

riosos experimentos relativos á los diferentes movimientos musculares que se pueden escitar en los animales durante su vida ó despues de su muerte, y á que se les ha dado el nombre de *galbánicos* á causa de su primer autor Mr. Galvani. Ha sucedido muchas veces (4), que despues de la muerte del gimnoto, era imposible durante algun tiempo tocarlo sin experimentar alguna conmocion.

Pero nosotros vamos á esponer todavía mayores relaciones entre los efectos de la electricidad y los de la virtud del gimnoto torporífico. La primera de estas relaciones notabilísimas es la analogia de los instrumentos empleados en los gabinetes de física para obtener fuertes conmociones eléctricas, con los órganos particulares que emplea el gimnoto para producir sacudidas mas ó menos violentas. Hé aqui en qué consisten estos órganos tan perfectamente descritos por Hunter.

El animal tiene cuatro órganos torporíficos, dos grandes y dos pequeños, y el conjunto de estos cuatro órganos estan estenso, que compone próximamente la mitad de las partes musculosas y de las demas partes blandas del gimnoto, y quizás la tercera parte de la totalidad del pez.

Cada uno de estos órganos torporíficos ocupa uno de los costados del gimnoto, desde el abdómen hasta la estremidad de la cola; y como ya hemos visto que este abdómen es sumamente corto, y que podria creerse á primera vista que el animal tiene solo una cabeza y una cola muy prolongada, facilmente puede juzgarse de la considerable longitud de estos dos grandes órganos. Estos terminan hacia la estremidad de la cola como en un punto, y tienen la anchura suficiente para no estar separados uno de otro sino en

(4) Henri Collins, Flagg, en el lugar ya citado.

la parte superior y por los músculos dorsales, hácia el medio del cuerpo por la vejiga natatoria, y hácia la parte inferior por una separacion particular ó especie de membrana, con la cual se unen intimamente, mientras que por otra membrana celular, flexible, pero muy fuerte, están adheridos á las demas partes con que se hallan en contacto.

En cada lado del gimnoto hay un pequeño órgano torporífico situado debajo del grande, principia y concluye aproximadamente en los mismos puntos que este último, termina del mismo modo en una especie de punta, presentando por consecuencia la forma de un largo triángulo, ó por mejor decir de una larga pirámide triangular, y ensanchándose, sin embargo, un poco hácia la parte media de la cola.

Entre el pequeño órgano del lado derecho y su correspondiente del lado izquierdo, se estienden á lo largo los músculos sub-caudales, y la dilatada série de aletillas ó apoyos, ó refuerzos óseos, de los muchísimos radios de la aleta del ano.

Estos dos pequeños órganos están, por otra parte, separados de los dos grandes y superiores por una membrana longitudinal y casi horizontal que se adhiere en un lado á la especie de tabique vertical que separa los dos grandes órganos en su parte inferior, hallándose unida por el lado opuesto á la piel del animal.

Ademas, esta disposicion es de tal manera, que cuando se levanta la piel de una de las faces laterales de la cola del gimnoto, se ve el grande órgano con facilidad, mientras que para examinar el pequeño, que está debajo, es preciso separar los músculos laterales que acompañan á la larga aleta del ano.

Considerada ya la forma exterior de estos cuatro órganos, pasemos á examinar cual es su estructura interna.

El interior de cada uno de estos aparatos, en algun modo eléctricos, ofrece un gran número de tabiques ó separaciones horizontales, cortadas en ángulos rectos por otras separaciones aproximadamente verticales.

Los primeros tabiques no solamente son horizontales, sino que están situados en sentido de la longitud del pez y son paralelos unos á otros, y su latitud es igual á la del órgano, y por consecuencia en muchos lugares á la mitad de la latitud del animal sobre poco mas ó menos. Estos tabiques tienen desiguales longitudes; los mas próximos al borde superior son tan largos como el órgano; los inferiores terminan mas cerca de su nacimiento, y el órgano concluye hácia la estremidad de la cola en una punta demasiado sutil, para que pueda echarse de ver si todavía se halla compuesto de mas de una de estas separaciones longitudinales.

Estas membranas horizontales están apartadas unas de otras en el lado de la piel por un intervalo, que es comunmente de cerca de un milímetro; en la parte interior del cuerpo se las ve mas aproximadas, y hasta en muchos puntos reunidas de dos en dos, hallándose como onduladas en los pequeños órganos. Hunter contó treinta y cuatro de estas en uno de los dos grandes órganos de un gimnoto como de siete decímetros de longitud, hallando catorce en uno de los órganos pequeños del mismo individuo.

Las separaciones verticales que cortan en ángulos rectos las membranas longitudinales, son membranosas, lisas y delgadas, y están tan próximas entre sí, que parece se hallan en contacto, y el mismo Hunter ha contado como unas doscientas cuarenta en una longitud de veinte y cinco milímetros poco mas ó menos.

Este cuádruplo y considerable aparato es el que multiplica las superficies con tanta profusion, que el

gimnoto llega á producir conmociones violentas, dando origen al fenómeno que establece la segunda de las dos principales relaciones por las que su virtud torporifica se asemeja á la fuerza eléctrica. Este fenómeno consiste en algunas chispas del todo semejantes á las que se deben á la electricidad, y se ven como en un gran número de grandes esperimentos eléctricos, propiamente dichos, aparecer en los pequeños intervalos que separan las diversas partes de la cadena, á lo largo de la cual se hace que circule la fuerza torporifica. Walsh, Pringle y Magallanes vieron por primera vez en Lóndres estas chispas, bastando á Walsh para obtenerlas componer una parte de la cadena destinada á ser recorrida por la fuerza eléctrica de dos láminas de metal, aisladas sobre un plano de vidrio y bastante próximas para no dejar entre sí mas que un cortísimo intervalo, distinguiéndose con facilidad estas ráfagas cuando el conjunto del aparato se ha hallado dispuesto en una habitación enteramente oscura. Se obtiene un resultado semejante cuando se sustituye una gran tremielga á un gimnoto eléctrico, como lo ha asegurado Galvani en una memoria ya citada (4); pero esta chispa es mucho mas debil que la que se obtiene por medio del gimnoto, y casi siempre es indispensable para distinguirla sin error, valerse de un microscopio dirigido hácia el pequeño intervalo en que ha de producirse.

Por lo demas, para ver con la claridad suficiente como el gimnoto eléctrico produce pequeñas chispas ó violentas conmociones, formémonos la verdadera idea que debemos tener de sus órganos torporificos.

Puede suponerse que un gran conjunto de membranas horizontales ó verticales, es un compuesto de sustancias casi tan poco capaces de transmitir el

(4) Discurso sobre la naturaleza de los peces.

fluido eléctrico como el cristal y las demas materias á que se ha dado el nombre de *idio-electricas* ó *no conductoras*, y sirven para formar esas vasijas fulminantes llamadas *botellas de Leiden*, ó esos discos tambien fulminantes de que ya en mas de una ocasion hemos hablado. Preciso es considerar los cuatro órganos del gimnoto como hemos considerado los dos órganos de la tremielga; preciso es ver en estos instrumentos una série numerosa de pequeñas planchas de la naturaleza de las fulminantes, una batería compuesta de una extraordinaria cantidad de piezas en algun modo eléctricas. Y como la fuerza de una batería de esta especie debe evaluarse por la estension mas ó menos grande de la superficie de los discos ó vasijas que la forman, yo he calculado cual podria ser la magnitud de un conjunto que se supusiera producido por las superficies reunidas de todas las membranas verticales y horizontales que comprenden los cuatro órganos torporíficos de un gimnoto de trece décimetros de longitud, no contando, sin embargo, por cada membrana sino la superficie de uno de los lados mayores de esta especie de este tabique, y reconoci que dicho conjunto presentaria una estension de trece metros cuadrados por lo menos, es decir, de ciento veinte y tres pies igualmente cuadrados, con muy poca diferencia.

Si se recuerda ahora que nosotros hemos creido explicar de una manera muy satisfactoria el poder de producir fuertes conmociones, poder que ha recibido la tremielga, mostrando que las superficies de las diversas porciones de sus dos órganos eléctricos pueden igualar por su reunion á cincuenta y ocho pies cuadrados; si se recuerdan al mismo tiempo los efectos terribles que producen en nuestros laboratorios algunos discos de cristal, cuya superficie comprende solo algunos pies, no causará asombro que un animal

que encierra en su interior, y puede emplear á su arbitrio un instrumento eléctrico de ciento veinte y tres pies cuadrados de superficie, pueda producir conmociones tales como las que ya hemos descrito.

Para hacer mas ostensible la analogía de un disco fulminante con los órganos torporíficos del gimnoto, es preciso manifestar como puede ser electrizada por la frotacion esta gran superficie de trece metros cuadrados del mismo modo que un disco fulminante ó mágico. Ya hemos hecho observar que el gimnoto nada principalmente por una série de ondulaciones sucesivas y rápidas que imprime á su cola, es decir, á esa larga parte de su cuerpo que encierra sus cuatro órganos. Su natacion ordinaria, sus extraordinarios movimientos, sus rápidos giros, sus agitaciones y la especie de irritacion á que puede entregarse, son otras tantas causas que deben producir sobre la superficie de las membranas verticales y horizontales una frotacion suficiente para acumular alli por una parte, y ratificar por otra, ó por lo menos escitar, renovar, aumentar ó disminuir el fluido único, ó los dos fluidos á que se han referido los fenómenos eléctricos y todos los efectos análogos; y como por una consecuencia de la division del órgano torporífico del gimnoto en dos grandes y dos pequeños, y de la subdivision de estos cuatro órganos en membranas horizontales y verticales, las comunicaciones pueden no ser siempre muy fáciles ni muy rápidas entre las diversas partes de este grande aparato, se puede creer que el restablecimiento del fluido ó de los fluidos de que acabamos de hablar á su primer estado, no se verifica con frecuencia, sino sucesivamente en varias porciones de los cuatro órganos. Estos por lo mismo no se descargan á la vez, y he qui por qué, prescindiendo de otra razon, un gimnoto colocado en una vasija aislada puede continuar por algun tiempo produciendo conmociones, y

por qué tambien pueden quedar en los órganos de un gimnoto que acaba de morir bastantes partes cargadas, para que se experimente un cierto número de sacudidas mas ó menos violentas (1).

¿Y estos fluidos, se preguntará, cualesquiera que sean, de dónde se puede presumir que traen su origen? ó para evitar cuanto sea posible toda hipótesis, ¿cual es el manantial mas ó menos inmediato de esta fuerza eléctrica ó casi eléctrica que se observa en los cuatro órganos, cuya estructura acabamos de manifestar?

Este manantial reside en los nervios, que en el gimnoto torporífico tienen unas dimensiones y una distribución que nos parece conveniente examinar aunque sea de paso.

Primeramente los nervios que parten de la mandíbula espinal son mas anchos que suelen serlo en los peces de igual magnitud, y mas de lo necesario para la conservacion de la vida del gimnoto.

En segundo lugar Hunter ha dado á conocer un nervio notable que en muchos peces se estiende desde el cerebro hasta cerca de la estremidad de la cola, dando origen á muchas ramificaciones, pasando aproximadamente á igual distancia de la espina y de la piel del dorso en la murena anguila, y que se encuentra inmediatamente debajo de la piel en el gado bacalao. Este nervio es mas ancho en igualdad de circunstancias, y se acerca mucho mas á la espina

(1) Uno de los mejores medios de llegar á la verdadera teoria de los efectos producidos por el gimnoto torporífico, y por los demas peces que tienen esta virtud, es el haber recurrido á los curiosos experimentos eléctricos y á las ideas ingeniosísimas, cuya esposicion se encontrará en una carta que me ha dirigido Mr. Aldini del instituto de Bolonia, y que este hábil fisico publicó en aquella ciudad hace cerca de un año (en 1797).

dorsal en el gimnoto eléctrico que en otros muchos peces.

En tercer lugar, de los dos lados de cada vértebra del gimnoto torporífico sale un nervio que estiende sus ramificaciones á los músculos del dorso. Este nervio se estiende entre los músculos dorsales y la espina, esperece pequeñas ramas hasta la superficie exterior del grande órgano, en el cual muchas de ellas penetran, y últimamente se distribuyen entre dicho órgano y la piel del costado. Este nervio continúa, sin embargo, su ruta, primero entre los músculos dorsales y la vejiga natatoria, y despues entre esta misma vejiga y el órgano eléctrico, donde se divide en nuevas ramas que se estienden hácia el tabique vertical, que como ya hemos indicado, se halla entre los dos grandes órganos eléctricos, y allí se separan en ramas mucho mas pequeñas que se dirigen hácia las aletillas y los músculos de la aleta del ano, perdiéndose despues de haber esparcido algunas ramificaciones en esta misma aleta, en sus músculos, y tanto en el pequeño como en el grande órgano eléctrico.

Las ramas que entran en estos órganos son á la verdad muy pequeñas; pero sin embargo mayores que las de cualquiera otra parte del sistema sensitivo y nervioso.

Tales son los conductos que hacen circular en los cuatro instrumentos del gimnoto el principio de la fuerza torporífica; y estos mismos le reciben del cerebro, de donde todos los nervios emanan. Y en efecto, ¿cómo es posible al ocuparnos del gimnoto, asi como de los demas peces torporíficos, no considerar el cerebro como origen de la virtud particular que los distingue, cuando sabemos, por los experimentos de un hábil fisico, que la sustraccion de esta importantísima parte en una tremielga destruye la electricidad ó la

fuerza torporifica de este cartilaginoso, aunque parezca aun tan lleno de vida como antes de haber sufrido esta operacion; mientras que si es el corazon el que se le arranca, no queda privada por algun tiempo de la facultad de producir temblores ó conmociones (1)?

Por lo demas, no perdamos de vista que si no encontramos ningun mamifero, cetáceo, ave, cuadrúpedo oviparo, ni serpiente con esta facultad eléctrica ó torporifica que se ha dejado ya bien probada, á lo menos en dos peces cartilaginosos y en tres óseos, es porque se necesita para dar origen á esta facultad, tanto la abundancia de un fluido ó de un principio cualquiera, que al parecer poseen y producen los nervios, cuanto uno ó muchos instrumentos organizados de tal modo, que presenten una vasta superficie, siendo actos por consecuencia para obrar con eficacia sobre dos fluidos próximos (2), y que estén compuestos por otra parte de una sustancia poco conductora de la electricidad, por ejemplo, de materias viscosas, oleosas y resinosas. Pero de todos los animales vertebrados y de sangre roja, ninguno en igualdad de circunstancias presenta como los peces una cantidad mas ó menos grande de grasa y de líquidos glutinosos y viscosos.

Se observa principalmente en el gimnoto torporifico una abundancia muy considerable de esta materia oleosa, de esta sustancia no conductora, como ya lo hemos notado. Esta untuosidad es muy perceptible

(1) Memorias de Galvani, Bolonia, 1797.

(2) Yo he publicado en 1781 que se debia deducir la explicacion del mayor número de los fenómenos eléctricos, del aumento que producen en la afinidad que los cuerpos ejercen sobre los fluidos que los rodean, la division de estos mismos cuerpos en muchas partes, y por consecuencia el aumento de su superficie.

hasta en la membrana que separa en cada lado al grande órgano del pequeño, y lé aqui por qué ademas de la estensa superficie de sus órganos torporificos, bastante superior á la de los órganos análogos de la torpilla, parece que aquel posee una virtud eléctrica mayor que la de esta última. Por otra parte, el gimnoto habita en un clima mas ardiente que el de esta raya, donde por consecuencia todas las combinaciones y descomposiciones interiores pueden verificarse con mas prontitud y facilidad: y ademas, ¡cuánta distancia no existe entre la frecuencia y la agilidad de las evoluciones del gimnoto, y la naturaleza y número de los movimientos ordinarios de la torpedo!

Pero si los peces están organizados de una manera mas favorable que los demas animales vertebrados y de sangre roja, relativamente á la virtud de producir estremecimientos y conmociones, hallándose dotados de mayor irritabilidad, deben ser tambien mucho mas sensibles á todos los efectos eléctricos, deben estar mucho mas sostenidos al poder de los animales torporificos, y por consecuencia mas espuestos á ser victimas del gimnoto de Surinan (1).

Esta consideracion podria servir para explicar por qué ciertas personas, y particularmente las mugeres que padecen una fiebre nerviosa, pueden tocar un gimnoto eléctrico sin experimentar estremecimiento, y estos hechos curiosos referidos por el sábio é infatigable Federico Alejandro Humboldt están de acuerdo con las observaciones hechas por Henrik

(1) Por una razon semejante sucede que, cuando un torpedo no produce ninguna conmocion sensible, se obtienen todavia señales de la virtud que le resta, sometiendo á su accion una rana preparada como para los experimentos galvánicos. Véanse las memorias de Galvani anteriormente citadas.

Collins, Flagg, en la Carolina meridional. Segun este último fisico no puede dudarse que muchos negros, muchos indios y otras personas pueden detener el curso de la virtud eléctrica ó torporifica del gimnoto de Surinam, é interrumpir una cadena preparada para su comunicacion; fenómeno que ha sido producido especialmente por una muger que el autor conocia desde mucho tiempo antes, y que está afectada de la enfermedad á que muchos médicos dan el nombre de *fiebre ética*.

Estudiando las obras de Galvani, de Humboldt y de otros observadores que se ocupan en trabajos análogos á los de estos dos fisicos, es como se podrá adquirir una idea mas exacta de las semejanzas y diferencias que existen entre la virtud torporifica del gimnoto y demas peces llamados *eléctricos*, y la electricidad propiamente dicha.

Antes de acabar este artículo tenemos el sentimiento de participar á nuestros lectores que las ciencias acaban de perder uno de sus sabios justamente célebres, cual es Mr. Galvani, mientras que Humboldt, principiando una larga série de viages lejanos, útiles y peligrosos, nos obliga á mezclar la expresion del temor que inspira el sentimiento, á las grandes esperanzas que su ilustracion ofrece, y á la gratitud debida á su celo, que se aumenta mas cada dia.



EL GIMNOTO PUTAOL (1).

GYMNOTUS FASCIATUS. LINN., GMEL.; GYMNOTUS PUTAOL. LACEP.; CARAPUS FASCIATUS. CUV. (2).

Este gimnoto se asemeja mucho al eléctrico, y prescindiendo de otros rasgos de analogia, tiene, lo mismo que este, la mandibula inferior mas avanzada que la superior; su cabeza es pequeña, su cola corta, su color amarillento con algunas listas trasversales, con frecuencia ondeadas, y de color pardo, bermejo ó blanco. Este gimnoto vive en los mares del Brasil (3).

EL GIMNOTERO BLANCO (4).

GYMNOTUS ALBUS. LINN., GMEL., LACEP.; CARAPUS ALBUS. CUV. (5).

Este gimnoto tiene la mandibula inferior mas saliente que la superior, y corresponde al primer sub-

(1) *Gimnoto Putaol*, Bonnaterre, lám. de la Enc. met — Pallas, Spicil. Zool. 7, p. 33.—Seba, mus. 3, tab. 32, fig. 1 y 2.—*Carapo*, 2. Marcg. Bras., p. 129.—Pisc., Ind, p. 72.—Kurz schwanz., Bloch, 4, 407, fig. 4.

(2) Del subgénero *carapo*, *carapus*, en el género gimnoto de Mr. Cuv. D.

(3) Se cuentan trece radios en cada una de sus aletas pectorales, y ciento noventa y siete en la del ano.

(4) *Gymnotus albus*.—Seba, Mus. 3, l. 32, fig. 3.—Pallas, Spicil. Zool. 7, p. 36.

(5) Del subgénero *carapo*, *carapus*, en el género gimnoto de Mr. Cu. D.