

separado del cuerpo del animal ; pues la excitacion que la produce tambien debe obrar por intervalos , y sin embargo no se dirá que la irritabilidad sea lo mismo que el *Galvanismo* ; que el corazon sea tambien una botella de Leyden.

Los fenómenos eléctricos siempre tienen por *causa* primera el movimiento ; en el *Galvanismo* , el movimiento es el *efecto* y no la causa. — En los primeros basta una *sola* substancia conductriz ; en el segundo se requieren dos. — En los animales eléctricos como la tremielga , los efectos siempre están sujetos á la influencia de su voluntad ; lo que no sucede en el *Galvanismo*. — Ciertos conductores excelentes de electricidad ; lo son medianos del *Galvanismo* , y *vice versa*. — Los electrómetros mas sutiles no le indican , y es insensible al tacto ordinario. — Se sabe que la electricidad agota la irritabilidad ; el *Galvanismo* , al contrario , parece que la aumenta. El Autor nos dice con este motivo que una rana muerta hacia bastante tiempo , y que no dió durante un cuarto de hora señal alguna de sensibilidad al *Galvanismo* , al fin comenzó á hacer contracciones que crecieron despues. — La electricidad dispone al músculo á la putrefaccion ; el *Galvanismo* parece disminuye esta tendencia. — Dicese que pasando la electricidad por entre la sensitiva , causa en sus hojas el movimiento que caracteriza á esta planta ; y habiéndoles el Autor aplicado el *Galvanismo* no produjo este efecto.

Parece que la tremielga no siente los efectos eléctricos que produce en los demas animales , al paso que los que manifiestan el *Galvanismo* experimentan toda su influencia.

A las señales que establecen la diferencia entre el *Galvanismo* y la electricidad , añade *Fowler* un hecho particular que presenta una excepcion á la independenciam recíproca del *Galvanismo* , y de la voluntad , independenciam que sus experimentos le habian dado motivo de observar en ciertos casos. Unas ranas en perfecta salud , y que se mantenían

sobre sus patas , rara vez se movían por los métodos ordinarios ; pero inmediatamente que se habian cortado sus nervios esciáticos , y que se habia suspendido de este modo la influencia de la voluntad en los movimientos de las extremidades , las contracciones producidas por el *Galvanismo* eran tan enérgicas como si las piernas hubieran estado completamente separadas : cuyo efecto no se debia al contacto del metal con la llaga , pues se evitaba con cuidado , y aun quando se verificaba en el nervio puesto al desnudo , no resultaba la contraccion á no haberse cortado el nervio. Sabido es que la voluntad no tiene influencia alguna para contener las contracciones producidas por la electricidad ; y al contrario aquí se ve que los movimientos galvánicos son tanto mas enérgicos quanto menos se les puede oponer la voluntad. El Autor cree que el magnetismo mineral no tiene relacion alguna con la influencia del *Galvanismo* , y que el iman , así natural como artificial , excita contracciones , pero solo como metal , y no como iman.

Pasemos á las relaciones que pueden existir entre la influencia del *Galvanismo* y los sistemas muscular , nervioso y vascular de los animales.

Siéndole imposible al mas diestro Anatómico separar enteramente los músculos de los nervios , y por consiguiente decidir en un caso dado , si la influencia pasó por el uno ó el otro de estos dos sistemas , ensaya *Fowler* el *Galvanismo* en animales que pasan (entre algunos Fisiologistas) por no tener ni cerebro ni nervios , porque no es fácil descubrirles estos órganos ; tales son , por exemplo , los gusanos de tierra , y las sanguijuelas ; previniendo al mismo tiempo que esta no es su opinion.

Observa que los gusanos puestos sobre un disco de zinc solo experimentan contracciones al contacto de la plata , como lo hacen las ranas vivas , es decir , en los lugares en que antes se las hirió y curó ; ó bien quando se las expone á la influencia sin que esten de patas , como quando se las suspende al traves de una varita de plata , y al mismo tiempo

po se acercan al zinc, su cabeza y su cola; en cuyo caso experimentan un movimiento que va desde la cola á la cabeza: el mismo efecto puede producirse en las sanguijuelas, el qual es mucho mayor quando se coloca un gusano ó una sanguijuela sobre una pieza de plata que descansa encima de un disco de zinc. Parece evidente que el animal es repelido por una sensacion que le es desagradable, siempre que intenta recostar la parte anterior de su cuerpo en el zinc que le rodea; se cansa en vanos esfuerzos para salir de esta cárcel, en que no le detiene ningun obstáculo visible; y si se le coloca sobre el zinc tambien experimenta molestia siempre que los movimientos ordinarios que preceden á su marcha, ponen su cabeza en contacto con la plata. Pero todos estos hechos solo pueden probar que estos animales tienen nervios, y no demostrar que la influencia obra solo en los músculos sin el intermedio de los nervios.

¿Estan sujetos todos los nervios igualmente á esta influencia, ó solo aquellos que dependen del imperio de la voluntad?

El corazon es uno de los músculos cuya accion es al mismo tiempo la mas poderosa y la mas independiente de la voluntad: este músculo, por otra parte muy irritable, se separó del animal, recién muerto, y se preparó como las ranas; armábase el nervio intercostal, mientras que las alas todavía batian; pero el contacto de los metales no parece tenia influencia alguna en estos latidos, y jamas se renovaban despues que habian cesado. La gran influencia de las pasiones del alma, la de ciertos desarreglos de cerebro en estos latidos habian hecho presumir un resultado diferente del que acabamos de indicar; pero el Autor no se desanimó; y despues de una serie de ensayos inútiles, que hizo en animales de sangre fria, consiguió renovar, por medio del *Galvanismo*, los latidos del corazon de una rana, una hora despues de haber cesado, cuyo experimento le salió felizmente mas de veinte veces. El modo mas seguro de

de operar se reduce á colocar el corazon en un disco de zinc; tambien produjo buen efecto en el corazon de un gato ahogado en agua tibia, y no en el de otro que murió en agua fria: el estómago y los intestinos jamas le parecieron susceptibles de esta misma influencia.

Sus efectos en los órganos de los sentidos ya se habian descubiertos mucho antes por el célebre *Volta*; conocido es el sabor desagradable que experimenta la lengua quando se ponen en contacto dos metales diferentes, el uno de los quales descansa sobre la superficie superior, y toca el otro á la inferior: el sabor mas fuerte se consigue principalmente con el zinc y con el oro. El temperamento influye en el éxito de estos experimentos; bien que el mas conveniente es el de la misma lengua; mas el temperamento (pasados ciertos límites) parece que solo influye en quanto disminuye la sensibilidad del órgano; y baxo de este respecto el frio ó el calor, es decir, un temperamento demasiado baxo, ó demasiado alto produce el mismo efecto de amortiguar, y aun destruir la sensacion, mas no su causa. La irritabilidad, propiamente tal, no se aniquila por el frio, pues el autor nos enseña que unas piernas de rana todavia se contraian muy bien despues de haber pasado algunas horas sobre un pedazo de yelo; pero la vida y la irritabilidad de las ranas mas vigorosas se destruye completamente en pocos minutos, poniéndolas en agua caliente á 106° (33° de R).

*Fowler*, habiendo introducido en sus dos oídos dos metales diferentes, entre los quales estableció una comunicacion, creyó experimentar un movimiento en la cabeza, al momento del contacto de los metales; y aunque no pudo afectar por medio del *Galvanismo* el sentido del tacto ordinario ni el del olfato, halló que el efecto que producía en la vista era muy notable: puso una hoja de estaño sobre la punta de su lengua, y la extremidad embotada de un lapicero de plata contra el ángulo interno del ojo; despues de haber aguardado que estas partes se hu-

biesen acostumbrado bastante á este contacto para poder advertir qualquiera otra sensacion, puso en contacto el estaño y la plata; y en el instante advirtió un rayo de una luz pálida, habiendo experimentado su lengua la sensacion que suele producir el contacto de los dos metales; debiendo prevenir que el zinc y el oro avivan mucho mas este rayo. Igual efecto puede producirse introduciendo en la nariz el uno de los dos metales; porque el ramo nasal del quinto par de nervios se reune con un ramo del tercero, y ocasiona una simpatia entre los dos órganos; en cuyo experimento el pedazo de zinc debe quedar sobre la lengua. Quando se repite con las precauciones necesarias, se advierte que el iris del ojo se dilata, ó se contrae la pupila, siempre que se tocan los metales.

Fowler indagó despues qué *direccion* seguia esta influencia quando se la aplicaba al sistema nervioso; habiendo hallado que obraba tan evidentemente en el sentido por el que sube desde la extremidad de los nervios hácia su origen, como en el sentido opuesto, que es el mismo segun el qual se transmite.

El Autor procura determinar por medio del *Galvanismo* un punto de Fisiología muy controvertido, á saber, ¿quál es el origen de que dimana el poder respectivo de los nervios y de los músculos? Unos le colocan exclusivamente en el cerebro; otros en el sistema arterial y fluido que contiene, y que, segun la expresion del célebre Doctor Monró, „da el tono á los nervios, y les dispone á transmitir las impresiones.“ — Luego para estudiar la cuestión era preciso interrumpir la comunicacion de los músculos, ya con el cerebro, ya con las arterias, y observar los efectos: es de advertir que esta interrupcion solo habia de ser parcial, porque si hubiera sido completa, la organizacion se hubiera alterado demasiado para que el resultado no induxese en error.

Las piernas cuyo nervio esciático se habia cortado se paralizaron; é inmediatamente despues de la operacion se

contraxéron con vigor á la aplicacion de los metales; el experimento repetido con quatro ranas, muertas en épocas diferentes (desde dos hasta nueve dias despues de la amputacion del nervio), no acreditó que el poder contractil fuese mas permanente ó enérgico en las piernas en que los nervios habian quedado intactos, que en las en que los nervios se habian amputado.

Estos experimentos se repitieron con ranas que se habian dexado vivas bastante tiempo despues de la amputacion del nervio para que la llaga se hubiese cicatrizado del todo. Pareció que todavia no se habia verificado verdadera regeneracion del nervio; y que la substancia gelatinosa que se habia formado entre las extremidades, y al parecer las juntaba, no era verdadera substancia nerviosa: la pierna cuyo nervio se habia cortado siguió contrayéndose tanto tiempo como la otra, aunque de un modo menos enérgico.

El resultado fue muy diferente en otros experimentos de la misma clase; las contracciones apenas se percibian sin embargo de que la apariencia de los músculos en los miembros cuyos nervios se habian cortado mas de seis semanas antes, fuese precisamente la misma que en los que no habian sufrido operacion alguna. Estos músculos paralizados por la amputacion del nervio no obedecian mejor á la accion de la electricidad que á la del *Galvanismo*.

Los mismos ensayos se repitieron en las arterias con sola la diferencia que se suplía la amputacion con un simple ligamento, habiendo parecido que la interrupcion de la circulacion de la sangre todavia influia mas para destruir la accion del *Galvanismo*, que la de la comunicacion con el cerebro por la amputacion del nervio; pero como estas dos clases de experimentos se habian hecho en diferentes individuos, quedaban algunas dudas sobre las consecuencias que se habian de sacar de su comparacion; y para disiparlas cortó el Autor en una misma rana el nervio esciático de un lado, y ató la arteria crural del otro, habien-

do muerto á la rana dos dias despues. En las primeras 24 horas que siguiéron á la muerte del animal, pareció contraerse con mas vigor la pierna, cuyo nervio se habia cortado; pero pasado este período, la diferencia entre una y otra fue dudosa; bien que en ningun tiempo las contracciones fuéron mas fuertes en la pierna cuya arteria estaba atada que en la cuyo nervio se habia cortado. En otra rana que se trató del mismo modo y se mató el sexto dia despues de las operaciones, las contracciones fuéron muy débiles en la pierna cuya arteria estaba atada, y cesáron enteramente unas veinte y dos horas despues de muerta; pero en la pierna cuyo nervio se habia cortado fuéron tan fuertes como las que experimenta una pierna ordinaria; y la sensibilidad al *Galvanismo* duró mas de dos dias despues que habia cesado en la otra pierna. Igual éxito tuvieron estos experimentos repetidos con otras tres ranas; con lo que no pudo dudar el Autor de que la interrupcion de la circulacion acarrea una disminucion proporcionada en la sensibilidad de los nervios y de los músculos á la influencia del *Galvanismo*.

Ya era preciso averiguar si esta proposicion podia ser enteramente cierta, esto es, si un incremento en la accion arterial produciria aumento en la sensibilidad *Galvánica*. La inflamacion en qualquiera parte siempre va acompañada de aceleracion en el movimiento de la sangre; y el Autor produjo una inflamacion artificial en una de las piernas de una rana, la qual se contraxo entonces por métodos galvánicos que no produxéron efecto alguno en la otra pierna: igual efecto se verificó en otra rana durante dos dias despues de muerta, habiendo dado un resultado semejante otros cinco experimentos.

El Autor explica la diferencia entre todos estos resultados uniformes y los de los dos experimentos en que pareció destruirse por la amputacion del nervio la facultad de contraerse, siendo de sentir que en este caso particular, algunas de las arterias que suministran el nervio y le acom-

pa-

pañan en sus ramificaciones se habian cortado con él, con lo que habian mudado su organizacion de un modo esencial.

*Fowler* impugna la opinion de *Fontana*, quien cree que los nervios jamas se vuelven á formar despues de la amputacion de modo que la parte intermedia sea una materia verdaderamente nerviosa, citando contra esta opinion un experimento de *Monró* en que pareció perfecta la reproduccion del nervio esciático de una rana un año despues de la amputacion; como tambien el exemplo de un Capitan de Navío que despues de haber perdido el uso de un brazo, de resultas de un fusilazo, habiéndole cortado la bala un ramo de los nervios cervicales, volvió á conseguir hacer uso de él al cabo de dos años y medio; pero los experimentos de *Cruikshanks* y *Haighton* desvanecen toda duda acerca de esta reproduccion. (*Véase Phil. Transact. 1795.*)

*Fowler* infiere de la serie de hechos que acabamos de exponer con brevedad, que el sistema arterial contribuye mas esencialmente que el mismo cerebro á mantener esta disposicion de los músculos y de los nervios á padecer las contracciones *Galvánicas*. Despues añade contra *Fontana* que la circulacion de la sangre y de los humores en el animal no es el vehículo del opio, y que sin esta circulacion obraria en los cuerpos vivos; que la presencia de la piel conserva mucho tiempo la sensibilidad *Galvánica* en los músculos sumergidos en el agua: de lo que infiere que este líquido no trasuda por entre los poros; que el efecto del *Galvanismo* es muy diferente aplicado á un nervio particular, ó bien al cerebro, ó á la medula de la espina, pues en el primer caso todos los músculos á que se distribuye el nervio experimentan la contraccion; y en el segundo ningun músculo se pone en movimiento si se exceptuan los que sacan sus nervios de la parte tocada por los metales inmediatamente. Finalmente cree poder deducir de algunos experimentos hechos con el electróforo, que la influencia del

Gal-

del *Galvanismo* no tiene relacion alguna con la electricidad.

*Humboldt* habia hallado que, quando el circuito *Galvánico* dispuesto de este modo, „nervio, zinc, oro, zinc, músculo”, no daba señal alguna de movimiento, estas señales vuelven á manifestarse en el momento que se humedece el zinc con el aliento; y que esta influencia era un medio de reconocer en una substancia la presencia de la menor partícula de carbon. *Wells* obtuvo los mismos resultados y solo atribuye al carbon recién fabricado la facultad conductriz de dicha influencia en esta substancia en particular: halla que un metal solo no puede producir contracciones quando es todo puro, y si frotando con suavidad por uno de sus extremos con seda, lana, piel de pescado, la palma de la mano, lacre, madera, marmol, sin que pueda decirse que la electricidad comun produce estos efectos porque el metal frotado no da señal alguna de ella en los mas sensibles electrometros. La humedad aumenta este efecto *Galvánico*; pero no, si el metal está aislado; las contracciones no se verifican tocando solo al nervio, y si tocando al nervio y al músculo; el metal frotado conserva el poder todo un dia, aun despues de haber excitado cerca de doscientas contracciones.

Sin embargo de que *Wells* reconoce que estos efectos no se deben á las modificaciones ordinarias y conocidas de la electricidad, cree que el principio activo es el fluido eléctrico; y presume que por la frotacion se altera la naturaleza del metal con respecto á la electricidad, y que se turba el equilibrio de este fluido, de modo, que el metal frotado en una de sus extremidades hace el oficio de dos metales diferentes. Apoya esta suposicion en dos hechos: 1.º que si las dos extremidades del metal se han frotado, el efecto se disminuye considerablemente, y aun en este caso suele no verificarse contraccion alguna: 2.º que estando armados el nervio y el músculo de un metal diferente del metal frotado, quando se aplica este último á las armaduras,

nin-

ninguna contraccion se verifica tocando y separando los metales. (*Bibliot. Brit.*)

## EXPERIMENTOS CURIOSOS DE HUMBOLDT.

Esté gran Físico mandó se le aplicasen vexigatorios en cada uno de los músculos deltoides de las dos espaldas; y habiéndose abierto la ampolla, se dexáron secar las dos llagas sobre las que colocó láminas de plata ó de zinc, y procedió del modo ordinario; despues de lo que, sintió un dolor sumamente vivo: advirtió un golpe violento, una presion arreglada, acompañada de un ardor continuo, el qual es sin comparacion mas activo quando la llaga está cubierta de una lámina de plata, y se irrita con una varita de zinc, que quando la lámina de zinc se coloca sobre la llaga y se emplea una varita de plata para establecer la comunicacion.

Esta comunicacion, por el contacto de la epidermis, nada produce; y parece que la piel carnosa aísla, como el vidrio, que se colocase entre la llaga y el metal: pero puesta al desnudo esta piel por dos llagas á 8 pulgadas de distancia, si sobre la una se pone una lámina de zinc, y sobre la otra una pierna de rana preparada; esta se contrae inmediatamente que comunica con el zinc por el hilo de plata; lo qual anuncia que el fluido *Galvánico* pasa entonces baxo la epidermia.

Este fluido produce en algunas circunstancias un sabor ácido muy sensible. Las dos llagas de *Humboldt* se cubrieron, la una de plata, y la otra de zinc, y un arambre de hierro de muchos pies de longitud atado al zinc se aplicó entre su labio superior y la substancia esponjosa de los dientes, y desde aquí á la lengua de otra persona. Quando se acercó el hilo de hierro á la plata hubo una fuerte contraccion del músculo escapular; y al mismo instante, la persona, cuya lengua se hallaba dentro de la cadena, experimentó la sensacion de la acidez.

La