

# **CONSTRUCCIÓN DE UNA PILA GALVANICA DE VINAGRE COMO ALTERNATIVA DE ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE POTENCIAL ELÉCTRICO**

## **MAKING A GALVANIC BATTERY OF VINEGAR AS AN ALTERNATIVE TO TEACH THE CONCEPT OF ELECTRICAL POTENTIAL**

J.A. Landazabal<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

Presentamos los resultados de implementar una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de potencial eléctrico mediante la construcción de pilas galvánicas de vinagre. Iniciamos realizando un análisis de varios artículos relacionados con la construcción de pilas galvánicas usando diferentes elementos, constatamos que la pila galvánica como sistema electroquímico encierra una gran cantidad de conceptos tanto físicos como químicos, por lo tanto puede ser utilizada en la enseñanza de la química y la física. Con este trabajo se desarrolla una propuesta de innovación en la enseñanza de conceptos físicos.

**Palabras clave:** Electroquímica, pila galvánica, potencial eléctrico, enseñanza.

### **ABSTRACT**

We present results of implementing a didactic proposal for teaching the concept of electric potential through the construction of galvanic vinegar batteries. We started by analysing several articles related to the construction of galvanic cells using different elements; we found that the electrochemical cell contains a large number of concepts both physical and chemical, so it can be used in teaching chemistry and physics. With this work a proposal of innovation in the teaching of physical concepts is developed.

**Key Words:** Electrochemistry, galvanic pile, electric potential, teaching.

### **1. Introducción**

Un sistema electroquímico, es un sistema heterogéneo en el que hay una diferencia de potencial eléctrico entre dos o más fases (un ejemplo es una pila o batería). Se puede utilizar el vinagre para caracterizar un sistema electroquímico debido a que se puede establecer una diferencia de fases entre dos electrodos metálicos (ya sea cobre, zinc, grafito o una cinta de magnesio) que se ionizan en el ácido acético del vinagre transportando iones debido a las reacciones REDOX, obteniendo de esta forma una diferencia de potencial que generará una corriente eléctrica. Las características del vinagre como pila electroquímica serán definidas a partir de la pila galvánica (o voltaica)

El presente artículo muestra la construcción de una pila galvánica de vinagre, además de los resultados de los experimentos realizados con estudiantes de undécimo grado de bachillerato del colegio CENPEFI de educación no formal. Lo anterior con el fin de evaluar la utilidad de la propuesta didáctica.

### **2. Pilas galvánicas**

Una pila o celda galvánica es un sistema electroquímico multifásico en el que las diferencias de potencial en las interfases originan una diferencial de potencial neta entre los terminales (T1 y T2). Las diferencias de potencial entre fases resultan de la transferencia de iones entre ellas, la pila galvánica transforma energía química en eléctrica. Las fases de una pila galvánica deben ser conductores eléctricos, de otro modo no podrá fluir una corriente continua (ver figura 1).

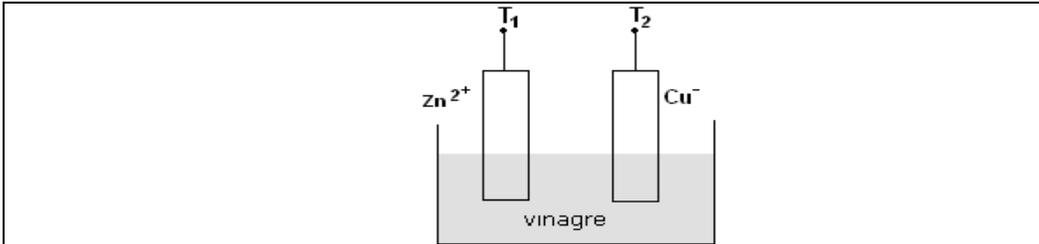


Fig.1 Electrodos de cobre y zinc metálico en vinagre.

El sistema de electrodos, consiste de dos o más fases conductoras eléctricas conectadas en serie, entre las cuales pueden intercambiarse transportadores de carga -iones o electrones- siendo una de las fases terminales un conductor electrónico (metal), y la otra electrolítica (solución de ácido acético). A todo electrodo está asociada una reacción de transferencia o semireacción REDOX y debido a esta reacción es que puede pasar corriente eléctrica por él. El potencial de una pila galvánica, es la diferencia de potencial eléctrico ( $\Delta\phi$ ) entre los dos conductores electrónicos externos de la pila, por ejemplo el electrodo de cobre y el de zinc. Si puede despreciarse el potencial de unión líquida (el del ácido acético), la diferencia de potencial galvánico (o potencial interno) del electrodo de la derecha y de la izquierda (ver, figura 2) estará dado por;

$\phi^{Zn} < \phi^{Cu}$	(1)
-------------------------	-----

Por lo que al cerrar el circuito exterior habrá un flujo de electrones ( $e^-$ ) por él (ver figura 2), desde el Zn (potencial más negativo) hacia el Cu (potencial más positivo).

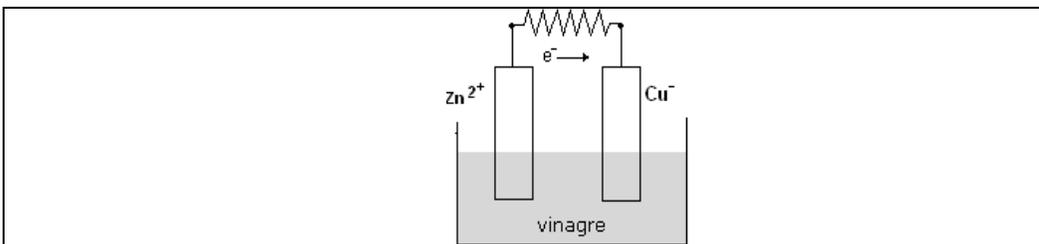


Fig.2 Circuito cerrado.

Como del electrodo de la izquierda salen  $e^-$  el Zn se desplazará hacia la formación de iones  $Zn^{2+}$  (y  $e^-$ ). Como al electrodo de la derecha llegan  $e^-$ , el Cu se desplazará hacia la formación de Cu metálico (con lo que se consumen  $e^-$ ). De este modo al cerrar el circuito

eléctrico exterior entre los electrodos circula una corriente eléctrica de forma espontánea, ocurriendo en ellos las siguientes reacciones de transferencia o semireacciones redox:

Electrodo de la izquierda $Zn \rightarrow Zn^{2+} + e^{-}$	(2)
Electrodo de la derecha $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$	(3)
Resultando $Cu^{2+} + Zn \rightarrow Cu + Zn^{2+}$	(4)

El vinagre es un generador químico, pues transforma la energía química en energía eléctrica mostrando de esta manera que las diferentes formas de energía son interconvertibles entre si.

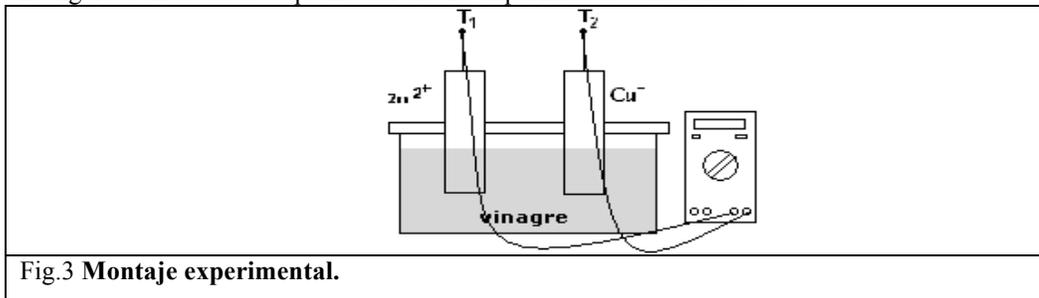
### 3. Procedimiento

A continuación se realizará una descripción de las actividades que se llevaron a cabo con los estudiantes de grado undécimo.

Diseño experimental. Para la realización del diseño experimental se utilizaron electrodos de cobre, zinc, magnesio y grafito, además de frascos de tempera vacíos y multímetros con terminales banana-caimán para medir la diferencial de potencial y la corriente eléctrica que se esta generando, el conductor iónico utilizado era vinagre blanco.

Toma de medidas. En grupos de tres personas los estudiantes debían tomar la diferencia de potencial producida por cada combinación determinada de electrodos, además de la corriente eléctrica máxima producida, en total se obtuvieron seis medidas de potencial y seis medidas de corriente eléctrica máxima con lo que se obtenía una tabla de potenciales y corrientes en función de los electrodos.

La figura .3 muestra el esquema del diseño experimental construido.



Elaboración de diagramas de barras. Con los datos obtenidos, los estudiantes dibujaron dos diagramas de barras. En el primer diagrama dibujaron la diferencia de potencial eléctrico obtenido en función de las diferentes combinaciones de electrodos. En el segundo diagrama dibujaron la corriente eléctrica máxima en función de las combinaciones de electrodos.

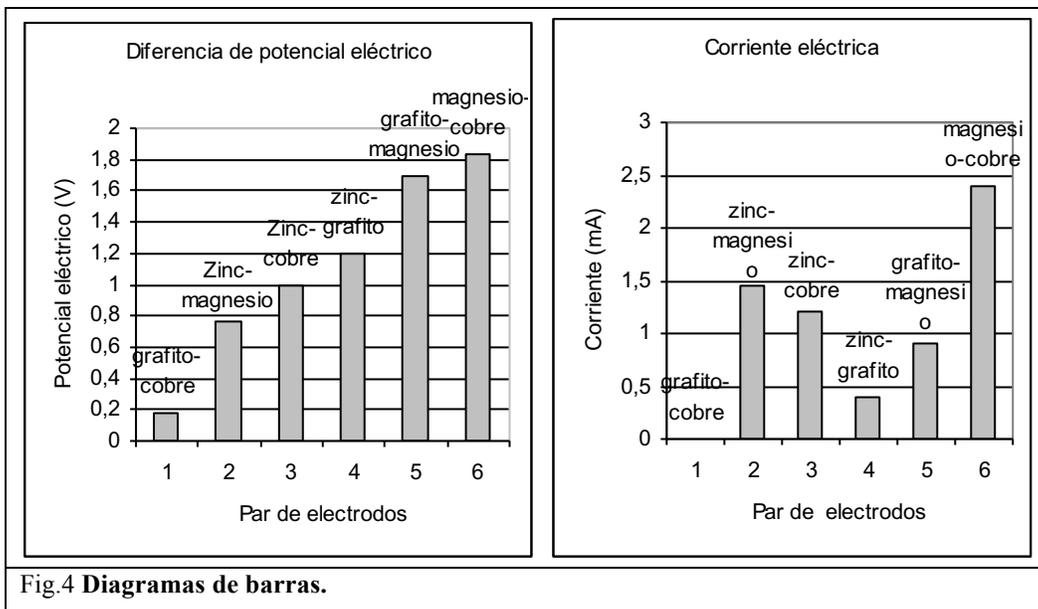


Fig.4 Diagramas de barras.

Preguntas. De acuerdo al análisis de graficas los distintos grupos de estudiantes debían responder algunas preguntas de lo observado en el experimento.

Demostración. Al final de toda la actividad el profesor realizó una demostración de la utilidad de la energía eléctrica obtenida en el experimento, haciendo funcionar un LED y una calculadora digital. De esta manera se muestra a los estudiantes la importancia y los beneficios de lo aprendido en el experimento.

#### 4. Análisis de los resultados obtenidos por los estudiantes.

A partir de los diagramas de barras como los mostrados en la figura .4, los estudiantes respondieron a los interrogantes que se mencionan a continuación.

¿Con cual combinación de electrodos se obtuvo la mayor diferencia de potencial eléctrico?  
 ¿Porque? El 100% de los estudiantes contestó que el mayor potencial se obtuvo con el par de electrodos de magnesio-grafito, algunos relacionaron este resultado con el hecho de que el magnesio es un metal y el grafito es un no metal, por tanto la conducción de uno comparada con la neutralidad del otro crea una mayor diferencia de potencial eléctrico. Otras respuestas diferentes hacen referencia a que algunos elementos poseen mayor potencial que otros debido a que tienen una mejor interacción con el vinagre, otros por lo contrario piensan que el potencial eléctrico se encuentra almacenado en los electrodos y que por tanto estos son los de mayor potencia eléctrica.

¿De que elemento (o elementos) en el experimento depende la diferencia de potencial eléctrico?  
 El 90 % de los estudiantes contestó que el potencial eléctrico dependía explícitamente del vinagre. Tan solo el 10% respondió que el potencial eléctrico dependía de los electrodos que se

estuvieran utilizando, pues era evidente que en todos los experimentos se habían realizado con el mismo vinagre

¿Como es la relación entre la diferencia de potencial eléctrico y la corriente eléctrica? Esta pregunta fue la que obtuvo la mayor cantidad de respuestas diferentes, así que se hará énfasis en las que en realidad de alguna manera dan respuesta a este interrogante. A partir del experimento el 50% de los estudiantes contestaron que la relación entre el potencial eléctrico y la corriente eléctrica era inversamente proporcional para la mayoría de los pares de electrodos utilizados y que esto se debía a la interacción que estos tenían con el vinagre. El 10% respondió que era directamente proporcional ya que si no había potencial eléctrico tampoco habría corriente eléctrica. Sin embargo no se pensó en que algunos elementos tal vez ofrezcan más resistencia eléctrica que otros.

¿Que ocurría con la diferencia de potencial eléctrico si los dos electrodos fueran del mismo material? El 90% de los estudiantes contestó que se debería obtener algún valor constante tanto con el potencial como con la corriente. El 10% respondió que si los dos materiales fueran iguales no habría ninguna diferencia de potencial, por tanto la corriente también sería nula.

¿Si la potencia consumida por una bombilla es de 60 w, cuantas pilas de magnesio-cobre se necesitarían para encenderla? Utilice los datos del experimento. Este breve calculado fue efectuado por los estudiantes utilizando la ley de Watt para la potencia eléctrica y no represento mayor inconveniente. Sin embargo se debía reflexionar a cerca de la utilización de la energía ya que como es obvio se necesitarían muchas pilas de magnesio-cobre para encender un solo bombillo lo cual representaría un mayor gasto de recursos tanto económicos como ambientales.

## **5. Conclusiones**

Después de haber realizado la actividad con los alumnos de undécimo grado de bachillerato se hace evidente la importancia y la necesidad de brindarles la oportunidad de experimentar y observar por si mismos los fenómenos naturales que se presentan en la cotidianidad de la vida, en este caso en particular el de las pilas eléctricas, ya que el experimento permite que los estudiantes entiendan tanto el funcionamiento como la producción de corriente dentro de un aparato eléctrico de este tipo. Sin embargo, se debe anotar que la falta de análisis e interpretación de las graficas llevó a los estudiantes a repuestas erróneas en preguntas que si bien no eran obvias podían contestarse fácilmente observando la gráfica (Por ejemplo, la segunda pregunta). Esto tal vez se deba precisamente a la falta de actividades de este tipo dentro del currículo de enseñanza de la física en los colegios, que permitan al estudiante interactuar con diferentes herramientas que le muestren otro camino de aprendizaje diferente al del tablero y el marcador, por tanto se debe tener claro que el trabajo del profesor de física es proponer nuevos métodos de enseñanza que procuren lograr un mejor entendimiento de los fenómenos físicos que se estén estudiando en el aula de clase.

## **REFERENCIAS**

[1] García García José J. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS: resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. ED Magisterio 2003. Pág. 9-20.

[2] Iran N, Levine. Físicoquímica: Traducción de Ángel González. ED Mc Graw Hill. Quinta Edición 2004. Tomo 1. Pág. 515-530.

[3] Núñez Carlos, Peláez Abellán Ernesto. Electroquímica iónica: estudio de los electrolitos en equilibrio. Universidad de la Habana. Tomo 1. Pág. 37-59.

[4] [en línea][8 de marzo de 2008]. Disponible en web: [www.monografias.com/trabajos26/lapila/la\\_pila.shtml](http://www.monografias.com/trabajos26/lapila/la_pila.shtml)

[5]. A Project from the Hila Research Center .[en línea][8 de marzo de 2008]. Disponible en web: [http://www.hilaroad.com/camp/projects/lemon/vinegar\\_battery.html](http://www.hilaroad.com/camp/projects/lemon/vinegar_battery.html)

[6] A project from the Hila Research Center .[en línea][8 de marzo de 2008]. Disponible en web: <http://www.hilaroad.com/camp/projects/lemon/calculator/calculatorbattery.html>

[7] Universidad de Buenos aires.[en línea] Experimentos [8de marzo de 2008]. Disponible en web:<http://www.oaq.uba.ar/Labescuela/Exp7alu.htm>

[8] Baterías de Vinagre.[en línea] Video [8 de marzo de 2008]. Disponible en web:<http://www.youtube.com/watch?v=P27iln1Qk&feature=related>