

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. 4° 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. 5° 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

sus elementos los unos á un polo, otros á otro. Todas estas cosas, con todo, no se consiguen con la máquina eléctrica, y todo lo mas es solo por un momento, y sin embargo no os acudirá decir que no sea poderosa la fuerza eléctrica que esta máquina desarrolla; ya vimos de lo que es capaz una descarga de una batería. Esta misma corriente de la pila comunicada á los miembros de un cadaver los pone en movimiento con tanta energía como si gozasen de vida. Ahora bien: concebís que semejante energía sea un resultado de una fuerza tan flaca como hemos supuesto la electro-motriz; siendo esta fuerza tan débil, como puede separar tan enormes masas de electricidad, y ya veis que han de ser enormes para poder producir todos los efectos espuestos.

EUG. — Mucha fuerza en efecto me hacen estas reflexiones.

TEOD. — En virtud de estas reflexiones, el físico Biot supone que en efecto la fuerza electro-motriz, tiene el poder de descomponer en el plano de contacto, mucha cantidad de fluido natural; pero los fluidos resultantes de la descomposicion se quedan en uno y otro lado del plano de contacto retenidos por su atraccion recíproca contrarestada por la fuerza electro-motriz, la cual no es capaz de separarlos ni lanzarlos hasta la superficie de los conductores; con esta suposicion todo puede concebirse mas fácilmente. Como las electricidades son disimuladas, la tension ha de ser casi nula cuando está la máquina aislada; luego que el aislamiento cesase, estas grandes masas de electricidad acumulada se pondrán en movimiento para producir las

corrientes, y concebireis como la fuerza electro-motriz, que ha podido mantener separadas aquellas grandes cantidades de electricidad, puede separar y rechazar continuamente cantidades iguales, para alimentar las corrientes rápidas que el elemento voltaico produce. Así pues la cantidad real de la pareja A (Fig. 98), no se representará ya por 0 de un lado y $+1$ del otro; sino por 0 y $+100$, ó bien 1000; en la segunda pareja la cantidad de electricidad acumulada en el elemento z será 1000, ó bien 10,000, y de esta suerte se comprenderán todos los fenómenos.

EUG. — En este caso me parece que ha de suceder una cosa que sucede con el *vidrio eléctrico*, con el cual habeis hecho una comparacion: si aproximáis á las superficies exteriores un conductor y las reunís por medio de este, podreis obtener una descarga eléctrica, violenta, como sucede con aquel aparato.

TEOD. — Esta objecion es fuerte, Eugenio, y demuestra en vos algo mas que un discípulo: con todo voy á responderos á ella. La fuerza electro-motriz no obra sino á distancias infinitamente pequeñas, y los fluidos acumulados en grande cantidad han de mantenerse en capas sumamente delgadas y oprimidas, y estremadamente cercanas al punto de contacto. Así pues no es fuera de razon pensar que, á pesar de la calidad conductriz de los metales, que nos parece tan perfecta, y que se opera por su superficie, estos fluidos, empeñados en la misma sustancia del metal, no pueden salir de él sino con mucha lentitud. En efecto siempre que se hace pa-

sar la electricidad por el interior de un cuerpo, como cuando se quiere derretir un metal, va mucho mas lenta que cuando solo pasa por su superficie, en cuyo caso es rapidísima, imposible en seguirla, mientras que se sigue en el primero. Por otra parte, hay hechos que demuestran la posibilidad de que el fluido de una bateria tenga dificultad de escaparse; con mucha mas razon lo ha de hacer el de la pila voltáica; puesto que en aquella la electricidad está entre el metal y el vidrio, y en esta en la sustancia del metal. En vista de todo lo que precede no hay ninguna dificultad en admitir que los elementos de una pila estan efectivamente cargados de una grande cantidad de electricidad disimulada, y que es como una bateria eléctrica que se recarga continuamente por la influencia de la fuerza electro-motriz.

EUG. — En efecto de esta suerte se me ha despedido mas el campo de la dificultad, y ya no lo hallo tan inverosimil: mas si no teneis nada que añadir sobre este asunto esplicadme la otra teoría.

TEOD. — Esta teoría, como os he dicho, se funda en la accion química de los líquidos sobre los metales: dos hechos principales le sirven de base: 1º. Las acciones químicas desarrollan electricidad: 2º. Los conductores imperfectos producen tensiones diferentes, tales que son mas fuertes antes del obstáculo que despues. Supongamos que en esta pila se ponga en vez de agua salada, agua donde se haya echado un poco de aceite de vitriolo. Esta agua obrará al cabo de cierto tiempo sobre el zinc, y resultará una produccion de electricidad: el flui-

do positivo pertenecerá al líquido, y se irá hácia el cobre de la pareja vecina; el negativo pertenecerá al zinc, y lo comunicará al cobre con el cual está soldado: de suerte que en cada caja se producirá una separacion de fluidos que volverán á componerse en contacto con metales: esto es, sucederá todo lo contrario de lo que segun la teoría espuesta antes sucede. Mas es evidente que estas descomposiciones, y recomposiciones no producirian nada si las últimas cajitas, ó artesas aisladas, no debiesen guardar la una su electricidad positiva, la otra la negativa: sin embargo, siendo toda la masa de la pila, metales y líquidos, formada de conductores, deberian reunirse los fluidos opuestos de ambos polos; mas atribúyense las tensiones observadas en los puntos estremos, á que los metales y los líquidos de la pila forman una cadena interrumpida, cada elemento de la cual ofrece un obstáculo al paso de los fluidos; de suerte que la tension de las estremidades se debe á la conductibilidad imperfecta de la misma pila. Ahí teneis la segunda teoría: por lo que toca cuando los polos de la pila estan aislados. Cuando estan reunidos por un conductor se admite que solo reúne este las electricidades de las dos últimas artesas.

EUG. — Os aseguro que me he llevado chasco: no me parece mas satisfactoria que la precedente.

TEOD. — En efecto es así, y aunque parece que cada dia gana esta opinion mas partidarios, hay grandes obstáculos que impiden su admision: uno de tantos es la intensidad de las corrientes; pues en el

momento en que las dos artesas extremas comunican, por medio de un conductor, todas las artesas intermedias se hacen nulas por el efecto. Si colocamos un acido entre un pedazo de cobre y otro de zinc, y se hace comunicar ambos á dos metales por medio de un conductor deberiamos tener un efecto igual al de la pila mas numerosa; lo cual no confirma la esperiencia. Con todo os he espuesto las dos teorías actuales, haced de ellas lo que mejor os parezca y teneos por advertido.

SILV. — Lo que yo estoy viendo es que hay mucha diferencia entre la electricidad propiamente tal, esto es la de que nos hablásteis primero y la electricidad galvánica. Con todo vos habeis indicado que ambas á dos son idénticas; quisiera que me dilucidaseis este punto si vale la pena de ello.

TEOD. Como no hallo ninguna dificultad en explicar los fenómenos galvánicos por la teoría establecida, me declaro por la identidad de ambas á dos electricidades, pues es un principio de sana filosofía no aumentar las suposiciones, ni los seres, sin ninguna necesidad. Lo que os parece ser muy diferente entre el galvanismo y el fluido eléctrico propiamente tal es el modo como se produce cada uno, y en realidad hay en los aparatos respectivos algo que modifica esencialmente los efectos producidos; á saber la continuacion y la abundancia de la electricidad suministrada. Y esta sola condicion basta para explicar todas las diferencias. Por lo demas notables son estas diferencias: ya os he dicho que una corriente galvánica enrojece, y derrite un conductor insuficiente; cosa que no puede producir la

chispa mas fuerte de la máquina eléctrica mas grande; en esta hay la velocidad de la corriente, pero falta la abundancia del fluido, y el alambre apenas se calienta. Para producir igual efecto es preciso cargar una bateria eléctrica: en este caso tendreis velocidad y abundancia como en la pila; pero será imposible repetir inmediatamente el mismo efecto, puesto que habeis descargado en el acto la bateria y es forzoso aguardar tiempo para volverla á cargar; mientras que con la pila lo podreis repetir inmediatamente, y cuantas veces se os antoje: falta pues la continuacion. Hasta aquí, de consiguiente, no veis ninguna diferencia esencial entre ambos fluidos: el que uno vaya mas aprisa que otro, que uno sea mas intenso y mas abundante, ó continuo, no prueba que sea de naturaleza diferente: todo depende del modo, por medio del cual se desenvuelve la electricidad en los aparatos.

SILV. — ¿Y se reducen á todo esto por ventura las diferencias que van entré el galvanismo y la electricidad propiamente tal?

TEOD. — Otras hay en efecto. Ya os he dicho que la electricidad ordinaria, por enérgica que sea, no promueve en las carnes de los animales muertos contracciones fuertes y completas; al paso que escitadas por una corriente galvánica remedan muy al vivo los movimientos naturales del animal. Pero aquí la diferencia tambien no versa sino sobre la mayor ó menor energía, y sobre la continuacion. Una chispa sacada de la máquina eléctrica y aplicada á la lengua solo da una sensacion dolorosa como una picadura, hace lo propio que haria en la mejilla, en

el cuello, etc., es decir que esta sensacion mas pertenece al tacto que al gusto : una corriente galvánica, como lo habeis probado, causa una sensacion picante y un sabor como cáustico.

SILV. — ¿Y acaso esta diferencia de sabor no es una propiedad característica ?

TEOD. — No : si yo os paso rápidamente por la lengua un pedazo de sal cristalizada, no percibireis su sabor; si os lo dejo saborear lo percibireis luego : la electricidad que pasa del conductor de la máquina eléctrica á vuestra lengua por medio de la chispa va rapidísima, cien veces mas de lo que puedo yo ir con el pedazo de sal; mientras que la corriente galvánica es continua : en el primer caso la lengua no tiene tiempo de paladear el sabor del fluido que le llega, mientras que en el segundo sí : he aquí porque en este lo sentís, y no en aquel. Ordinariamente la electricidad produce sus mayores efectos cuando adquiere fuertes tensiones, por ser este su modo natural de obrar ; mas si la condensais en aparatos de electricidad disimulada las tensiones serán casi nulas, y los efectos grandes. He aquí una semejanza con los aparatos galvánicos : su electricidad es disimulada ; sin ninguna tension es susceptible de producir grandes efectos.

SILV. — ¿Y esto para vos no es una diferencia esencial ?

TEOD. — No : puesto que no lo es tampoco para vos la que va de la de un conductor de la máquina eléctrica, á la de una bateria. En aquel obra con tension, en esta sin ella ; y con todo decís que la

electricidad de la bateria es la misma que la que sale de la máquina eléctrica.

EUG. — Esta razon es fuerte, Silvio.

SILV. — En efecto hace alguna fuerza, pero todavía no me doy por vencido. La electricidad ordinaria reconoce por buenos conductores á mas de los metales muchísimas otras sustancias; el agua y los vapores son conductores escelentes : los cuerpos que se cargan de ella la ceden con mucha facilidad y pierden prontamente todo caracter eléctrico, de lo cual dimana la necesidad de aislarlos. Bien diferentemente se conduce el galvanismo : solo los metales lo conducen bien : el agua líquida apenas lo deja pasar ; la piel-seca ó mejor el epidérmis que cubre los pulpejos de los dedos es un obstáculo suficiente para impedir que penetre en nuestros órganos. Para que pueda pasar libremente de un alambre á otro es necesario que el contacto sea absoluto, que ninguna capa de orin ó de mugre ó cosa que no sea metal separe los dos alambres : de suerte que se suele sumergirlos en azogue para asegurar la continuidad : por esto bastan ligeras precauciones para aislar el fluido galvánico; un pedazo de seda, de palo seco, son mas que suficientemente aislantes. ¿Decidme ahora, ¿si no hay entre ambos fluidos esenciales diferencias? Y para terminar el cúmulo de hechos que os cito, no os diré sino que el fluido galvánico comunica á los alambres propiedades nuevas, como la de atraer los cuerpos ligeros, la de tomar ciertas direcciones cuando son movibles, la de influir sobre las agujas cebadas en la piedra iman, etc.

TEOD. — Por lo que toca á las diferencias de con-

ductibilidad basta saber, para comprenderlas, que las pérdidas de este fluido estan en razon directa de las tensiones; así pues, como las de la electricidad ordinaria son considerables, han de ser mas las salidas que se abren para escaparse, y menos los cuerpos que le resistan: un cuerpo poco conductor lo parecerá mucho, si es mucha la tension de la electricidad que conduce: la tension de la electricidad galvánica es nula; así es preciso que sea conductor por escelencia el que le ceda paso; y por poco mal conductor que sea un cuerpo, parecerá que no lo es nada. Por lo que toca á las nuevas propiedades comunicadas á los alambres, por el fluido galvánico, debo deciros que no le atribuis con razon este poder esclusivo. En primer lugar, si no se han observado propiedades análogas en los alambres que han dado paso á la electricidad ordinaria, esto depende de que ha sido la cosa tan rápida y ha durado tan poco que es imposible advertir el menor resultado durante su existencia. Sucede en esto una cosa análoga á lo que hemos dicho sobre el sabor. Esta reflexion tiene tanta mas fuerza, cuantos esperimentos directos han probado que haciendo pasar muchas descargas eléctricas sucesivamente y con poco intervalo, al través de un alambre, se produce en él efectos enteramente semejantes á los producidos por una corriente galvánica.

ETG. — Si el hecho es cierto, todos vuestros ataques, Silvio, aunque vigorosos, quedan rechazados.

SILV. — Alguna fuerza me hacen las consideraciones de Teodosio, pero no estoy por ahora todavía convencido: mas dejemos este punto, que no se hace

la conferencia para que yo ventile aquí estas cuestiones: seguid adelante, si bien os parece.

TEOD. — Procuremos dar fin á esta materia en la cual me he estendido, porque es de grande importancia su conocimiento, pues cada dia se ensancha mas su aplicacion á los fenómenos de la naturaleza, diciendo algo del efecto prodigioso que hace sobre el hombre la electricidad galvánica. Mas antes de esto, sabed que la accion de la pila sobre los cuerpos es admirable, y ha facilitado la descomposicion de estos; hasta de aquellos que se tenian por simples. Con ella se ha averiguado en cada cuerpo qué electricidad tiene con respecto á otro, si resinosa, si vítrea, y se ha venido á saber que las moléculas de los cuerpos presentan tambien estas diferencias. Todo esto y las teorías que hay sobre el particular lo veremos cuando tratemos de la química, pues allí pertenece ocuparnos en la accion íntima de las moléculas. Veamos pues la eficacia del fluido galvánico para curar la parálisis, y otras enfermedades de los hombres.

SILV. — Andaos con tiento en esto, porque no es tan fiero el leon como le pintan: cediendo al torrente de la novedad, he aplicado alguna vez el tal fluido galvánico, y no tengo motivos para estar satisfecho de su virtud curativa.

TEOD. — No tengo intencion de sostener aquí una tesis de terapéutica, doctor mio; dejadme esponer unos cuantos hechos, y despues veremos. En Inglaterra aplicaron una corriente galvánica á un hombre, muerto unos tres cuartos de hora antes, y empezó á respirar y á mover sus miembros, hasta el

punto de dar esperanzas de salvarle, si la grande cantidad de sangre que habia perdido no se hubiese opuesto á este feliz resultado. Así ya veis que un individuo amenazado de la muerte, por haberse anegado, ó por haberle sofocado el tufo del carbon ú otro gaz maléfico de esos que matan por impedir tan solo la respiracion, una corriente galvánica podrá serles de grande utilidad puesto que activará los movimientos de la respiracion perdida á causa del agua ó gases introducidos en los pulmones.

SILV. — No lo dificulto : despues de haber empleado los medios conducentes para sacar todas estas sustancias mortíferas de los pulmones, si el asfixiado no da muestras de vida todavía creo que una corriente galvánica podria hacérsela recobrar.

TEOD. — Entre mis aparatos propios para volver la vida amenazada á algun infeliz de mis vecinos que se anegue ó sofoque yo tengo mi pila, siempre dispuesto á hacerla obrar en caso necesario.

EUG. — Si habeis empleado alguna vez, Silvio, el fluido galvánico para curar á un paralítico, tened la bondad de decirme, en pocas palabras, y que yo lo entienda, como lo habeis hecho.

SILV. — De esta manera; si es un brazo ó una pierna paralizada la que se trata de hacer mover, se busca el punto de donde vienen los nervios que animan el miembro paralizado y la parte céntrica de los músculos que mueven este miembro. Sabed que los músculos son como unas piezas de carne que hay debajo de la piel, elásticas, de formas generalmente planas en el tronco y cilindricas en los miembros del cuerpo humano, que sirven para ejecutar

los movimientos. Luego de hallados estos dos puntos se ponen en comunicacion con los dos polos de la pila. Y para que la cosa salga mejor es menester aplicar en los puntos de la piel mas cercanos al origen de los nervios, chapas metálicas flexibles y mojadas de una disolucion salina. Y como esta simple corriente es menos activa que la conmocion, es bueno interrumpir alternativamente las comunicaciones con la pila. Mas os repito que no puedo lisonjearme de sus resultados, y haced de modo que no os volvais paralítico, porque si el fluido galvánico os ha de volver el movimiento no os arriendo la ganancia.

TEOD. — Con todo es de esperar que, mejor observada su accion, la cual no puede negarse que es grande, y por lo tanto susceptible de efectos, como se sepa explotarla, ha de reportar algun dia felices resultados. Pero dejemos esto, pues harto hemos hablado del fluido galvánico, y pasemos al *magnetismo*.

§ V.

Trátase del magnetismo; de los imanes naturales y artificiales, y se da fin á la física explicando los peces eléctricos y la aurora boreal.

EUG. — ¿Qué es esto del magnetismo?

TEOD. — ¿No habeis oido hablar alguna vez de la piedra iman?

EUG. — ¡Toma! y quien no ha oido hablar de la tal piedra ¿es esa piedra que segun dicen atrae el hierro?