



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i4.1457>

Ciencias naturales

Artículo de investigación

*Las reacciones electroquímicas y su importancia en el futuro del suministro de energía*

*Electrochemical reactions and their importance in the future of energy supply*

*Reações eletroquímicas e sua importância no futuro do fornecimento de energia*

Katherine Elizabeth Bustamante-Pesantes <sup>I</sup>

[katybupe84@hotmail.com](mailto:katybupe84@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-3108-9736>

Remilton Agustin Ramirez-Reyes <sup>II</sup>

[remiltonramirezreyes@gmail.com](mailto:remiltonramirezreyes@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-3944-6539>

Jeniffer Lucia Mora-Loor <sup>III</sup>

[jemo\\_158@hotmail.com](mailto:jemo_158@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-7344-0726>

**Correspondencia:** [katybupe84@hotmail.com](mailto:katybupe84@hotmail.com)

\***Recibido:** 15 de agosto de 2020 \***Aceptado:** 15 de septiembre de 2020 \* **Publicado:** 01 de octubre de 2020

- I. Magíster en Administración Ambiental, Diploma Superior en Marketing Farmacéutico, Química y Farmacéutica, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- II. Magíster en Microbiología Mención Industrial, Químico y Farmacéutico, Unidad de Postgrados de la Universidad de Guayaquil – Facultad de Ciencias Médicas, Guayaquil, Ecuador.
- III. Magíster en Bioquímica Clínica, Químico y Farmacéutico, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar las reacciones electroquímicas y su importancia en el futuro del suministro de energía. Para alcanzar esta intención se realizó una investigación documental bibliográfica de fuentes primarias relacionadas con dicho tópico. La metodología se enmarcó en el análisis de contenido. Para la selección de los documentos se asumió el criterio de rigor científico y metodológico, tomando en cuenta las publicaciones que datan del 2015 al 2020, sin embargo, algunas fuentes anteriores a la fecha señalada, fueron tomadas en cuenta por considerarse relevantes para este estudio. La indagación de la información se hizo mediante la búsqueda avanzada a través de palabras clave. La población estuvo conformada por 15 trabajos. La muestra quedó constituida por cinco (05) fuentes, mediante el muestreo intencional. Los resultados indican la importancia de las pilas de ion litio para la electromovilidad y como en electrónica portátil; para el almacenamiento a gran escala, las baterías de flujo son más adecuadas. Así también la obtención de hidrogeno verde como energía futura, mediante la electrolisis es otro aspecto relevante. Conclusión: la introducción de las energías renovables debe desempeñar un papel creciente, como alternativa de la energía fósil y, en este particular, las reacciones electroquímicas sirven de apoyo para el almacenamiento de la energía generada.

**Palabras clave:** electrolisis, reacciones químicas, energía renovable.

## Abstract

The present research aimed to analyze electrochemical reactions and their importance in the future of energy supply. To achieve this intention, a bibliographic documentary investigation of primary sources related to said topic was carried out. The methodology was framed in content analysis. For the selection of the documents, the criterion of scientific and methodological rigor was assumed, taking into account the publications that date from 2015 to 2020, however, some sources prior to the indicated date were taken into account as they were considered relevant for this study. The investigation of the information was done by means of the advanced search through keywords. The population consisted of 15 jobs. The sample was made up of five (05) sources, through intentional sampling. The results indicate the importance of lithium ion batteries for electromobility and as in portable electronics; for large-scale storage, flow batteries are more suitable. So also obtaining green hydrogen as future energy, through electrolysis is another relevant aspect. Conclusion: the

introduction of renewable energies must play a growing role, as an alternative to fossil energy and, in this particular, electrochemical reactions serve as support for the storage of the generated energy.

**Keywords:** electrolysis, chemical reactions, renewable energy.

## Resumo

A presente pesquisa teve como objetivo analisar as reações eletroquímicas e sua importância no futuro do fornecimento de energia. Para tanto, foi realizada uma investigação bibliográfica documental de fontes primárias relacionadas ao tema. A metodologia foi enquadrada na análise de conteúdo. Para a seleção dos documentos, foi assumido o critério de rigor científico e metodológico, tendo em consideração as publicações que datam de 2015 a 2020, no entanto, foram tidas em consideração algumas fontes anteriores à data indicada por serem consideradas relevantes para este estudo. A investigação das informações foi feita por meio da busca avançada por meio de palavras-chave. A população consistia em 15 empregos. A amostra foi composta por 05 (cinco) fontes, por meio de amostragem intencional. Os resultados indicam a importância das baterias de íon de lítio para eletromobilidade e como na eletrônica portátil; para armazenamento em grande escala, as baterias de fluxo são mais adequadas. Portanto, também a obtenção do hidrogênio verde como energia futura, através da eletrólise, é outro aspecto relevante. Conclusão: a introdução de energias renováveis deve desempenhar um papel crescente, como alternativa às energias fósseis e, neste particular, as reações eletroquímicas servem de suporte para o armazenamento da energia gerada.

**Palavras-chave:** eletrólise, reações químicas, energia renovável.

## Introducción

Las reacciones electroquímicas usadas para el suministro de energía, datan desde los albores del siglo pasado, tal como señala (Arévalo, 1990), el primer dispositivo que produjo electricidad consumiendo sustancias químicas fue, la pila Volta. Este dispositivo, es el precursor, como afirma el referido autor, de las pilas o baterías primarias, aun en uso. Tomando como base, este conocimiento, numerosos investigadores, a lo largo de los años, han experimentado con diferentes elementos químicos, tales como, Zinc, carbono, plata, cobre, níquel, cadmio, hierro o litio, para crear pilas y baterías más eficientes, hasta llegar al desarrollo de las baterías recargables y,

aprovechando las propiedades del litio para la transformación de energía, se creó la batería de iones de litio recargable.

En este punto, es importante señalar que el mundo de la energía, apunta cada vez a las fuentes renovables, como una forma de plantar cara a las energías fósiles, responsables de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, y de la generación de compuestos orgánicos volátiles (COVs), que por su carácter altamente contaminante afecta la salud de los seres humanos e impacta negativamente al medio ambiente. En este escenario (Castro, 2011), dice que; es posible que la concentración de CO<sub>2</sub> [...] implique una elevación media de la temperatura mundial de hasta 6 °C [...], un cambio climático grave, un perjuicio irreparable al planeta y una modificación [...] de las condiciones de vida. Bajo este panorama, la electricidad juega un papel clave en la lucha contra el cambio climático y, por tanto, una mejora del almacenamiento de energía eléctrica resulta de vital importancia para respaldar los modelos que implican el uso de tecnologías de energía limpia.

En tal sentido, (Sudrià, 2017), sostiene que; “la energía eléctrica puede ser almacenada en diferentes formas tales como: sistemas electroquímicos como las baterías secundarias y de flujo; como energía química a partir de celdas de combustible [...], entre otros.” Aquí vale la pena recalcar lo dicho (Lavados, 2013) sobre qué; uno de los tipos de Sistema de Almacenamiento de Energía más interesante, los basados en acumuladores electroquímicos, ha visto grandes desarrollos tecnológicos en los últimos años.

En la literatura especializada se subraya que, la energía eléctrica puede ser generada a partir de diversos medios, uno de ellos, incluye las reacciones electroquímicas, entendiéndose, de acuerdo con (Vera, 2007), reacciones redox, en las cuales, la energía liberada por una reacción espontánea se convierte en electricidad o viceversa: la energía eléctrica se aprovecha para provocar una reacción química no espontánea. Junto a ello, la autora señala que; la construcción de las baterías, la electrodeposición y la corrosión de metales son ejemplos que involucran procesos electroquímicos.

### **Reacciones electroquímicas en el suministro de energía**

En la actualidad, la electroquímica está desempeñando un papel cada vez más importante, este fenómeno involucra reacciones químicas que son importantes en el sector de la energía. Ya se trate de pilas de combustible, de electrólisis o de almacenamiento de energía química, se utilizan

reacciones químicas controladas por corriente eléctrica. Es así que, el hecho esencial del fenómeno electroquímico consiste simplemente en un cambio en el modo de conducción de la electricidad, para obtener fácilmente productos químicos selectivos de gran contenido energético. (Arévalo, 1990). El almacenamiento eficiente de energía es un pilar fundamental, hoy en día, como una tecnología apoyo de los sistemas de energía renovable. A decir de la International Energy Agency (AIE, 2018), las tecnologías renovables constituyen la vía principal para brindar el acceso universal a la energía.

En este contexto, el almacenamiento electroquímico, es muy útil en sistemas de almacenamiento a corto plazo y, cada vez se está implementando su importancia a gran escala, en este tipo de sistema se mencionan las baterías convencionales (ácido de plomo, NiCd/NiMH, Li-ión, sulfuro de sodio, zinc-aire...) y baterías de flujo. (Barbón, 2018). Las baterías de Flujo, es una tecnología más novedosa que las baterías convencionales, difieren de estas en que los elementos o compuestos químicos que reaccionan en ellas se almacenan en estanques externos, y sólo se introducen al dispositivo durante la operación. (Lavados , 2013). Según, la Agencia Europea de Energía (EASE & EERA, 2017), las baterías son dispositivos de almacenamiento de energía electroquímica basados en diferentes procedimientos químicos específicos que se adaptan a una variedad de aplicaciones. Debe destacarse, que las baterías están en todos lados, en nuestros carros o automóviles, computadores, radios o equipos de sonido portátil, linternas, teléfonos celulares, etc. (Martínez & Hernández, 2005).

En un sentido similar, (Lavados , 2013), dice que; los acumuladores electroquímicos reversibles, o baterías, son dispositivos que almacenan energía en forma química en su interior. Básicamente, se componen de un polo positivo o cátodo, un polo negativo o ánodo, y un electrolito, que es la sustancia en la cual los dos primeros se encuentran sumergidos.

Cabe resaltar que, se acuerdo con (Sudrià, 2017), los sistemas de almacenamiento basados en baterías secundarias o recargables, así como las baterías de flujo, sustentan su principio de funcionamiento en conversiones reversibles electroquímicas de reducción y oxidación, comúnmente conocidas como reacciones redox, que ocurren entre especies electroquímicamente activas. Dentro de esta familia de baterías secundarias, se encuentran: plomo-ácido, alcalinas, sales fundidas y litio-ion y, sustentan la mayor parte del mercado de baterías secundarias. (Sudrià, 2017).

Atendiendo a la necesidad de mejorar las prestaciones del almacenamiento electroquímico, algunas de las principales investigaciones, de hoy en día, se centran en el desarrollo de baterías en base a dos elementos, el azufre y el oxígeno. (Sudrià, 2017). Otra de las innovaciones, consiste en la generación de hidrógeno verde a través de un proceso químico conocido como electrólisis. De acuerdo con (Jiménez, 2020), el hidrógeno renovable, también conocido como hidrógeno verde, es el producido por electrólisis del agua a partir de electricidad proveniente de fuentes renovables. Este proceso no emite CO<sub>2</sub> y transforma el agua en moléculas de gases de hidrógeno y oxígeno, usando electricidad producida por fuentes renovables. De esta manera, (AIE, 2018), la obtención de hidrógeno verde por electrólisis a partir de fuentes renovables consiste en la descomposición de las moléculas de agua (H<sub>2</sub>O) en oxígeno (O<sub>2</sub>) e hidrógeno (H<sub>2</sub>). Así, el hidrógeno (H<sub>2</sub>) es considerada una de las energías más prometedora para el futuro próximo debido a que su combustión no resulta contaminante.

Todo lo anterior da cuenta, como los procesos electroquímicos sirven de soporte a las energías limpias, en un mundo donde los requerimientos de este producto aumentan constantemente para poder funcionar adecuadamente.

Cabe destacar, que numerosas investigaciones apuntan a la utilización de las reacciones químicas, en los procesos industriales de generación de energía más amigable con el ambiente. En torno a estos señalamientos (Jiménez, 2020), presentó un trabajo de investigación en la Universidad de Chile. Entre sus conclusiones indica: en los próximos años debería haber una gran cantidad de inversión en plantas de producción de hidrógeno verde, en diferentes escalas, en un principio como prototipo y pruebas de concepto en las aplicaciones más atractivas económicamente (como reemplazar diésel en usos industriales o como combustible en flotas mineras o de empresas de transporte con recorrido fijo).

(Barbón, 2018), desarrollo un estudio en la Universidad de Oviedo, España, entre sus hallazgos, resalta que; las baterías de iones de litio son la solución dominante, tanto en electromovilidad como en electrónica portátil, frente a las baterías de flujo que, por su baja densidad impide que se puedan diseñar sistemas compatibles con el reducido tamaño disponible en un vehículo eléctrico. Sin embargo, para el almacenamiento a gran escala, donde no existen esas limitaciones de espacio, el resto de las características de las baterías de flujo (tiempo de respuesta, años o ciclo de vida, duración de almacenamiento, precio y modularidad) si juegan a favor de esta tecnología.

(López, 2018), realizó una investigación en la Universidad de Loja, Ecuador y dentro de sus conclusiones, da cuenta que; una buena razón para que el hidrógeno sea sustituto de los hidrocarburos, es que su producción se da al separar las moléculas del agua al ser electrolizada dando lugar a un combustible limpio, que al ser utilizado en el motor, el único residuo que nos da de este proceso es vapor de agua.

De manera particular en Ecuador, la (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2015), indica que el país posee un 51,78% de energía renovable, apuntando al reto que supone el cambio de la matriz energética.

Hechas las consideraciones anteriores, el propósito de este estudio es analizar las reacciones electroquímicas y su importancia en el futuro del suministro de energía.

## **Metodología**

Se llevó a cabo una búsqueda sistemática de literatura sobre estudios relacionados con las reacciones electroquímicas y su importancia en el futuro del suministro de energía. La búsqueda fue realizada hasta 2020, mediante las bases de datos, Google Académico, Dialnet y Scielo. La información se obtuvo de fuentes primarias, tales como artículos, trabajos de grado, tesis doctorales. La restricción por año de realización de los estudios se estableció entre 2015 hasta 2020. Tomando en consideración publicaciones de años anteriores por su aporte y relevancia para este estudio.

Los idiomas de búsqueda fueron inglés y castellano. Los estudios se identificaron en todos los motores de búsqueda con la siguiente estrategia, descriptores clave: electroquímica, reacciones, energía. Para la selección de la bibliografía se establecieron los siguientes criterios: título, año de publicación, idioma, otros. La población estuvo constituida por 15 documentos y de acuerdo con el muestreo intencional, se obtuvo una muestra constituida por cinco fuentes (05), los cuales se ajustaron a los criterios establecidos, tomando en consideración, los trabajos potencialmente relevantes para esta investigación. Para el análisis de la información se llevó una clasificación y se ordenó para su posterior análisis. Como forma de presentar los resultados, se colocó una síntesis en la tabla 1. Finalmente, se presentan los análisis y la discusión de los resultados, así como también las conclusiones.

## Análisis y discusión de resultados

**Tabla 1** Fuentes bibliográficas consultadas por año de publicación

Autor/año	Resultados/Conclusión
(Jiménez, 2020)	Inversión en plantas de producción de hidrógeno verde, como forma de reemplazar diésel en usos industriales o como combustible en flotas mineras o de empresas de transporte con recorrido fijo
(Barbón, 2018)	Las baterías de iones de litio son la solución dominante, tanto en electromovilidad como en electrónica portátil. Para el almacenamiento a gran escala, las características de las baterías de flujo juegan a favor de esta tecnología.
(López, 2018)	Hay una buena razón para que el hidrógeno sea sustituto de los hidrocarburos, es que su producción se da al separar las moléculas del agua al ser electrolizada dando lugar a un combustible limpio.
(Rodríguez, 2016)	Entre las diferentes opciones para la obtención de hidrógeno, la electrolisis a alta temperatura ocupa un lugar destacado, aunque el desarrollo se prevé para el largo plazo
(Leyva & Martínez, 2015)	El uso de celdas de combustible es una de las alternativas para disminuir los daños al medio ambiente provocados por los combustibles fósiles que se utilizan tanto en la generación de energía eléctrica como en el sector automotriz

Fuente. Elaboración propia

## Discusión

Una vez realizado el proceso de recolección de datos, ha quedado en evidencia la importancia de las reacciones electrolíticas, como fuente para la generación de energía. De este modo, (Barbón, 2018), resalta la versatilidad de las baterías de iones de litio como una solución dominante, tanto en electromovilidad como en electrónica portátil y de las baterías de flujo, para el almacenamiento de energía a gran escala. En la misma línea, (Leyva & Martínez, 2015), resaltan el uso de celdas de combustible es una de las alternativas para disminuir los daños al medio ambiente provocados por los combustibles fósiles.

Por otra parte, (Jiménez, 2020), señala la importancia de la producción de hidrógeno verde, como forma de reemplazar diésel en usos industriales o como combustible, en concordancia con lo dicho por (López, 2018), quien manifiesta, que el hidrógeno es una posible fuente para la sustitución de los hidrocarburos, su producción se da al separar las moléculas del agua al ser electrolizada dando lugar a un combustible limpio. Coincidiendo con estos autores (Rodríguez, 2016) manifiesta que;



entre las diferentes opciones para la obtención de hidrógeno, la electrolisis a alta temperatura ocupa un lugar destacado.

## Conclusión

La energía juega un papel vital en el mantenimiento de la existencia de los seres humanos y a razón, de que la mayor fuente de energía actual, la energía fósil, ha causado problemas medioambientales y de salud, se busca de manera diligente como resolver el sistema energético y es ahí donde, la introducción de las energías renovables debe desempeñar un papel creciente. Uno de los caminos para ello, son las reacciones electroquímicas, las cuales sirven de apoyo para el almacenamiento de la energía generada. Otra de las alternativas para generar energías limpias, con la intervención de la electroquímica, es producir hidrógeno mediante la electrolisis del agua. De esta manera, el hidrógeno producido, no sólo apoyara el uso de las pilas de combustible, sino también permitiría disminuir el consumo de la cantidad recursos fósiles, facilitando la diversificación de fuentes. Es así que, la electrolisis es una tecnología esencial para asegurar energía para las próximas generaciones.

## Referencias

1. Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2015). Energía renovable en Ecuador. Agencia de Regulación y Control de Electricidad, Ecuador, 1-5.
2. AIE. (2018). World Energy Outlook 2018. International Energy Agency. OCDE/AIE, 1-14.
3. Arévalo, A. (1990). La Electroquímica, presente y futuro. Rev. Acad. Canar. Cienc. II. Universidad de la Laguna. Tenerife.España, 171-190.
4. Barbón, A. (2018). Análisis de ventajas e inconvenientes de las baterías de flujo Redox frente a las baterías de iones de litio en aplicaciones de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica. Univeridad de Oviedo. Escuela Politécnica de ingeniería de Gijón. Trabajo de fin de máster, 118.
5. Castro, J. (2011). Perspectivas de la demanda energética global. Instituto de Planeamiento Estratégico (IPE). <http://www.petrotecnica.com.ar/febrero2011/sin/Demanda.pdf>, pp.1-11.
6. EASE & EERA. (2017). European Energy Storage Technology Development Roadmap. Development Roadmap.

7. Jiménez, F. (2020). Evaluación Técnica y Económica de uso de Hidrógeno Verde en Aplicaciones para la Industria y Desplazamiento del Combustible Fósil. Universidad de Chile, 72.
8. Lavados , T. (2013). Aplicación de Acumuladores Electroquímicos para el Almacenamiento Comercial e Energía Eléctrica en Sistemas Interconectados. Universidad de Chile. Trabajo de Grado, 111.
9. López, J. (2018). Alimentación de un motor monocilíndrico con hidrógeno obtenido a través de la electrólisis del agua. Universidad Nacional de Loja. Ecuador, 153.
10. Martínez, Y., & Hernández, R. (2005). Electroquímica, Energía y Ambiente. Universidad de los Andes. Escuela venezolana para la enseñanza de química. Mérida. Venezuela. , 91.
11. Sudrià, A. (2017). Tecnologías de Almacenamiento de Energía. Capítulo I. En A. Gómez, & Otros, El Almacenamiento de Energía en la Distribución Eléctrica del Futuro (págs. 23-79). Madrid. España: Real Academia de Ingeniería.
12. Vera, M. (2007). Química General .Unidad N° 10: : Electroquímica. Universidad Nacional del Nordeste, 18.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.