

§ III.

Del galvanismo y de la pila de Volta ó galvánica.

TEOD. — Aquí tenemos un pedazo de un metal que se llama zinc ; aplicáoslo á la punta de la lengua, Eugenio, y decidme que gusto tiene.

EUG. — Quereis hacerme alguna burla ; este metal está quizas electrizado, y quereis que me lance una chispa, como al marido que iba á besar á su muger la mejilla de esta.

TEOD. — Os digo formalmente que no es tal mi intencion, y os aseguro que no os sucederá nada.

EUG. — En este caso me abandono á vuestra invitacion con toda confianza, y disimulad mis temores. No siento ningun gusto en la tal pieza de metal.

TEOD. — Gustad ahora esta moneda de cobre.

EUG. — Tampoco siento nada, escepto el frescor del metal.

TEOD. — Ahora haced que la moneda de cobre y el pedazo de zinc se toquen, y sin que pierden este contacto, poned la lengua entre ambos á dos metales.

EUG. — ¡ Qué fenómeno tan singular ! ahora siento un sabor picante, fuerte que me provoca la saliva.

TEOD. — Pues este sabor es el efecto de una electricidad, que se ha desenvuelto con el contacto de estos dos metales, esto es, de la descomposicion del fluido natural que cada uno contenia. Esta electri-

cidad se llama *fluido galvánico*, porque fué un médico italiano llamado Galvani, el que hizo las primeras observaciones que dieron margen al descubrimiento de esta electricidad, ó por mejor de este medio de hacerla desenvolver. Las electricidades de estas dos piezas de metal se rechazan, y la una presenta una electricidad y la otra otra ; el zinc la vítreo ó *positiva* como la llaman algunos, el cobre la resinosa ó *negativa*.

EUG. — ¿ Hace lo mismo con la plata ?

TEOD. — Lo mismo hace : no teneis mas que probarlo, cualesquiera que sean los metales, reunidos del propio modo, y os darán iguales resultados, aun muy mas, todas las sustancias heterogéneas (heterogénea quiere decir de diferente naturaleza, así el agua y el vino es una bebida heterogénea porque consta de vino y agua), todas estas sustancias, digo, puestas en contacto producen exactamente los mismos fenómenos con diferentes intensidades. Y advertid que sucede con los metales, lo que ya os dije de las capas del aire atmosférico, á saber que el cobre por ejemplo, que con respecto al zinc es electro negativo, es electro positivo con respecto á la platina, si se pone en contacto con esta. Aquí tengo los muslos y lomos de una rana despellejada, y he conservado los nervios de sus lomos, los cuales tengo envueltos en esta hoja de estaño ; voy á ponerlos encima de esta chapa de cobre, doblando dichos muslos y sosteniendo las patas en un punto fijo que resista á todo impulso : mirad lo que sucede luego que toque la hoja de estaño con este aislador de plata que está en contacto ya con el cobre.

EUG. — ¡Por vida de!... He aquí los muslos de la rana que se menean, como si estuviese viva y nadando.

TEOD. — Ahí teneis lo que dió margen al galvanismo; esto que hago á propósito lo hizo inadvertidamente Galvani, colgando varios muslos de ranas en un hierro de su ventana por medio de ganchos de cobre, y se echaron á saltar las ranas como lo acabais de ver. Concebís claramente que semejante fenómeno no habia de quedar esteril en manos de un observador como Galvani, el cual estableció una teoría, creyendo que esto procedia de una electricidad animal diferente de la que llevamos explicada. Volta, otro célebre físico italiano, modificó esta teoría y dijo que procedia este desarrollo de electricidad, del contacto de dos cuerpos de diferente naturaleza, y que la electricidad desenvuelta era la misma que la conocida. Este mismo Volta inventó una máquina que lleva el nombre de *pila voltaica*, otros la llaman tambien *pila galvánica*, que viene á ser para el galvanismo, lo que es la máquina eléctrica para la electricidad ordinaria. Ahí la teneis (Fig. 97), compónese esta pila de chapas cuadradas, formadas de una plancha de cobre y otra de zinc, soldadas por

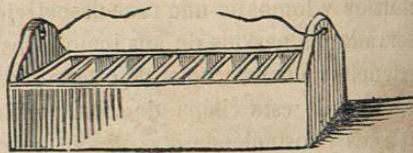


Fig. 97.

una de sus caras, y constituyen así lo que se llama una *pareja*, colócanse estas parejas en un artesa ho-

rizontal de madera, y se fijan ó pegan con betun paralelamente, y á cierta distancia las unas de las otras, á unas muescas hechas en el interior de la caja; échase luego en los intervalos huecos que resultan agua salada, ó agua con un poco de aceite de vitriolo¹, y ahí la teneis ya en disposicion de hacer por medio de ella esperimentos. En efecto, si tocais esta pila con una mano por una estremidad y con otra por la otra, teniendo los dedos mojados se produce una chispa, y se experimenta un sacudimiento fuerte semejante al que produce la descarga de una botella de Leyden.

SILV. — Seguid adelante, que yo ya os creo.

EUG. — Parece que no tiene ganas de averiguarlo el buen doctor.

TEOD. — Si se continua teniendo los dedos en contacto con la pila, se sufre una especie de estremecimiento muy notable en los miembros que sirven de conductores; y si en vez de las manos se ponen alambres, y se hacen comunicar con toda especie de sustancia, se producen fenómenos extraordinarios. Desarrollados en este instrumento los dos fluidos eléctricos por el contacto del zinc y el cobre, se rechazan, y el uno se va hácia una estremidad de la pila, y el otro hácia la otra estremidad. Los físicos llaman *polos* á estas estremidades y dicen *polo positivo*, el que ofrece la electricidad vitrea, y *polo negativo*, el que presenta la electricidad resinosa. Para que comprendais la teoría de esta máquina examinemos lo que se pasa,

¹ Un agua que contenga en disolucion una ligera cantidad de ácido, ó de una sal cualquiera, logrará el mismo efecto.

cuando se ponen en contacto una chapa de zinc y otra de cobre; visto esto, haremos aplicaciones á la reunion de muchas chapas aparejadas. Descompuesto el fluido natural de ambas chapas las dos electricidades se esparcen por todos los puntos de la superficie de aquellas. La tension ó energía de estas electricidades esparcidas es sumamente flaca, pues ni da señales de su existencia el electrómetro mas sensible; solo por medio de un condensador se manifiesta y aun no considerablemente. Mas tiene esta tension de particular, que se restablece instantáneamente, cuando se ha disminuido por el contacto con otro conducto, y cesa en seguida que entra en comunicacion con el receptáculo comun. Cuando se separan ambas electricidades hay una fuerza que produce este resultado; esta fuerza entre los físicos lleva el nombre de *electro-motriz*, y dicen que tiene su asiento en el plano de union de ambas chapas metálicas; es decir que en este plano reside la fuerza que lanza hácia el cobre el fluido resinoso, y hácia el zinc el vitreo. En efecto parece que ha de ser así, pues todos los puntos de cada metal soldado tienen un caracter eléctrico; el punto del cobre mas cercano á la línea de union, tiene un caracter electro negativo; el punto del zinc mas cercano á la línea de union, y por lo tanto dellado opuesto al primero, ofrece un caracter electro positivo; luego es preciso que la fuerza que los separe esté en la línea de union.

EUG. — No me formo una idea muy clara de la tal fuerza.

TEOD. — Ya lo sé; difícil y hasta imposible es ima-

ginarse una fuerza que se desarrolla, y reside en el plano de contacto de dos cuerpos diferentes; mas la suponemos porque sin esta suposicion no podemos esplicar muchos fenómenos de movimiento que observamos. Admitidla por lo mismo hasta tanto que tengamos medio mas filosófico que sustituirle, y veamos qué leyes sigue la tal fuerza en su accion. Ella es la que descompone el fluido natural, la que separa los dos fluidos que tienden á reunirse; y como las tensiones de las electricidades separadas, cuando estan aisladas las chapas, son muy débiles, se supone que esta separacion se limita luego por ponerse en equilibrio esta fuerza con la que tiende á reunir entrambos fluidos. Admitid tambien que el fluido natural es inagotable, puesto que haciendo desaparecer estas tensiones, esto es, descargando el aparato, se restablecen inmediatamente y de una manera indefinida. La intensidad de la fuerza electro-motriz varia, segun la naturaleza de las sustancias que se ponen en contacto, y no varia nada, sean cuales fueren las dimensiones de las superficies.

EUG. — Esto me parece un poco raro.

TEOD. — Con todo no hay mas que tomar dos chapas grandes y dos pequeñas de zinc y cobre, y hallareis igual tension en entrambas parejas, siendo así que en la una podrán tocarse por todos sus puntos ambos metales y en la otra tan solo por un punto. Admítese igualmente que la fuerza electro-motriz permanece constante, cualquiera que sea la cantidad de electricidad estraña de que pueden cargarse por otro lado los metales. Biot compara la pareja de metal y su fuerza electro-motriz con el

vidrio eléctrico. Yo me adhiero á esta idea, porque os hará concebir lo que llevamos dicho : figuraos que el vidrio representa la fuerza electro-motriz ; pues ambos á dos separan los dos fluidos de las chapas metálicas, y se oponen por lo mismo á su reunion. Con todo esta comparacion no es mas que hasta cierto punto, porque en el vidrio eléctrico la chapa de vidrio no puede cargar el aparato ; mientras que la fuerza electro motriz carga la pareja : el *vidrio eléctrico* se descarga con una sola chispa y necesita tiempo para poder dar otra ; al paso que la fuerza electro-motriz carga continuamente la pareja metálica, y con tal rapidez, que poniendo en comunicacion con ella un alambre se establece acto continuo en él una corriente de electricidad, tan abundante que puede hacerse ascua y derretirse el tal alambre. Por último sabed que si sobreponéis un gran número de parejas metálicas, las cargareis todas cargando solamente una. Una cosa así se pasa en la pila voltáica. Supongamos una serie de parejas metálicas A, B, C, D, E, F, G (Fig. 98), colocadas

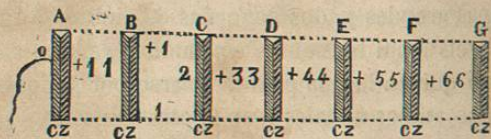


Fig. 98.

paralelamente unas junto á las otras ; llamemos *c* al cobre y *z* al zinc, y hagamos que la chapa *c* de la

pareja A comunique con el suelo. Hemos dicho que en una pareja aislada las electricidades negativa y positiva, se van hácia las superficies exteriores de las chapas *c* y *z*, de suerte que podemos decir $-\frac{1}{2}$ la electricidad de *c* y $+\frac{1}{2}$ la electricidad de *z*; mas concíbese segun nuestros principios, sobre las influencias eléctricas que si *c* comunica con el suelo perderá su electricidad $-\frac{1}{2}$, y la electricidad de *z* se aumentará hasta el punto de ser $+1$. Claro está que esta unidad representa la cantidad de electricidad, que la fuerza electro-motriz es capaz de rechazar del plano de contacto, y que su valor varia segun la naturaleza de las sustancias heterogéneas que se ponen en relacion. Mas en la pila hay agua salada, ó acidula, la cual está entre las parejas, y la experiencia prueba que esta clase de líquidos son buenos conductores de la electricidad ; de aquí se sigue que la electricidad $+1$ de la superficie *z* de la pareja A se comunicará á la superficie *c* de la pareja B. Si esta pareja B hubiese sido la primera, la superficie *z* hubiera tomado una electricidad $+1$, mas como su superficie *c* recibe ya de la primera pareja, una electricidad $+1$, resulta que la electricidad de la cara *z* de la pareja B será $+2$, y continuando el mismo razonamiento se halla que la cara *z* de la pareja C tendrá por electricidad $+3$; la de la pareja D $+4$, la de la pareja E $+5$, la de la pareja F $+6$, etc. ; siendo lo mismo de todas las parejas que pudierais colocar en fila. Si considerais en esta misma pila el estado sucesivo de las chapas de cobre, se hallará de la pareja A á 0, la de la pareja B á $+1$, de la C á $+2$, de la D á $+3$, de la E á $+4$, de la F en fin

á ± 5 , de modo que conforme la esperiencia y la teoría, habrá en cada pareja la misma diferencia entre ambas caras opuestas. De lo cual resulta, que si semejante aparato comunica con el suelo por su estremidad cobre ó negativa, la estremidad opuesta contraerá una electricidad positiva proporcional al número de parejas de que se compone la pila. Concebís tambien, que si se hubiese comunicado al principio la superficie z de la pareja F con el suelo, sucederá en fenómenos inversos, siguiendo la misma ley, y la electricidad de la superficie c de la pareja A, será representada por -6 .

EUG.— Si mal no lo he comprendido, la electricidad negativa ó positiva, que se produce en el cabo de la pila, procede del comun depósito.

TEOD.— Así es en efecto, en el caso descrito; mas notad que esto no es en manera ninguna necesario, puesto que aislando la pila, y reuniendo por medio de un conductor las electricidades que parten de ambas estremidades, se produce una corriente eléctrica tan enérgica como cuando no está aislado el aparato.

EUG.— ¿Y por qué ha de ser salada ó agria el agua que poneis en la pila: acaso es por ser mejor conductor?

TEOD.— Así lo dicen los que no opinan que este líquido ejerza alguna influencia en la produccion de la electricidad desarrollada en la pila; mas otros son de parecer que el tal líquido se combina con los metales de las chapas; y como las combinaciones quimicas son otro de los medios cabales para desar-

rollar electricidad, ven estos en el agua salada ó acidula algo mas que la simple facultad conductriz. Sobre este punto hay grandes reyertas entre los físicos y quimicos. Lo que yo sabré deciros es que se fabrican *pilas secas*, cuyas parejas metálicas estan separadas por hojas de papel, y encerradas en una caja de vidrio ó en un envoltorio de goma laca, y dan tambien corrientes de electricidad, bien que muy flacas; así para mí es probable que á mas de la conductibilidad hay que reconocer en el líquido de la pila voltáica la accion química de este sobre los metales, y la influencia de esta accion sobre la produccion de las electricidades de sus polos.

EUG.— A mí me parece tambien muy consecuente, y casi me atreveria á decir que esta accion química es la verdadera causa de la descomposicion del fluido natural de los metales, y no esa fuerza electromotriz que todavía no he digerido.

TEOD.— No sereis solo si tal pensais, y mas os diré; hay en el dia químicos de nota que han establecido esta idea en teoria, y parece que cada vez mas se engruesan sus adeptos. Mas dejadme esponeros unos cuantos principios generales relativamente á la accion de la pila voltáica, y examinaremos un poco la teoría espuesta, y la que estais dispuesto á seguir. 1° Una pila es tanto mas poderosa en iguales circunstancias, cuanto mayor sea la fuerza electro-motriz de los metales empleados. 2° La tension en las estremidades de la pila es directamente proporcional al número de parejas, puesto que se repite tantas veces cuantas parejas hay. 3° Esta tension es independiente de todo punto de

la estension de la superficie de estas parejas, y del número de puntos por que se toquen.

EUG.—Entonces ¿por que sehan de soldar las chapas de las parejas?

TEOD.—A fin que no se interponga el líquido conductor, el cual con su presencia sofoca la fuerza electro-motriz entre ambos metales. 4º La cantidad de fluido que la pila es capaz de llevar hácia los polos, en un dado tiempo, será directamente proporcional á la estension de las superficies metálicas sobre que pueda estenderse la electricidad para transmitirla al través del líquido. 5º La prontitud con que los fluidos se trasportan á las estremidades de la pila depende del grado de propiedad conductriz del líquido interpuesto. Si poneis agua clara en la pila en vez de agua salada, las corrientes de electricidad desenvueltas son débiles, por lo tanto muy fundado es este principio. Ahí los teneis todos: algunas observaciones pudieran hacerse todavía, ya sobre la accion del liquido, ya sobre su conductibilidad, mas no hay necesidad de que os ocupe en ello. Os he hablado de pilas secas; sabed que las hay diferentes en su modo de construccion, segun los efectos que quieran obtenerse, para vos basta la que os he mostrado, y con ella podreis entender los fenómenos del galvanismo.

§ IV.

Reflexiones sobre la teoría de la fuerza electro-motriz; otra teoría; pruébase la identidad del fluido galvánico con la electricidad ordinaria.

EUG.—Pasad, si quereis, al examen de la teoría de la fuerza electro-motriz.

TEOD.—Ahora os haré algunas reflexiones sobre la teoría de dicha fuerza. Si hemos de medir la intensidad de esta fuerza por las tensiones eléctricas que produce, nos será forzoso decir que es infinitamente pequeña; puesto que son aquellas tan débiles, que no pueden descubrirse por ningun medio experimental. Con todo sabed que la pila produce una corriente de electricidad enorme, de una fuerza espantosa, capaz de hacer continuamente cosas que no podreis hacer con la máquina eléctrica, sino aumentando los conductores y valiéndoos de baterias eléctricas que acumulen condensándola mucha cantidad de dicho fluido; y aun en este caso solo lo producireis momentáneamente en el acto del descargo, siendo necesario para producir otro tanto dejar pasar mas ó menos tiempo para volver á cargar la bateria. Con la pila derretireis un conductor insuficiente, derretireis la platina como derrite la llama de una bugia la cera, pondreis en fusion el cuarzo, el zafir y disipareis en humo el diamante, el carbon y la plombagina. Con la pila descompondreis sustancias de muchos principios marchándose