

5° CONGRESO NACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA  
Universidad Pedagógica Nacional (U. P. N)  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (U. D. F. J.)  
Bogotá, Colombia. 16 al 20 de mayo 2011



# EL EFECTO VOLTA UN FENÓMENO IMPRESCINDIBLE PARA COMPRENDER EL FUNCIONAMIENTO INTERNO DE UNA BATERÍA

## VOLTA EFFECT A PHENOMENON ESSENTIAL FOR UNDERSTANDING THE INNER WORKINGS OF A BATTERY.

William Javier Rodríguez Cruz<sup>1</sup>  
Isabel Garzón Barragán<sup>2</sup>

### Resumen

En la formación del futuro Licenciado en Física es pertinente profundizar en la reflexión acerca de los problemas de aprendizaje y enseñanza del electromagnetismo, en particular en qué tanto se comprenden los conceptos fundamentales. El efecto volta es un fenómeno que ofrece la oportunidad de comprender el funcionamiento interno de una batería. La mayoría de textos introductorios de electromagnetismo se limitan a afirmar que dichos dispositivos son fuentes de fuerza electromotriz (fem); lo que suele llevar, por un lado a asumir una batería como una caja negra, es decir no se sabe lo que sucede en el interior de ella, y por otro lado, dificulta la comprensión del concepto de fuerza electromotriz y propicia la confusión entre este concepto y el de diferencia de potencial eléctrica.

En esta ponencia se explica el efecto Volta a partir de dos experimentos mentales y dos experimentos reales. Además, se enuncian algunos elementos a tener en cuenta para desarrollar una secuencia de enseñanza, para presentar el papel de las baterías en el funcionamiento de circuitos simples DC, y una diferenciación explícita entre el concepto de fem y el de diferencia de potencial eléctrico.

**Palabras clave:** Diferencia de potencial eléctrico, fuerza electromotriz y batería.

### Abstract

In shaping the future is relevant degree in physics in-depth reflection on the problems of learning and teaching of electromagnetism, in particular how much they understand the fundamentals. Volta effect is a phenomenon that offers the opportunity to understand the inner workings of a battery. Most introductory texts simply state electromagnetism that these devices are sources of electromotive force (emf), which usually takes one hand to take a battery as a black box that is not known what happens in inside it, and moreover, difficult to comprehend the concept of electromotive force and encourages confusion between this concept and the electrical potential difference.

<sup>1</sup> Universidad Pedagógica Nacional, Dfi547\_wrodriguez@pedagogica.edu.co

<sup>2</sup> Universidad Pedagógica Nacional, Isaga88@hotmail.com



This paper explains the Volta effect from two mental experiments and two real experiments. In addition, sets out some elements to take into account to develop a teaching sequence, to introduce the role of batteries in the operation of simple DC circuits, and an explicit differentiation between the concepts of emf and the electrical potential difference.

**Keywords:** Potential difference, electromotive force and battery.

## Dos experimentos mentales para el estudio del efecto Volta

### Dos metales similares en contacto

Consideremos que se tiene un condensador de placas paralelas del mismo metal, por ejemplo cobre; las cuales están apoyadas en aisladores perfectos, además cada placa está completamente descargada y no tiene ninguna carga involucrada debido a que las placas están libres de cualquier interacción con otro cuerpo que este electrificado.

Ahora, usando cables del mismo metal del condensador se conecta una celda electrolítica, que hace el papel de pila voltaica, al condensador, esto con el fin de cargar el condensador de placas paralelas y así generar una diferencia de potencial entre ellas. Inmediatamente el sistema esté cargado se desconecta el condensador, y se separan las placas mediante el uso de pinzas aislantes, y se mide la carga de cada una de las placas con un electrómetro que esté construido de cobre.

Si el condensador no se conecta a ninguna celda electrolítica, es decir no se le suministra carga eléctrica a las placas, entonces la diferencia de potencial es cero. Después de tener el valor de la carga del condensador en relación al número de celdas se realiza la gráfica de carga contra número de celdas, obteniéndose así la figura 1. La línea con pendiente positiva representa la carga que adquirió la placa conectada al electrodo positivo de la celda electrolítica y la línea con pendiente negativa representa la carga en la placa conectada al electrodo negativo de la celda electrolítica.

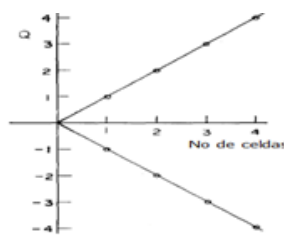


Figura 1.

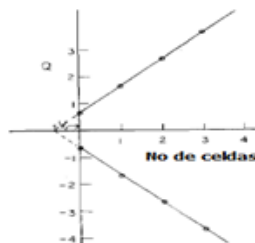


Figura 2(a)

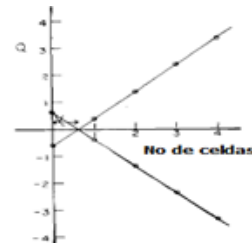


Figura 2(b)

Las ecuaciones que representan las líneas de la figura 1 son  $Q = Vn$  (línea con pendiente positiva)  $Q = -Vn$  (línea con pendiente negativa), donde  $V$  es un número proporcional al número de celdas electrolíticas y  $C$  es la capacitancia del condensador. Las líneas pasan a través del origen.



## Dos metales diferentes en contacto

Considérese el mismo procedimiento descrito en el experimento de metales similares con una única diferencia, una de las placas paralelas del condensador está hecha de zinc y la otra de cobre, obteniendo un sistema de dos metales diferentes en contacto.

Las curvas resultantes de la carga en función del número de celdas son representadas en las figuras 5(a) y 5(b). En la figura 5(a) la terminal positiva de las celdas electrolíticas ha sido conectada a la placa de zinc, y la línea con pendiente positiva representa la carga sobre esta placa; la línea con pendiente negativa representa la carga sobre la placa de cobre que ha sido conectada a la terminal negativa de las celdas electrolíticas.

En la figura.5 (b) se ha invertido la polaridad en el condensador de placas paralelas de metales diferentes, por lo tanto la placa de cobre es conectada a la terminal positiva de las celdas electrolíticas y la línea con pendiente positiva representa la carga sobre esta placa; de la misma forma la placa de zinc es conectado a la terminal negativa de las celdas electrolíticas y la línea con pendiente negativa representa la carga sobre la placa de zinc.

Una particularidad entre las figuras. 2 (a) y 2 (b) con la figura. 1 es que presentan líneas con pendientes iguales; y una diferencia se basa en que las líneas de la figura. 1 pasan por el origen mientras que en la figura. 2 (a) y 2 (b) las líneas no pasan por el origen, esto hace inferir que existe una celda electrolítica adicional que es equivalente a un potencial característico o de contacto que no depende de la cantidad de carga transmitida si no del contacto entre dos metales diferentes, fenómeno que no se evidencia al colocar dos metales similares en contacto.

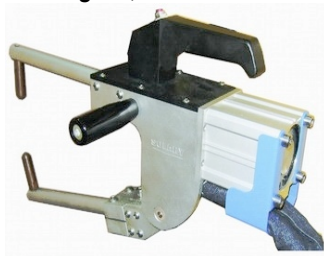
La ecuación de las líneas de la figura. 5 (a) es:  $Q = \pm(Q + Q_0)$  y para la figura. 5 (b) es  $Q = \pm(Q - Q_0)$  y el intercepto entre las dos curvas es definido como la diferencia de potencial de contacto, representado en las ecuaciones con el símbolo  $Q_0$ .

## Dos experimentos reales.

### Dos metales diferentes en contacto

Para lograr la medición de la diferencia de potencial de contacto, se ha realizado un montaje experimental sencillo, que consiste en colocar hierro y cobre en contacto, ¿cómo se logra un buen contacto entre dos metales diferentes?, un interrogante que me llevo un tiempo considerable para resolver y más si no se conocen las facilidades tecnológicas que nos brinda el contexto actual en el que estamos inmersos.

Leyendo diferentes textos entre ellos, Física general y experimental de Eligio Perucca, encontré que para generar un buen contacto entre estos dos metales diferentes es necesario, que las placas estén bien pulidas, y limpias "libres de impurezas", para cumplir este propósito, cada placa fue lijada con una lija muy fina y se limpiaron con agua destilada con una seda muy fina, que prácticamente no dejó impurezas, y en una buena aproximación deja limpios los dos metales. Es en este momento se realiza el contacto de los dos metales diferentes haciendo uso de una soldadura especial que es conocida como *soldadura de punto*, para realizar la soldadura de punto se usa un dispositivo similar al que se muestra en la figura.3.



Esta soldadura basa su principio en un método de soldaduras por resistencias, el principio de funcionamiento consiste en hacer pasar una corriente eléctrica de gran intensidad, a través de los metales que se van a unir, lo cual hace generar un aumento de temperatura en la zona que es colocado el punto (Efecto Joule).

Aprovechando esta energía y con un poco de presión se logra el contacto de los dos metales diferentes, es importante aclarar que este método no sirve para unir cinc, plomo y estaño; la alimentación eléctrica pasa por un transformador que disminuye el voltaje y por consiguiente se eleva la intensidad que hace aumentar la temperatura.

Al lograrse el contacto de los dos metales diferentes, hierro y cobre, se midió el Efecto Volta, para lograr dicha medición se hizo uso de un multímetro muy sensible que mide diferencias de potencial del orden de los mili voltios, *la diferencia de potencia de contacto* encontrada para este sistema es aproximadamente la décima parte de un mili voltio.

### **Dos metales diferentes en contacto, método dos.**

Otra opción que se puede apropiarse para medir la diferencia de potencial de contacto es usar cable para termocupla, este cable ofrece la oportunidad de colocar dos metales diferentes en contacto, este cable está compuesto por dos fibras de metales diferentes. Para realizar este experimento uso de cable para termocupla tipo K, este cable está hecho de hierro y constantan, el constantan es una aleación de cobre y cinc, (la primera ley de volta afirma que la diferencia de potencial Volta es un fenómeno que también se evidencia en las aleaciones)

Para realizar el contacto entre estos dos metales se unen los dos cables por un extremo y en el otro se dejan sueltos, es en este extremo en el que por medio de un multímetro de alta sensibilidad se mide la diferencia de potencial Volta que aproximadamente arroja la décima de un mili voltio.

### **¿Cómo presentar el papel de las baterías en los circuitos DC?**

El efecto Volta es un fenómeno que permite explicar el funcionamiento interno de este dispositivo, y para llevarlo al aula se ha pensado en trabajar con un modelo de enseñanza que es conocido como: enseñanza por investigación orientada. Este modelo se caracteriza por presentar a los estudiantes las temáticas de manera problemática, más exactamente en forma de pregunta, el maestro juega el papel de orientador y es un experto en el tema a tratar, de esta forma guía el proceso del estudiante para que apropie los conocimientos de forma significativa y no memorística.



Para presentarles a los estudiantes el funcionamiento de una batería, se ha pensado en hacer un estudio epistemológico del fenómeno de electrificación por contacto de dos metales diferentes, y de esta manera llegar a comprender el fenómeno de una forma similar en la que Volta lo hizo, claro está que aprovechando las ventajas tecnológicas que nos ofrece el contexto actual. Es en este instante que los estudiantes proponen un diseño experimental para medir la diferencia de potencial Volta y confirmar la hipótesis que se han planteado que supone la solución del problema de entender por que al colocar dos metales diferentes en contacto estos resultan cargados, al finalizar este momento, es apropiado contrastar la explicación de este fenómeno con el papel que cumplen las baterías en el funcionamiento de los circuitos simples DC.

### **¿Diferencia de potencial y fuerza electromotriz dos conceptos exactamente iguales?**

La literatura que presentan algunos textos de electromagnetismo, hacen inferir que el concepto de fuerza electromotriz y diferencia de potencial eléctrico son conceptos idénticos, ya que los usan intercambiamente para explicar diferentes eventos eléctricos; desde la parte experimental se hace más fácil comprender la distinción entre estos dos conceptos en el experimento del efecto Volta obtenemos que al colocar dos metales diferentes en contacto, estos se cargan debido a la naturaleza de los mismos; es decir que existe una fuerza que mantiene separadas las cargas eléctricas entre las placas de la configuración condensador, sin permitir que lleguen a su estado neutro. Esta fuerza que es una acción no electrostática que mantiene las cargas separadas es conocida con el nombre de fuerza electromotriz.

Ahora si pensamos en un circuito DC elemental, si en un primer momento tenemos el circuito abierto y medimos el valor de la Fem. este sería igual al valor de la diferencia de potencial "caso experimental", pero si cerramos el circuito y medimos nuevamente encontramos que el valor de la Fem. ha caído, esto hace inferir que este valor es la diferencia de potencial, dado a que si volvemos a abrir el circuito el valor de la Fem. vuelve a ser el mismo que se registro en el primer instante, de esta forma la diferencia de potencial es el trabajo que se realiza para llevar una carga puntual de un punto a otro y sucede en un campo electrostático.

### **Referencias Bibliográficas**

Fisher, L. H. and Varney, R.N. (1976). Contact potentials between metals: history, concepts and persistent misconceptions. *American journal of physics*, 44(5), 465-475.

Page, C. H. (1977). Electromotive force, potential difference and voltage. *American journal of physics*, 45(10), 978-980.

Perucca, E. (1948). *Óptica electricidad y magnetismo*. España: Labor S.A.