



## Actividad experimental y construcción de fenomenologías: Construir una manera de referirse al fenómeno, el caso del efecto Volta.

**Sandra Sandoval Osorio**  
Colombia  
[ssandoval@pedagogica.edu.co](mailto:ssandoval@pedagogica.edu.co)

**José Francisco Malagón Sánchez**  
[jmalagon@pedagogica.edu.co](mailto:jmalagon@pedagogica.edu.co)

**María Mercedes Ayala Manrique**  
[ayala49@gmail.com](mailto:ayala49@gmail.com)

Grupo Física y Cultura  
Universidad Pedagógica Nacional  
Colombia

### ABSTRACT

The relations between language-thought, concept-meaning, concept-facts are part of the construction process of phenomenology. In this sense, they are considered as reciprocal relations of constitution which are continuously changing. This paper presents a brief characterization of the phenomenological perspective that has guided our research study on the experimental activity in science teaching. That is why it is remarkable to describe the most relevant features of the language conception adopted by the researchers. It is important to emphasize on the close relation between the ways of thinking, speaking, proceeding and representing which are evidenced in the construction process of phenomenology. The adopted approach is revealed in the analysis of the presentation about Alexander Volta's invention addressed to the scientific community at that time. Finally, the relation between the construction processes of phenomenology and ways of speaking in science classroom is proposed as a cornerstone in the cognitive process guiding when working in an educational context.

### RESUMEN

Las relaciones pensamiento-lenguaje, concepto-significado, conceptos-hechos se inscriben en el proceso de construcción de fenomenologías y en ese sentido son vistas como relaciones de constitución, de doble vía y continuamente cambiantes. Con base en trabajos anteriores, se hace primero una breve caracterización de la perspectiva fenomenológica que ha orientado nuestra indagación sobre la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias; se explicita, luego, rasgos preponderantes de la concepción de lenguaje asumida y se hace énfasis en la íntima relación entre los modos de pensar, hablar, proceder y representar que se pueden evidenciar en los procesos de construcción de fenomenologías. Este enfoque que se concreta mediante el análisis realizado de la presentación que hace Alexander Volta de su invención a la comunidad científica de su época. La relación entre los procesos de construcción de fenomenologías y los modos de hablar de la experiencia que ello involucra es planteada como un eje fundamental en la orientación de los procesos cognitivos en el ámbito escolar.

**Palabras claves:** Pensamiento-Lenguaje, Construcción de fenomenologías, Actividad experimental, Efecto Volta, Pila eléctrica, Enseñanza de las ciencias.

**Palavras chave:** Pensou-Language, Construção da fenomenologia, Atividade experimental, Efeito Volta, Célula eléctrica, Educação científica

**Key words:** Language-thought, Construction of phenomenology, Experimental activity, Volta effect, Battery electric, Science teaching.



## UNA PERSPECTIVA SOBRE LA CONSTRUCCION DE FENOMENOLOGIAS

En anteriores ocasiones se ha señalado que la perspectiva fenomenológica ha cruzado nuestra reflexión sobre la cuestión de la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias. Y se han hecho al menos tres precisiones importantes que permiten hacer explícito el lugar de nuestras referencias a lo fenomenológico y cómo ello ha sido pertinente para nuestras propuestas en el campo de la educación científica: Señalamos que el fenómeno es lo que aparece frente a una conciencia, como afirma Husserl, la conciencia existe en la medida en que es conciencia de algo, y por lo tanto desde ese punto de vista el fenómeno no es en sí mismo, no existe en sí mismo, ni tampoco la conciencia existe en sí misma, hay una relación de doble vía. En este orden de ideas destacamos el carácter **exhibitivo y constructivo** del fenómeno. Las descripciones e interpretaciones que demanda la comprensión de una fenomenología exigen la organización de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, esto es una descripción detallada del fenómeno, la cual está imbricada en la actividad experimental que exige una comprensión conceptual que acompañe a la intervención y disposición experimental.

En segundo lugar señalamos que el fenómeno se presenta tal como es, no hay una realidad profunda detrás del fenómeno. Lo que se llama fenómeno no se presenta enmascarado por las cualidades porque no es posible apartar las cualidades para encontrar detrás de ellas la esencia última de los objetos; de lo que se puede dar cuenta es de un conjunto organizado de cualidades. Como consecuencia de esto, las explicaciones sobre lo que ocurre, sólo se pueden dar en términos de una organización de lo que se percibe.

Y en tercer lugar señalamos que el fenómeno no es estático, por el mismo hecho de ser algo que se aparece ante una conciencia, entonces si la conciencia cambia el fenómeno cambia, a medida que se van haciendo organizaciones del fenómeno, éste cambia. Con ello se hace necesario reiterar la íntima relación entre los modos de hacer y de hablar que se pone de presente en este camino de la experiencia.

Estos tres puntos<sup>i</sup> implican que sólo se pueden hacer organizaciones de lo que el fenómeno muestre. Todas las explicaciones, todo lo que se hace alrededor del fenómeno, estaría en relación con lo que éste muestre. Por ejemplo, si se aborda el fenómeno de electrificación y si uno se atiene a los efectos sensibles no se estaría en condiciones de hablar de electrones que pasan de un cuerpo al otro cuando dos cuerpos de materiales diferentes se frotan, se podría decir, eso sí, que ambos quedan electrificados de tal manera que uno atrae el cuerpo electrificado que el otro repele. De hecho la teoría electromagnética se desarrolló mucho antes de que el electrón se configurara como el quantum de electricidad y partícula elemental constituyente de la materia.

Los elementos resaltados tienen fuertes implicaciones para la enseñanza de las ciencias y para la formulación de propuestas y actividades donde los estudiantes y los profesores están comprometidos con la comprensión de los fenómenos que estudian. Es así como resulta contradictorio centrar los esfuerzos en llegar a explicaciones en términos de entes metafísicos que no son producto de la organización que los sujetos hacen del fenómeno o partir de ella para construir maneras de explicar los fenómenos.

En consecuencia, lo que se piensa depende de lo que percibimos así como lo percibido depende de los elementos organizativos con los que contamos para ver lo que vemos, es decir que lo que percibimos también depende de lo que pensamos, así se puede suponer una relación dinámica entre la percepción, la representación y el habla. Entonces, desde el enfoque fenomenológico que nos orienta, los modos de hablar y los modos de proceder tienen un carácter comunicativo, y por ende social, que juegan un rol indiscutible en los procesos de mostrar el fenómeno. Se puede decir que mediante el lenguaje



disponible se genera el sistema simbólico con el que se le da forma, se expresa y se comunica la experiencia en torno a un fenómeno y su organización, logrando mediante su representación una estabilización del mismo. Visto desde una perspectiva fenomenológica la experiencia y el lenguaje se configuran mutuamente y el fenómeno se estructura a través de los mismos.

Se podría, pues, considerar la dinámica de conocimiento –como lo hace Paolo Guidoni y otros (1990) – como un proceso dialéctico entre Experiencia-Lenguaje-Conocimiento: se adquiere experiencia, se habla de ella y se usa un conocimiento que ya existe y sobre el que es preciso trabajar; y haciéndolo se generan nuevas experiencias, lenguajes y conocimientos. Así, se establece una dinámica dialéctica entre la conciencia que conoce y el fenómeno que aparece ante ella: éste último se transforma en la medida que la primera lo hace. Además, a la vez que el ámbito de la experiencia se transforma, también se transforma el ámbito del lenguaje con el que nos referimos a esa experiencia, y con ello la conciencia que conoce, lo que conlleva a su vez, como ya se dijo, a una transformación del fenómeno que aparece ante ella.

### **El lugar de la percepción**

En la investigación que hemos adelantado el énfasis ha estado centrado en nuestro interés por la construcción de fenomenologías, la identificación de cualidades, la construcción de magnitudes y formas de medida. De allí es plausible afirmar hoy que la conexión con la experiencia sensible es fundamental y necesaria, por lo tanto, parte de la labor pedagógica se centra en el reconocimiento o en la construcción de estos vínculos con la experiencia sensible que resultan útiles para construir el campo de efectos, relaciones y lenguajes que dan cuenta del fenómeno de estudio.

Se hace necesario por ejemplo construir descripciones en donde se discriminan factores o efectos que han adquirido importancia, comparaciones en las que se establece un criterio de orden o una categoría de agrupación y relaciones entre los distintos criterios. Estos procesos son tipos de formalización en un sentido amplio que no implica la pura formalización matemática, aquí formalización la entendemos como la construcción de palabras, términos, cualidades, etc., que permiten empezar a hablar del fenómeno.

Consideramos que no existen esquemas conceptuales que no estén articulados a la experiencia sensorial: por ejemplo, los cuerpos cuasi rígidos de nuestra experiencia están a la base de los esquemas numéricos y espaciales con los cuales organizamos a la vez nuestra experiencia sensible y configuramos el mundo físico (Ayala y otros, 2008).

Además, los esquemas conceptuales (producto de la organización de la experiencia previa o de la actividad teórica) orientan la actividad experimental, ya sea para ampliar la experiencia o para dinamizar la teorización de esa experiencia. (Malagón y otros, 2011)

Estos dos elementos son parte integral del análisis del efecto Volta que presentaremos más adelante, Pero también tiene fuertes implicaciones en las propuestas de enseñanza de las ciencias que el grupo adelanta.

### **Sobre la relación entre los procesos de formalización y la actividad experimental**

Cuando se comienza a organizar el fenómeno y se empieza a identificar cualidades que le permiten hablar de ese fenómeno, esas cualidades y su organización o relación llevan a una formalización –que incluye entre otras cosas clasificaciones, relaciones de orden, mediciones de diversos tipos y la configuración de la representación del fenómeno analizado a partir de dichas actividades– Planteada así, esta actividad difumina la oposición que se acostumbra resaltar entre lo cualitativo y lo cuantitativo



pues resulta difícil en algún momento decidir en donde termina lo cualitativo y en dónde empieza lo cuantitativo. Se supera igualmente la dicotomía teoría / experimento, que se constituye en otra de las dificultades que se derivan de los énfasis usuales que se hacen al didactizar la actividad experimental. De alguna manera se suele asumir que el experimento es una actividad y la teoría es otra totalmente separada de la primera. Estas posturas se leen en relación con las opciones epistemológicas y pedagógicas que se encuentran a la base, donde un punto de referencia básico en la enseñanza de las ciencias son los resultados producidos al interior de las comunidades científicas y estandarizados por los currículos de ciencias. (Malagón et al, 2011: 5) Pero al asumir que la actividad conceptual y teórica está muy influida por la actividad experimental y así mismo la actividad experimental está muy relacionada con la actividad teórica, hace casi impensable diseñar un experimento si no es desde algún enfoque conceptual o teórico. Una tercera dicotomía que se supera con la perspectiva fenomenológica expuesta para orientar el trabajo experimental en el aula, muy relacionada con las otras dos, es la separación entre el mundo sensible y el mundo de las ideas. Desde este punto de vista no es muy útil hacer esa diferenciación.

Abordar y disolver la contraposición entre el mundo de las ideas y el mundo sensible, manteniendo eso sí sus diferencias ostensibles y por ende evitando la reducción del uno al otro, (al igual que las otras dicotomías antes mencionadas) ha requerido profundizar en la relación entre las prácticas experimentales y los procesos de formalización.

Es así como se puede generar una actividad experimental con la intención de plantear problemas conceptuales o para la construcción de una base fenomenológica o de hechos de observación con los que se destacan los rasgos relevantes del fenómeno. La organización de los fenómenos permite desarrollar el proceso de construcción de las magnitudes con las cuales quedan establecidos los aspectos del fenómeno que son tenidos en cuenta en su caracterización. Con la determinación de formas y escalas de medida de dichas magnitudes y el establecimiento y estructuración de relaciones entre ellas, además de enriquecer la experiencia en torno al fenómeno, se da pie simultáneamente al proceso de configuración de los principios que evidencian las generalizaciones logradas del campo fenoménico estudiado, haciendo posible así avanzar y consolidar el proceso de formalización.

### **Sobre el lenguaje y la representación**

En este orden de ideas, hablar del fenómeno implica construir palabras o modos de hablar y proceder para referirse a él; esto es, hablar del fenómeno es construir un lenguaje para mostrar el proceso de diferenciación de una cualidad o conjunto de cualidades que expresen el estudio u organización del mismo.

Usualmente se considera como punto de partida para un análisis del lenguaje un sujeto que percibe, piensa y habla, y, un objeto que es independiente de él. Pero queremos destacar que desde nuestra perspectiva, las representaciones a la vez que modelan y representan con el lenguaje algunos rasgos de nuestras formas de razonar, de nuestras imágenes y experiencias, (que son las que podemos reconocer), también son representaciones de aquello que elaboramos y consideramos como el ‘mundo real’, el mundo que habitamos.

La representación lejos de ser planteada como un fragmento reducido de lo que se percibe se connota como una síntesis de la comprensión, de la percepción organizada en un lenguaje visual, gráfico, verbal y procedimental.

Es importante señalar entonces, que desde esta perspectiva el lenguaje tiene un carácter constituyente tanto de los modos “internos” de reconocer y elaborar el mundo como de los aspectos “externos” según los cuales los fenómenos se aparecen y pueden ser reconocidos. Además los modos de hacer y



los modos de hablar adquieren especial relevancia para dar cuenta de las relaciones entre el experimento, las representaciones y la construcción de fenomenologías.

El lenguaje es aquí visto entonces en la dinámica de construcción de una fenomenología siendo así posible señalar algunos rasgos de los procesos de uso del lenguaje existente para: denotar lo que acontece en ciertas situaciones que se desea mostrar y relacionarlas con otras, construir los términos para enunciar ciertos comportamientos generales con los que se quieren destacar los rasgos del fenómeno que se empieza a configurar y estabilizar así el fenómeno, elaborar elementos estructurantes para pensar y hablar del fenómeno en cuestión y con ello la construcción del fenómeno como tal. Procesos, todos éstos, íntimamente relacionados, en muchos casos, simultáneos y, en otros, base unos de otros. Procesos en los que se efectúa, a su vez, un proceso de diferenciación entre lo que es sensible, se siente y percibe (ve, oye, huele, toca), lo que se piensa y lo que se habla de ello, lo que se considera que ocurre, y como se actúa a partir de esto. Por ello hemos considerado, al lenguaje, más que un sistema de palabras o símbolos como la expresión de actos de habla.

Es así que cuando Hertz afirma: *“nos hacemos imágenes internas o símbolos de los objetos externos, y los hacemos de tal manera que las consecuencias intelectualmente necesarias de las representaciones son siempre a su vez representaciones de las consecuencias naturalmente necesarias de los objetos derivados. Para que esta condición sea completamente satisfecha deben existir ciertas concordancias entre la naturaleza y nuestra mente. La experiencia nos enseña que esa condición puede satisfacerse y que tales concordancias existen de hecho.”* [el subrayado es nuestro] (Hertz 1894: 1 citado por Ibarra, A y Mormann, T. 2007:110). Se acepta una medida diferenciación entre los modos de pensar y los modos de hablar y de proceder de los que hemos venido hablando pero que no independencia. La íntima relación y su interdependencia es lo que comprendemos en Hertz como la concordancia, esa que es condición desde la cual se valora la validez de la comprensión de los fenómenos que estudiamos y de la experiencia que exhibimos. Por ello no es necesario acudir a alguna interpretación metafísica.

## EL LENGUAJE Y EL PROCESO DE ESTABILIZACIÓN DE UN FENÓMENO

En este apartado mostraremos algunos aspectos de un estudio de caso que hemos adelantado y que nos permiten concretar algunas de las relaciones tratadas antes: Hemos abordado el estudio de la construcción de los efectos eléctricos desde la presentación que Volta hace a la comunidad científica de 1800, donde explica la construcción de la pila eléctrica y los efectos observados que le permiten en últimas, construir un fenómeno, crear un lenguaje para referirse a él y enriquecer la experiencia de lo eléctrico, incluso crear un nuevo campo fenoménico que asociamos con la corriente eléctrica.

### Algunas consideraciones sobre el Efecto Volta

A pesar del uso cotidiano y frecuente de la pila eléctrica es muy poco lo que se ha avanzado en su comprensión. Además de relacionársela con la posibilidad de generar una corriente, parece adivinarse detrás de su funcionamiento un misterioso proceso químico. No deja de ser sorprendente que se considere la corriente eléctrica como algo tan obvio y que el fundamento del funcionamiento de la pila voltaica, el efecto Volta, sea casi por completo omitido en el ámbito escolar. Nos interesa, aquí, en primer lugar, mostrar a grandes rasgos el contexto problemático en el que surge este invento, sus fundamentos y su importancia y, luego, hacer una aproximación a un análisis de la presentación que hace Alexander Volta de su invención a la comunidad científica de su época, en 1800, mediante carta dirigida a sir Joseph Banks, presidente de la Royal Society<sup>iii</sup>.

Un arsenal de instrumentación fue generado en la práctica experimental desarrollada para la configuración del fenómeno eléctrico en el siglo XVIII: electroscopios de diferentes clases y otro tipo



de detectores, diversas máquinas, generadores y acumuladores de electricidad (i.e. botella de Leyden, electróforo), entre otros; la electricidad pasa a ser de dominio público y el proceso más significativo es la proliferación de nuevos efectos eléctricos y el inicio de la indagación por los principios básicos de la electrostática; siendo la atracción y repulsión el efecto mecánico que caracterizó el fenómeno eléctrico en esta época. Pero, fue precisamente la construcción de la pila eléctrica o lo que A. Volta denominó *el órgano eléctrico artificial* lo que significó un viraje radical en la ciencia de lo eléctrico.

La pila eléctrica se originó en medio de la polémica surgida en torno a la electricidad animal. Galvani (1737-1798) realizó en la década de 1780 una serie de experimentos en este campo. Galvani consideraba que la contracción del músculo generaba electricidad y era evidencia de la existencia de electricidad animal, en cuanto ésta se daba sin la presencia de una máquina electrostática. Por su parte Volta (1745-1827) consideraba que la contracción del músculo no era una causa de la electricidad sino un efecto, una respuesta a un shock eléctrico, consideración que lo llevó a plantear el efecto volta o potencial de contacto como base de explicación del fenómeno y a añadir un nuevo elemento al instrumental eléctrico existente que amplió y cambio radicalmente la fenomenología de lo eléctrico, la pila eléctrica.

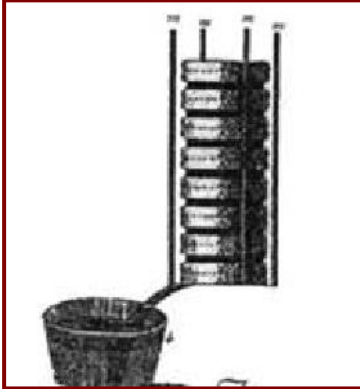
Para Volta este dispositivo tiene tres rasgos característicos. De una parte, “*es similar a las botellas de Leyden, o mejor aún, a las baterías eléctricas<sup>iv</sup> débilmente cargadas, por sus efectos, es decir, por la conmoción que provoca en los brazos, etc.*”. (Volta, A. 1800. En Sallent Del Colombo, E. 2000, p.766). De otra parte, en contraste con lo que ocurría con las botellas de Leyden está formado únicamente por materiales conductores, llamados también no eléctricos<sup>v</sup>: cuando dos piezas metálicas de diferentes materiales se ponen en contacto, se establece una diferencia de potencial entre ellas, o, en palabras de Volta, “*la electricidad es excitada por el simple contacto mutuo de metales de distintas especies, así como por el de otros conductores, (igualmente distintos entre ellos), sea líquidos, sea embebidos de algún humor, al que propiamente deben su poder conductor*” (Volta, A. 1800. En Sallent Del Colombo, E. 2000, p.766). Por último, y también en contraste con la botella de Leyden, su acción no es transitoria como ocurría con ésta, que duraba sólo mientras se efectuaba su descarga, **sino continua**, y no requiere para su funcionamiento *ser cargado con anterioridad con una electricidad externa*; por ende, ese poder electromotriz “*le es propio por su misma estructura El aparato del que os hablo-dice Volta- gozaría, por tanto, de una carga indefectible, de una acción, o impulso perpetuo sobre el fluido eléctrico*”. (Volta, A. 1800. En Sallent Del Colombo, E. 2000, p.766).

A este dispositivo dice querer denominar *Órgano eléctrico artificial* por sus analogías con el órgano eléctrico natural del pez torpedo o de la anguila eléctrica, o *aparato electro-motor*. Acaso, dice Volta “*¿no actúa además por sí solo, sin ninguna carga precedente, sin la ayuda de electricidad excitada por cualquiera de los medios conocidos hasta ahora; en acción incesante y sin tregua? ¿No es capaz de dar en todo momento conmociones más o menos fuertes, según las circunstancias, que redoblan a cada contacto, y que repetidas con frecuencia, o de manera continuada durante cierto tiempo, producen el mismo entumecimiento de miembros que causa, por ejemplo, el pez torpedo?*” (Volta, A. 1800. En Sallent Del Colombo, E. 2000, p.767). Posteriormente describe el dispositivo que llama aparato de columna así:

Me proveo de algunas docenas de pequeñas placas redondas o de discos, de cobre, de latón o mejor de plata, de una pulgada de diámetro más o menos, ... y de un número igual de placas de estaño, o, mucho mejor, de zinc, ..., en general, tanto las dimensiones, como la forma, de las piezas metálicas es arbitraria; se debe solamente tener cuidado de poder disponerlas cómodamente las unas sobre las otras en forma de columna. Preparo además un número bastante grande de pequeños discos de cartón, .... Para el éxito del experimento se requiere que estos últimos estén bien empapados del humor [agua o agua salada] correspondiente [discos embebidos]....Coloco horizontalmente sobre una mesa o ... base cualquiera, uno de los platos metálicos, por ejemplo, **uno de plata, y sobre éste primero adapto un segundo plato de zinc; sobre éste extendiendo uno de los discos mojados seguidamente otro disco de plata, seguido inmediatamente de uno de zinc, al que hago seguir de otro disco mojado.** [el subrayado es nuestro]; (Volta, A. 1800. En Sallent Del Colombo, E. 2000, p.767).

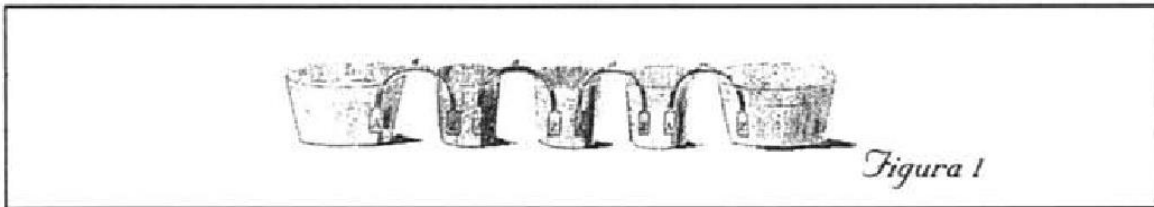


Continuo así, de la misma manera [Aparato de columna]:



#### Aparato de Columna

En la figura se muestra un arreglo de parejas de platos metálicos de materiales diferentes, de plata y zinc; entre ellos, interpuestos entre cada pareja de metales hay un disco de cartón o piel embebido en agua salada (capa oscura).



#### Corona de tazas

Al describir el otro prototipo de su aparato electromotor, *la corona de tazas*, lo hace así:

Disponemos de un conjunto de tazas o de copas, de cualquier material, excepto de metal..., llenos hasta la mitad de agua pura, o mejor de agua salada o de lejía; hacemos que se comuniquen entre ellos, formando una especie de cadena, mediante otros tantos arcos metálicos, donde el brazo Aa, o solamente la extremidad A, que se apoya en uno de los cubiletes, es de cobre rojo..., y el otro extremo Z, que se apoya sobre el cubilete siguiente, es de estaño, o ... de zinc. Observaré aquí, de paso, que la lejía y los otros líquidos alcalinos, son preferibles, cuando uno de los metales sumergidos es el estaño; el agua salada es preferible si se trata de zinc....Entonces, una serie de 30, 40, 60, de estos cubiletes, encadenados ..., forman este nuevo aparato; que en el fondo, y en sustancia, es lo mismo que el otro de columna descrito más arriba; lo importante es que el contacto directo de los metales distintos que forman cada pareja, y hacen de **mediadores entre una pareja y la otra, mediante un conductor húmedo, tenga lugar tan bien para uno como para el otro de estos aparatos...Se entenderá así mismo, que para sentir la conmoción, es suficiente sumergir una mano dentro de uno de los cubiletes, y un dedo de la otra mano en otro cubilete... que esta conmoción será más fuerte cuanto más alejados estén un recipiente del otro, es decir, cuando haya un número mayor de intermediarios; que, en consecuencia, se tendrá la más fuerte, tocando el primer y el último recipiente de la cadena [manera de determinar el efecto]...[el subrayado es nuestro] (Volta, A. 1800. En: Sallent Del Colombo, E. 2000, p.770-771).**

Al establecer las condiciones de producción y detección de los efectos, Volta hace un bosquejo de la idea de circuito cerrado, o en sus palabras *círculo conductor* como se ve en la siguiente cita:

Si la cadena se interrumpe en alguna parte, sea porque falte agua en alguna de las tazas, sea porque uno de los arcos metálicos ha sido quitado, o porque haya sido separado en las dos piezas [constituyentes], no tendréis ninguna conmoción sumergiendo un dedo en el agua del primer, y otro en la del último vaso; la tendréis sin embargo más fuerte o más débil, según las circunstancias, (dejando estos dedos sumergidos), en el momento en que se restablezca la comunicación interrumpida, en el momento en que otra persona sumerjan en las dos tazas en la que falta el arco, dos de sus dedos (que sufrirán también una pequeña conmoción), o mejor, sumerja ese mismo arco que había sido quitado, u otro cualquiera; y, en el caso del arco separado en dos piezas, en el momento en que se restablezca el contacto mutuo; (así la conmoción será mayor que de otra manera)....(Volta, A. 1800. En Sallent Del Colombo, E. 2000, p.772).



Igualmente presenta los efectos sensibles que produce el aparato electromotor tomando a los órganos del cuerpo humano como su principal sensor y en la descripción que hace introduce una serie de nuevos términos con los cuales expresa la manera cómo ve y entiende este nuevo fenómeno.

Los efectos sensibles a nuestros órganos que produce un aparato formado por 40 o 50 pares de platos, (e incluso menor si uno de los metales es plata o cobre, el otro zinc), no se reducen simplemente a conmociones: **la corriente del fluido eléctrico**, movido y actuado, por un tal número y especies de conductores distintos, plata, zinc y agua, dispuestos alternativamente de la manera descrita, **no provoca sólo contracciones y espasmos en los músculos, convulsiones más o menos violentas en los miembros que atraviesa en su recorrido, sino que irrita también los órganos del gusto, de la vista, del oído y del tacto**, propiamente dicho, produciendo sensaciones propias de cada uno., Aplico [en la piel ], como decía, con un poco de presión, alguna de estas partes delicadas[frente, punta de la nariz, parpados], bien humedecidas, contra la punta de un hilo metálico, que comunicará convenientemente con el otro extremo de dicho aparato, siento, en el momento en que se cierra el **círculo conductor**, en el lugar de la piel en el que se produce el contacto, y un poco más allá, un golpe y un pinchazo, que pasa rápidamente, y se repite tantas veces como se interrumpe y se restablece el círculo... Pero, si todas las comunicaciones continúan sin estas alternativas, sin la menor interrupción del círculo, por algunos instantes no siento nada; pasados los cuales, empieza a sentirse en la parte aplicada al final del hilo metálico, otra sensación, un dolor agudo, (sin sacudidas), limitado precisamente a los puntos de contacto, una abrasión, no solamente continua, sino que va constantemente en aumento, hasta el punto de convertirse en un corto espacio de tiempo en insoportable, y que no cesa si no se interrumpe el círculo. **¿Existe prueba más evidente de la continuidad de la corriente eléctrica, durante todo el tiempo que las comunicaciones de los conductores que forman el círculo continúan y de que solamente interrumpiendo el círculo, una tal corriente cesa de existir? Esta circulación sin fin del fluido eléctrico**, puede parecer una paradoja, puede no ser explicable; pero no es menos verdadero y real...[el subrayado es nuestro] (Volta, A. 1800. En Sallent Del Colombo, E. 2000, p.776).

Por último, en la presentación a la que hemos estado aludiendo, Volta establece también las reglas de funcionamiento del aparato, y, al hacerlo, hace simultáneamente una caracterización del efecto volta, revolucionando la ciencia eléctrica del momento, desde el punto de vista de la indagación teórica, experimental e instrumental. Basados en las experiencias relatadas por Volta se podría concluir en términos actuales:

1. Que la diferencia de potencial o fuerza o acción electromotriz debida al contacto entre dos de las piezas metálicas de diferente clase no depende de si el contacto entre ellas se efectúa de manera directa o si lo hace a través de otra pieza de metal intermediaria.
2. A la fuerza electromotriz de cada celda unitaria de la pila voltaica se le puede asociar un sentido (+ o -) según el orden en que estén dispuestas las piezas metálicas; dependiendo del sentido, la fuerza de una celda se puede sumar con otra o contrarrestar.
3. Si se hace un arreglo de celdas unitarias voltaicas compuestas de los mismos materiales, la fuerza electromotriz del arreglo es la suma algebraica de la fuerza electromotriz de cada celda componente.

Las cuales constituyen las **reglas** que se caracterizan en la producción de estos efectos.

### Modos de hablar en torno al Efecto Volta

Mediante un examen de algunos fragmentos de la comunicación con la que Alexander Volta presentó ante la Royal Society el *aparato electromotor*, se ha buscado precisar el principio de su funcionamiento, sus características, reglas de funcionamiento, y los efectos producidos por éste. Ahora nos interesa analizar el lenguaje utilizado en ello.

En esta presentación de su invento y la fenomenología en torno al efecto volta, es posible distinguir los





siguientes aspectos:

1. Elabora formas de hablar de las condiciones para la producción y observación de los efectos. Volta, como puede verse en citas de la sección anterior, describe el dispositivo objeto de la comunicación contrastándolo en su composición y funcionamiento con los aparatos conocidos en su época, específicamente con la botella de Leyden; recurso que resulta apenas obvio cuando se trata de hacer las distinciones debidas para compartir ideas; usa para ello algunos de los términos especializados de la época (materiales eléctricos y no eléctricos o conductores) y la mayoría del lenguaje cotidiano; además mediante algunos dibujos de los posibles arreglos muestra lo que pueden ser considerados prototipos de su invento.
2. Describe en gran detalle, como hemos visto, los efectos sensibles y sensores utilizados; con los términos *conmoción*, *entumecimiento*, *golpe*, *pinchazo*, *abrasión*, *sensaciones de sabor*; entre otros, los describe; tomando el cuerpo humano como el principal indicador del efecto Volta. Incluye en su presentación la especificación de maneras de mejorar y asegurar la detección de dichos efectos sensibles.
3. Llama la atención que la corriente eléctrica, efecto que se suele destacar como inmediato en el funcionamiento de la pila termina mostrándose como un constructo a partir de efectos más directos o mejor efectos con sensores que resultaban ser los disponibles en la época, el cuerpo humano.
4. Nos interesa insistir, también, en cómo la invención del aparato electromotor va acompañada de la introducción de nuevos términos y conceptos para pensarlo y describirlo, basados en el lenguaje que es común en el momento, teniendo entonces pleno significado y su razón de ser el uso del término escogido: antes carga, descarga, chispa, generadores de electricidad, luego, contacto entre superficies metálicas de diferente clase, fluido eléctrico, acción continua, fuerza o acción electromotriz (fuerza con la que el fluido eléctrico es empujado), aparato electromotor.
5. Se muestra un nivel de generalización que si bien se expresa a través de casos particulares permite concluir los principales rasgos del fenómeno que está a la base del funcionamiento del aparato electromotor y explicitar las reglas que obedece:

### Caracterización del efecto

El poder eléctrico de este aparato es atribuido al contacto mutuo (directo o intermediado por un conductor) entre dos piezas de metales distintos que conforman la celda unitaria voltaica (i.e. plata y zinc), que tiene un carácter polar manifiesto en el orden en que éstas se disponen y que, al aplicarlo de manera conveniente excita sobre la punta de la lengua sensaciones de sabor muy marcadas: el sabor es decididamente ácido, si, la punta de lengua estaba dirigida hacia el zinc, en el circuito formado, considerándose que la corriente eléctrica va contra él y entra, y, otro sabor, menos fuerte, pero más desagradable, se da en caso contrario.

### CONSIDERACIONES FINALES

Hemos visto cómo hablar del fenómeno vinculado al efecto volta o potencial de contacto le implicó a A. Volta construir palabras y modos de proceder para exhibirlo y referirse a él, así como para lograr la caracterización que hizo del mismo. Del análisis de este proceso podemos concluir:

La concepción dinámica y dialéctica del lenguaje que se pone de manifiesto legitima un espacio para el lenguaje cotidiano en el aula de ciencias y elimina la excesiva presión que en ella se vivencia en torno al manejo del lenguaje especializado de las disciplinas científicas.

La relación entre los procesos de construcción de fenomenologías y los modos de hablar de la experiencia que ello involucra se torna en un eje fundamental en la orientación de los procesos



cognitivos en el ámbito escolar.

Incorporar el proceso de construcción de la fuerza electromotriz como magnitud y su forma de medición a la actividad experimental desplegada en el aula puede aportar elementos significativos en la ampliación de los fenómenos eléctricos y su comprensión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Arca, Maria; Guidoni, Paolo; Mazzolli, Paolo. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Paidós Educador. España.

Ayala, María Mercedes y Malagón, José Francisco (2008) Caracterización del movimiento de rotación respecto a un punto fijo. Análisis de un proceso de formalización. En Ayala, M. M., et al. (eds.) *Los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional y Universidad de Antioquia. pp. 69-100

Barragán, Yessica y Ramírez, María Helena (2014) Estrategias en el aula: de la experimentación a la formalización de los fenómenos naturales. En Malagón, José Francisco, Ayala, María M., y Sandoval, Sandra (2014) *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: un sentido para la enseñanza de las ciencias*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. pp. 135-161

Ibarra, Andoni y Mormann, Thomas (2007) Las teorías científicas como representaciones interventivas: algunas lecciones a partir de Helmholtz, Hertz y Duhem. En Suarez, Edna (comp) (2007) *Variedad infinita: ciencia y representación. Un enfoque histórico y filosófico*. Editorial Limusa S.A. pp 107-128

Malagón, José Francisco, Ayala, María M., y Sandoval, Sandra (2011). *El experimento en el aula: Comprensión de las fenomenologías y construcción de magnitudes*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Malagón, José Francisco, Ayala, María M., y Sandoval, Sandra (2013). *La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización*. Praxis Filosófica Nueva serie, No. 36, enero-junio 2013: 119 - 138

Sallent Del Colombo, Emma (2000). Traducción de la carta de *Alessandro Volta: sobre la electricidad excitada por el simple contacto de substancias conductoras de distintas especies*. Lull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Vol. 23, N° 48, 2000, págs.763-784 [Dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2961105.pdf](http://Dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2961105.pdf).

Sandoval, Sandra (2008). *La comprensión y construcción fenomenológica: una perspectiva desde la formación de maestros de ciencias*. Tesis de maestría en Educación, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

## NOTAS

<sup>i</sup> Una discusión inicial de esta perspectiva fenomenológica se encuentra en Sandoval (2008). Véase también Malagón, J.F. y otros (2013).

<sup>ii</sup> Se han desarrollado experiencias de aula, en este sentido con estudiantes de las licenciaturas y de los posgrados de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional. Una versión analítica de estas experiencias se encuentran en Barragán, Y. y Ramírez, M.H. (2014)

<sup>iii</sup> Traducción hecha por Emma Sallent Del Colombo (2000).

<sup>iv</sup> Arreglo en paralelo de botellas de Leyden



---

v En La época de Volta los materiales se clasificaban en eléctricos, que exhibían propiedades eléctricas al ser frotados (resina, laca, vidrio, seda, y otros) y no eléctricos, que no lo hacían, metales, en general conductores. La botella de Leyden es un buen prototipo de la clase de dispositivos conocidos hoy como condensadores: un material dieléctrico o aislante delimitado por dos superficies conductoras.