LIBs que solo utilizan materiales capaces de intercalar iones de litio, que son más ligeras y seguras.

Las recién comercializadas baterías de iones litio junto con la revolución de dispositivos electrónicos de los años 90, dieron paso al surgimiento de nuevas áreas de investigación científica y tecnológica, centradas en el diseño de nuevos materiales capaces de almacenar y transportar iones de litio. Además, su implementación en dispositivos de almacenamiento de energía fue a diferentes escalas: desde baterías para dispositivos médicos portátiles como marcapasos, hasta la batería de 100 megavatios fabricada por TESLA en Australia del Sur (considerada como la batería más grande el mundo en 2018).

El proceso de evolución de las LIBs se ha desarrollado entorno a tres aspectos fundamentales: el incremento de la densidad de energía, la densidad de potencia y la seguridad durante la operación. El primer aspecto, densidad de energía, se refiere a la cantidad de energía almacenada por gramo de los materiales activos y se presenta en función de su potencial de óxido-reducción o potencial de trabajo (electrodos de alto voltaje, $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ de 5.0 V vs. Li^0/Li^+) y su capacidad de almacenamiento de carga (cátodos ricos en iones de



Batería ion-litio.

*Universidad del País Vasco UPV/EHU.
*gregguzmn@gmail.com

litio, por ejemplo: $\text{Li}_{1.2}\text{Ni}_{0.13}\text{Co}_{0.13}\text{Mn}_{0.54}\text{O}_2$). No obstante, el voltaje de las LIBs está determinado por la compatibilidad de todos los componentes del sistema, incluyendo el ánodo, el electrolito, el cátodo y sus respectivas interfases. El segundo factor, la densidad de potencia se refiere a la potencia por densidad de volumen que involucra la velocidad de transferencia de Li^+ a través del electrolito durante los procesos de carga/descarga de las LIBs, donde generalmente se llevan a cabo reacciones interfaciales secundarias que determinan el rendimiento electroquímico. El problema de seguridad, que se considera como el tercer factor, ha sido abordado a partir de la sustitución de las soluciones electrolíticas por electrolitos de estado sólido. Aquí, el uso de electrolitos poliméricos ha sido presentado como una opción factible al considerar características intrínsecas favorables tales como facilidad de síntesis, bajo costo de producción, buena estabilidad, excelente compatibilidad con sales de litio, además de excelente estabilidad mecánica, química y electroquímica.

Desde la aparición de la primeras LIBs, se han abierto una gran cantidad de líneas de investigación en torno a este tema, desde el diseño de materiales para su uso, como electrodos o electrolitos y la optimización del conjunto de éstos, en el contexto de incrementar la eficiencia de los dispositivos de almacenamiento de energía. En opinión del Dr. Guihua Yu, profesor de la Universidad de Texas en Austin, el premio Nobel de Química de 2019 fue atribuido a los investigadores que sentaron las bases para el desarrollo de las LIBs, mismas que han tenido un alto impacto en la sociedad moderna. El impacto será aún más importante con el continuo desarrollo de la invención de materiales para baterías más sostenibles y energéticamente eficientes, y jugará un papel central en la habilitación de un futuro renovable y sostenible para la humanidad.

Por otro lado, el Dr. Yair Ein-Eli, profesor del Instituto de Tecnología de Israel, considera que la asignación del premio Nobel podría tener dos efectos opuestos: por una parte, el público y los responsables políticos declararían ahora que la tecnología está suficientemente madura y podrían considerar la posibilidad de detener cualquier patrocinio de trabajos adicionales sobre este vasto tema de investigación, lo que sería un error. Por otra parte, el deseo de traer nuevas tecnologías electroquímicas que serán designadas como tecnologías "post Li-ion" crecerá y seremos testigos de más investigación y enfoques en esta dirección. El Dr. Michael Thackeray, científico emérito del Laboratorio Nacional de Argonne, considera que los sistemas electroquímicos alternativos, por ejemplo, utilizando cátodos de azufre u oxígeno en combinación con un ánodo de litio metálico, serán una alternativa factible; no obstante, representan una tarea sumamente difícil, al considerar la complejidad de los sistemas, los cuales deben ser abordados desde un punto de vista multidisciplinario.

En este sentido el Dr. Qiang Zhang, profesor de la Universidad de Tsinghua, considera que la contribución de los galardonados con el actual premio Nobel de Química, confirma la importancia de su investigación en el campo de sistemas de almacenamiento de energía, particularmente LIBs, y su impacto en la sociedad. A pesar del éxito de la actual química energética de las LIBs, aún quedan muchos retos desde el punto de vista científico y tecnológico por superar en el campo. Por ejemplo, el entendimiento de los mecanismos de transporte de iones de litio a través de la interfase electrolito/electrodo, la razón de la introducción de altos sobrepotenciales en los electrodos de trabajo, y la explicación cómo esto podría hacer factible el desarrollo de sistemas de LIBs con una densidad de energía de $500\text{-}700\text{ Wh kg}^{-1}$ con más de 1000 ciclos, o con una vida útil de más de 20 años.

Conclusión

Las aportaciones científicas y tecnológicas de John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham, y Akira Yoshino han tenido un gran impacto en el desarrollo de la sociedad moderna. En respuesta a uno de los mejores ejemplos de cómo la química puede ser utilizada para el beneficio de la humanidad, les fue concedido el premio Nobel de Química 2019. Sus aportaciones en el campo de las LIBs han sentado la base para la transición del uso de energías provenientes de fuentes fósiles, hacia el aprovechamiento de las energías renovables, además de brindar las condiciones propicias para el desarrollo de la electromovilidad. No obstante, los grandes beneficios generados por la química propuesta están acompañados de nuevos grandes retos que, como se ha expuesto en esta ocasión, deben ser superados mediante el trabajo sinérgico y multidisciplinario de la ciencia y tecnología.

Referencias

1. R. V. Noorden, The rechargeable revolution: A better battery, *Nature* **507**, 2014, 26–28.
2. The Nobel Prize in Chemistry 2019, The Royal Swedish Academy of Sciences, <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/press-release/>. (Fecha de acceso: abril 21, 2020).
3. South Australia's Tesla battery on track to make back a third of cost in a year. <https://www.theguardian.com/technology/2018/sep/27/south-australias-tesla-battery-on-track-to-make-back-a-third-of-cost-in-a-year> (Fecha de acceso: abril 21, 2020).
4. 2019 Chemistry Nobel Prize Journal Articles from AIP Publishing. <https://www.aip.org/science-news/nobel/chemistry2019/articles> (Fecha de acceso: abril 21, 2019).