

# FABRICACIÓN DE UNA BATERÍA UTILIZANDO MATERIALES RECICLABLES Y SUSTANCIAS DE USO CASERO

## MANUFACTURE OF A BATTERY USING RECYCLABLE MATERIALS AND HOUSEHOLD SUBSTANCES

**Reynaldo Ortiz, Elkis Weinhold**

Grupo de Electroquímica, Departamento de Química, Facultad de Ciencias  
Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela.  
Email: reynaldoluis@gmail.com

**Recibido:** 01-05-2024

**Aceptado:** 19-05-2024

### RESUMEN

Se trata de la implementación de una práctica didáctica de laboratorio, a nivel de educación media y los primeros niveles de carreras universitarias afines a la química. Consiste en la fabricación y uso de una batería construida con materiales de desecho y de uso casero. El experimento está diseñado para ser llevado a cabo en una sesión de laboratorio de aproximadamente 5 horas. Se probaron distintos materiales de desecho, como hierro de cabillas, aluminio de latas de refresco desechadas y cobre de recortes de tubería para gas casero. Como electrolito, se utilizaron soluciones de ácido acético obtenido de vinagre comercial, soluciones de NaCl obtenidas de sal común de cocina y soluciones de NaOH obtenidas de destapador líquido concentrado para cañerías.

Se logró optimizar el funcionamiento de una celda constituida por electrodos de aluminio y cobre utilizando NaOH diluido al 0,128% p/v como electrolito, la cual generó una diferencia de potencial de 1,28 V. Con esta celda, se construyeron baterías de 3 y 8 celdas que generaron 3,48 V y 8,3 V respectivamente. Con ambas baterías se logró encender diodos y lámparas LED, así como también se logró cargar la batería de un teléfono celular.

**Palabras clave:** Bateria Casera, material de reciclaje, electrodo de aluminio, electrodo de cobre.

### ABSTRACT

A didactic laboratory practice suitable for secondary education and early stages of chemistry-related studies was performed. The practice involves assembling and utilizing a battery using recycled and commonly found materials. This experiment is intended to be held within 5-hours laboratory session. Various scrap materials such as steel rafter iron, discarded aluminum soda cans, and homemade gas pipe copper cuttings were examined. For the electrolyte, acetic acid solutions from commercial vinegar, NaCl solutions from common table salt, and NaOH solutions from concentrated liquid plunger were employed.

By optimizing a cell with aluminum and copper electrodes using a 0.128% w/v diluted NaOH solution, a potential difference of 1.28 V was achieved. Subsequently, 3-cell and 8-cell batteries were assembled with this configuration, producing 3.48 V and 8.3 V, respectively. Both batteries successfully powered LED diodes and lamps and were capable of charging a mobile phone battery.

**Key words:** Homemade battery, recycling material, aluminum electrode, copper electrode.

**Reynaldo Ortiz:** Dr en Química Aplicada, mención Electroquímica (ULA), Lcdo. en Química (ULA), investigador de la Facultad de Ciencias-ULA Merida-Venezuela. Email:reynaldoluis@gmail.com.

**Elkis Weinhold:** Dra. En Química Aplicada, mención Electroquímica (ULA), Licenciada en Química (ULA), miembro del personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias – ULA. E-mail: elkisweinhold@gmail.com.

## Introducción

La conciencia ambiental y la necesidad de encontrar soluciones sostenibles para reducir el impacto de desechos en el medio ambiente se han convertido en temas de gran relevancia en la sociedad actual. En este contexto, la educación juega un papel fundamental en la formación de individuos responsables y comprometidos con el cuidado del planeta.

Una forma efectiva de fomentar la conciencia ambiental en los estudiantes es a través de la realización de prácticas de laboratorio que promuevan el uso de materiales reciclables y la reutilización de recursos.

En este sentido, la construcción de una batería casera con materiales reciclados se presenta como una excelente oportunidad para introducir a los estudiantes en el fascinante mundo de la electroquímica, al mismo tiempo que se les enseña la importancia de reciclar y reutilizar.

En este artículo, se presenta el proceso de construcción de una batería casera utilizando materiales reciclables como latas de aluminio, tubos viejos de cobre y algunas sustancias de uso cotidiano en hogar como vinagre, sal común y sosa caustica en forma de destapadores de cañerías, la implementación, puesta en funcionamiento, fue realizado por un grupo de estudiantes del último año de bachillerato de una Unidad Educativa, ubicada en la ciudad de Mérida en el estado Mérida, Venezuela.

Se analizan los principios básicos de la electroquímica involucrada en el funcionamiento de la batería, así como los beneficios ambientales de utilizar materiales reciclados en su construcción. Además, se discute la importancia de integrar este tipo de prácticas en el currículo educativo para fomentar la conciencia ambiental y el uso responsable de los recursos naturales.

El reciclaje de materiales como el aluminio, el hierro y el cobre no solo evita la acumulación de desechos en vertederos, sino que también reduce la necesidad de extraer recursos naturales, muchos de los

cuales son limitados y no renovables. Al reutilizar estos materiales en la fabricación de baterías, se promueve un ciclo de vida más sostenible y se contribuye a la conservación de los recursos naturales para las generaciones futuras. Además, la utilización de medios electrolíticos como el vinagre, el agua salada y la solución diluida de sosa cáustica en la fabricación de baterías presenta ventajas significativas en términos de costos y accesibilidad.

Estos materiales son fácilmente disponibles en el mercado y su uso en lugar de sustancias químicas más agresivas reduce el impacto ambiental de la producción de baterías, convirtiéndolas en una opción más amigable con el entorno.

En un contexto global donde la demanda de energía sigue en aumento y la dependencia de fuentes no renovables como los combustibles fósiles plantea serios desafíos en términos de sostenibilidad y cambio climático, la producción de energía alternativa se vuelve una prioridad ineludible.

Las baterías fabricadas con materiales reciclables representan una oportunidad para avanzar hacia un modelo energético más limpio y respetuoso con el medio ambiente.

La importancia de reciclar y producir energía alternativa no puede ser subestimada en la actualidad.<sup>1</sup> El cambio climático, la contaminación ambiental y la escasez de recursos naturales son problemas urgentes que requieren soluciones innovadoras y comprometidas con la sostenibilidad.<sup>2</sup>

A través de la fabricación de baterías con materiales reciclables y la utilización de medios electrolíticos amigables con el entorno, se abre la puerta a un futuro más prometedor y equilibrado para nuestro planeta.

En este sentido, la investigación y el desarrollo de tecnologías que promuevan el reciclaje y la producción de energía alternativa son fundamentales para impulsar la transición hacia una economía más circular y verde.<sup>3</sup>

## Procedimiento experimental.

### Materiales:

⊗ Recipientes de plástico de 200 ml, fabricados con botellas de polietilén tereftalato (PET) recicladas.

⊗ Electrodo de Al, Cu y Fe construido a partir de latas de aluminio, tubo de cobre usado y cabilla de hierro de construcción recicladas.

⊗ Cables, conector USB, conectores tipo caimán, soldadura de estaño, cinta adhesiva aislante, papel de lija grano 360.

### Equipos:

Voltímetro, soldador para estaño (Cautín), LED de 3 V, lámpara de diodos LEDs de 6 V, teléfono celular con batería de 900 mAh, voltaje de carga 4.2 V

### Reactivos:

Agua potable, sal de mesa común, Vinagre (ácido acético al 5 %), destapador de cañería (NaOH al 64 %)

### Metodología:

Las celdas fueron construidas en un recipiente de un solo compartimiento de 2 electrodos, los recipientes fueron construidos con botella para agua mineral de 200 ml desechadas, fabricadas con polietilén tereftalato (PET)(6) de una conocida marca comercial.

Las botellas se cortaron unas a una altura de 10 cm (contenedor) y otras a una altura de 2 cm (tapa)., a las tapas se le perforaron dos agujeros utilizando un cautín, al diámetro adecuado para permitir sostener los electrodos y mantenerlos con una separación de 2 cm.

Se construyeron electrodos de Al, Cu y Fe, utilizando los materiales mencionados anteriormente. Las latas de aluminio fueron cortadas en láminas y posteriormente lijadas al agua hasta remover completamente la pintura de las mismas y luego una porción de

estas fue enrollada hasta obtener una pieza de aproximadamente 7 cm de largo y 1 cm de ancho. Por otra parte, se cortaron trozos de tubo de cobre y trozos de cabilla de hierro de 7 cm de largo los cuales también fueron lijados hasta obtener un aspecto metálico brillante y lavado con abundante agua.

Se construyeron celdas voltaicas (Figura 1) constituidas por pares de electrodos metálicos sumergidos en diferentes medios electrolíticos con el fin de determinar cuál combinación genera la mayor diferencia de potencial, para lo cual se usó el voltímetro digital.

Los medios electrolíticos usados fueron vinagre comercial (ácido acético al 5 %), solución de sal común al 7% P/V (10 g en 150 ml) solución de NaOH al 0,128 % (1 ml de limpiador de cañería que contiene NaOH al 64 %, en 500 ml de agua).

Una vez determinada la celda que genera la mayor diferencia de potencial, se construyeron 2 baterías una de 3 y otra de 8 celdas respectivamente (Figuras 2 y 3) para investigar su capacidad para hacer funcionar dispositivos como diodos LED, lámpara LED y como cargador de batería de un teléfono celular.

### Resultados.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de diferencia de potencial ( $\Delta E$ ) de las distintas combinaciones estudiadas.

**Tabla I.** Resultados de  $\Delta E$  generados por las distintas combinaciones de electrodos y medios electrolíticos.

Anodo	Cátodo	Medio electrolítico	$\Delta E$ medido
Al	Cu	Vinagre	0,51 V
Al	Cu	NaCl	0,54 V
Al	Cu	NaOH	1,28 V
Al	Fe	NaOH	1,21 V
Fe	Cu	NaOH	0,03 V

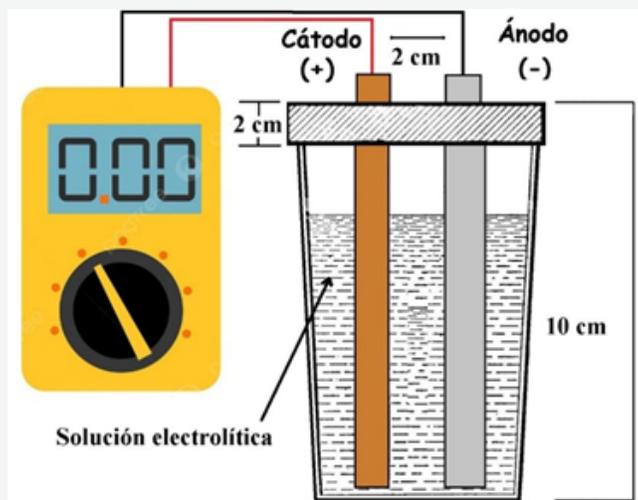


Figura 1.- Esquema de la celda voltaica empleada.

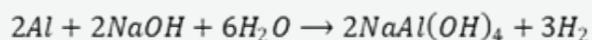
En vista de que la celda compuesta por los electrodos de Al y Cu en la solución de NaOH fue la que mayor diferencia de potencial generó, esta se empleó para la construcción de las baterías, conectando tres celdas (figura 2) y ocho celdas (figura 3) en serie respectivamente, obteniéndose una diferencia de potencial de 3,5 V; con la cual se logró encender una luz LED durante más de una hora, sin que bajara la intensidad óptica de la luz de dicho LED.

### Análisis de resultados.

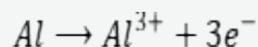
Como se puede observar en la tabla I, la mayor diferencia de potencial eléctrico se genera en la celda construida con electrodos de Al/Fe y Al/Cu, usando como medio electrolítico la solución de NaOH al 0,128 % siendo mayor el voltaje del par electrolítico Al/Cu, el cual es de 1,28 V.

Al sumergir los electrodos de Al en la solución que contiene NaOH, se pudo observar una ligera producción de burbujas de gas, la cual se puede atribuir a la reacción de este metal con el NaOH, las cuales son:<sup>4</sup>

### Oxidación del aluminio en solución de NaOH:



Como consecuencia de esta reacción, en ambos procesos se produce una reacción electroquímica de oxidación del metal, en la cual se generan electrones:



Por esta razón el aluminio se comporta como ánodo el cual es el electrodo negativo y los electrones producidos circulan hacia el

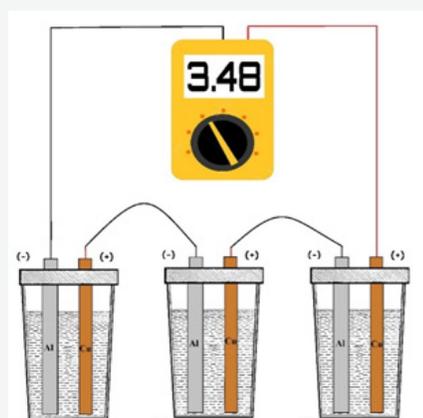


Figura 2.- Esquema de la batería de Cu/Al en serie, usando como medio electrolítico NaOH al 0,128 %.

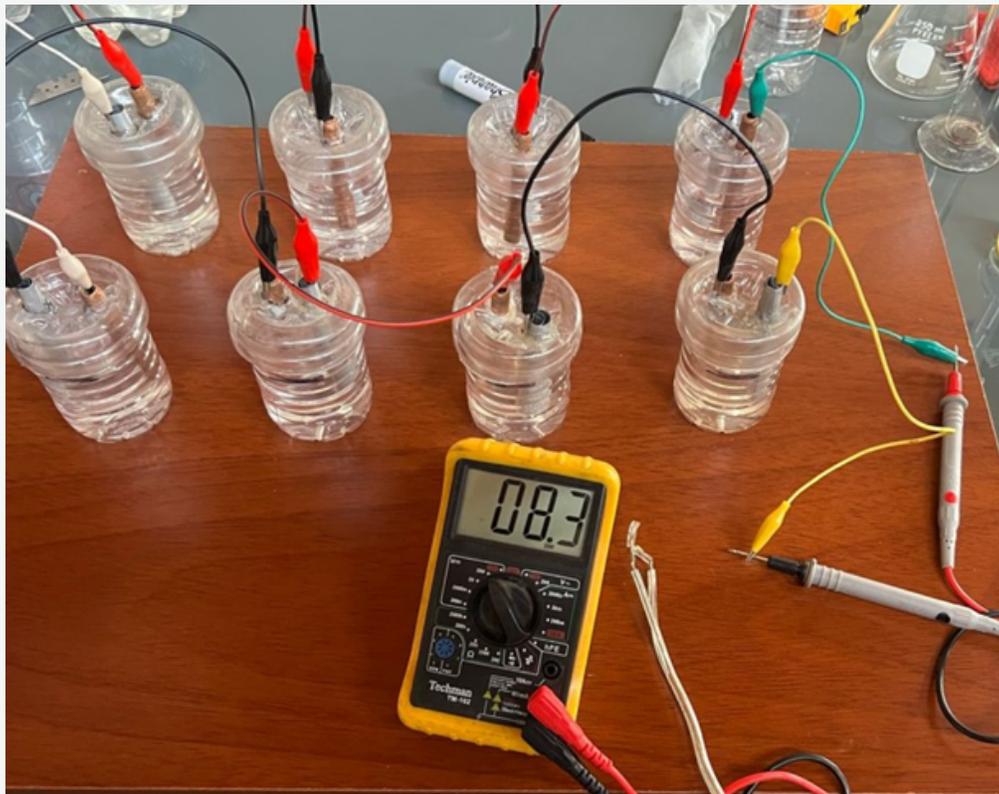
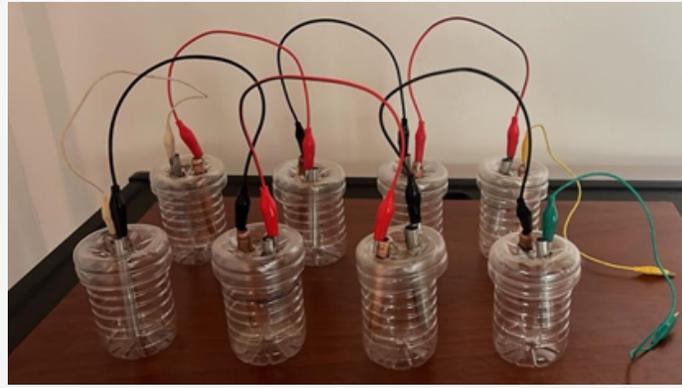
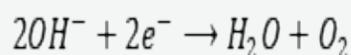
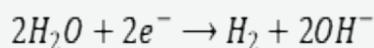


Figura 3.- Vistas de la celda y batería de 8 celdas de Cu/Al usando como medio electrolítico NaOH al 0,128 %.

Cu que se comporta como cátodo que es el electrodo positivo. Para mantener el circuito funcionando y mantener la neutralidad eléctrica, en el cátodo debe ocurrir una reacción de reducción electroquímica, la cual se le puede atribuir a las reacciones simultáneas de reducción de agua en medio básico y de iones oxidrilo, las cuales son respectivamente:



Ese intercambio de electrones entre el ánodo y el cátodo, produce una diferencia de potencial y hace que se genere una corriente eléctrica.<sup>4,5</sup>

Para obtener un voltaje mayor, se construyeron las baterías de 3 y 8 celdas conectadas en serie, por lo cual los voltajes y las corrientes producidas se suman para obtener mayor energía y así lograr hacer funcionar un dispositivo que se alimente con corriente directa.<sup>5</sup>

La batería de 3 celdas generó una diferencia

de potencial de 3,4 V y se logró encender un bombillo LED de 3 V, el cual se mantuvo estable y con una excelente potencia lumínica por más de 2 horas, sin que la batería se descargue o baje el potencial, por lo cual podemos inferir que el arreglo usado es de larga duración.

Por otro lado, la batería de 8 celdas generó una diferencia de potencial de 8,4 V y la potencia suficiente para encender una lámpara LED de 9 V y cargar mediante un cable USB modificado, la batería de un dispositivo teléfono celular con una batería de 900 mAh y de voltaje nominal mínimo de carga de 4,2 V.

Igualmente las baterías mantienen el voltaje constante durante un periodo de más de

## Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo son fundamentales para el campo de la electroquímica y el manejo de residuos y reciclaje. La construcción de una batería de Al y Cu en medio electrolítico de NaOH diluido, demuestra la viabilidad de utilizar materiales comunes para generar energía de forma sostenible. Este proceso enseña a los estudiantes los principios fundamentales de la electroquímica, permitiéndoles comprender cómo la transferencia de electrones puede generar electricidad.

Además, el uso de NaOH como electrolito resalta la importancia de elegir sustancias seguras y respetuosas con el medio ambiente en la investigación y desarrollo de tecnologías electroquímicas. Esto promueve la conciencia sobre la necesidad de reducir el impacto ambiental de las actividades científicas y tecnológicas.

Por otro lado, el enfoque en el reciclaje y reutilización de materiales, como PET, el aluminio y el cobre, fomenta la economía circular y la reducción de residuos. Al demostrar que es posible construir una batería funcional con materiales reciclados, se incentiva la búsqueda de alternativas sostenibles en la producción de dispositivos electroquímicos.

Finalmente, este trabajo destaca la importancia de la educación en electroquímica para promover la innovación tecnológica con criterios de sostenibilidad y respeto al medio ambiente. La integración de conceptos teóricos con aplicaciones prácticas como la construcción de una batería de Al y Cu en medio electrolítico de sosa cáustica es clave para formar a futuros profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible y la preservación del entorno.

## Agradecimiento.

Los autores expresan su agradecimiento a la U.E La Salle Mérida, al Sr. Juan Carlos Sulbarán y al equipo de estudiantes del último año de bachillerato en ciencias de la U.E. La Salle Mérida, que hicieron posible este hermoso proyecto: Camila Sulbarán, Juan Chávez, Andrés Contreras, Luis Sánchez y Abril Belandria.

2 horas, que es el tiempo que permite el experimento por la duración de la práctica de laboratorio, por otro lado a pesar de que no se observó una gran producción de burbujas, al pasar el tiempo se puede acumular gas Hidrógeno, por lo cual en esta fase de implementación de la batería no se debe dejar funcionando por largos periodos de tiempo en espacios cerrados.

Se pudo observar que los  $\Delta E$  medidos de las baterías es menor que la sumatoria de los  $\Delta E$  medidos de las celdas individuales, esto es debido a la caída IR (resistencia del medio) a lo largo de las conexiones del sistema.

## Referencias

- 1.- Tineo Machado, J., & Valiente Saldaña, Y. M. (2022). Manejo de residuos sólidos para reducir la contaminación del medio ambiente: Revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 578-60. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i4.2605](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2605).
- 2.- Armand, M., & Tarascon, J.-M. (2008). Building better batteries. *Nature*, 451(7179), 652-657. <https://doi.org/10.1038/451652a>.
- 3.- Dunn, B., Kamath, H., & Tarascon, J. M. (2011). Electrical energy storage for the grid: a battery of choices. *Science (New York, N.Y.)*, 334(6058), 928-935. <https://doi.org/10.1126/science.1212741>.
- 4.- Larcher, D., & Tarascon, J.-M. (2014). Towards greener and more sustainable batteries for electrical energy storage. *Nature Chemistry*, 7(1), 19-29. <https://doi.org/10.1038/nchem.2085>.
- 5.- Bard, A. J., & Faulkner, L. R. (2000). *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*, 2nd Edition. Wiley Global Education.