

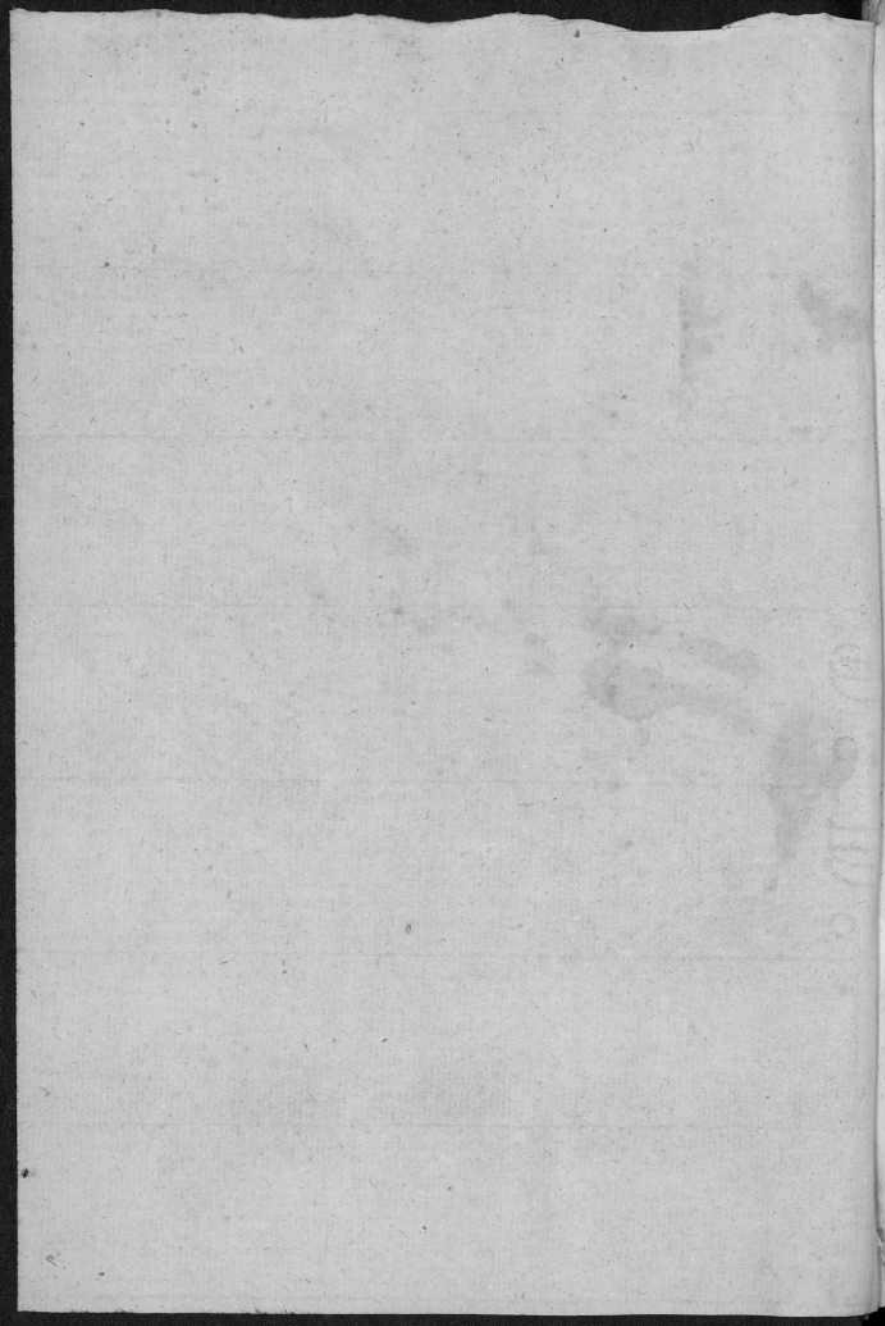
58

17158

~~18000~~

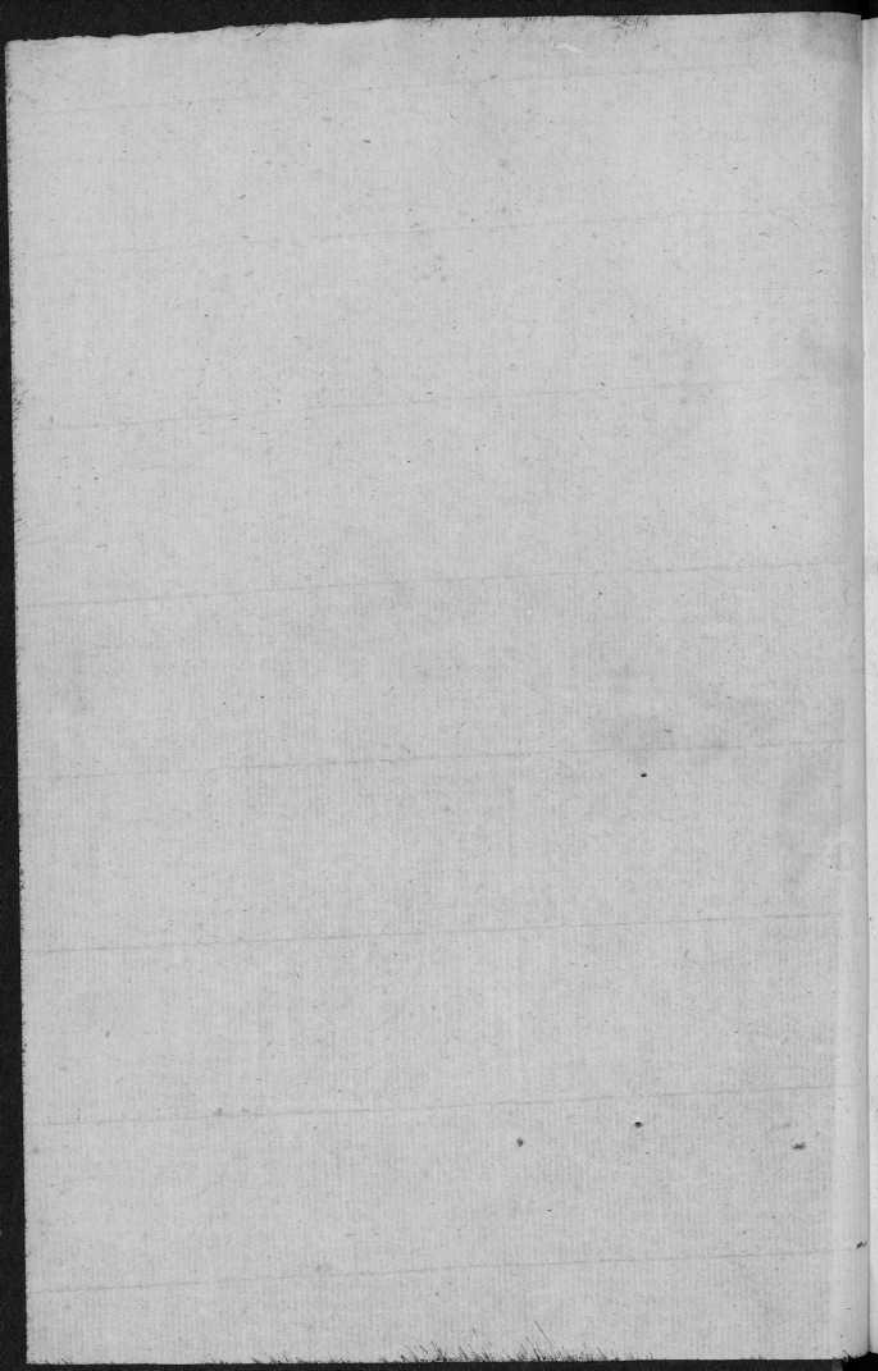
41

481



Escuela de San Carlos Médicos

TRATADO DE FISILOGIA.



Tesoro de las Ciencias Médicas.

TRATADO DE FISILOGIA.

Esta obra es propiedad de la
casa de D. Ignacio Boix, Editor
en Madrid.

TRATADO
DE
FISIOLOGIA,

POR J. MULLER,

**Profesor de anatomía y de fisiología en la universidad
de Berlín, etc.**

Traducido de la cuarta edición alemana, y anotada

POR A. J. L. JOURDAN.

Y del francés al castellano

por los Redactores del **Tesoro de las Ciencias Médicas.**

TOMO CUARTO.



MADRID:

—
IMPRENTA Y LIBRERIA DE D. IGNACIO BOIX, EDITOR.

CALLE DE CARRETAS, NUMERO 27.

—
1846.

TRATADO

DE

FISIOLOGIA

TOMO II. MEXICO, 1887.

Tratado de fisiología y de histología en la actualidad

de fisiología y de

Tratado de fisiología y de histología en la actualidad

de fisiología y de

DE A. JORDAN.

DE A. JORDAN.

por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Químicas de España



FOUNDED

MADRID

IMPRESA Y LIBRERIA DE M. IZQUIERDO BOIX, EDITOR

CALLE DE CALZADA, NUMERO 37

1887

TRATADO

DE

FISIOLOGIA.



CONTINUACION DEL LIBRO TERCERO.

SECCION IV.

DE LAS PROPIEDADES DE CADA NERVIJO EN PARTICULAR.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS PROPIEDADES DE LOS NERVIOS SENSORIALES.

Habiendo sido considerados siempre los nervios como los conductores del choque entre nuestros órganos y el mundo exterior, los médicos no han visto en los de los sentidos mas que simples conductores para las cualidades de los objetos exteriores, hipótesis por la que los cordones nerviosos no harian mas hasta cierto punto que transmitir pasivamente las propiedades de los cuerpos á la conciencia, sin variar en nada las impresiones que producen. En estos últimos tiempos han empezado algunos fisiólogos á analizar estas ideas de trasmision pasiva de las impresiones por los nervios. Si estos no son sino conductores pasivos para las impresiones de la luz, del sonido, de los olores, ¿cómo es que el que está encargado de la olfacion, solamente es accesible á las impresiones de las sustancias odoríferas, y nunca á las de otras, y que ningun otro nervio mas que él desempeña este cometido,

que el que percibe la materia ó las oscilaciones de la luz no oye las vibraciones de los cuerpos conductores del sonido, que el auditivo es insensible á la luz, el gustativo no puede nunca apreciar los olores, y los del tacto no perciben las vibraciones de los cuerpos como sonidos, pero sí como movimientos? Estas consideraciones han puesto á los fisiólogos en la necesidad de atribuir á cada nervio sensorial una receptibilidad específica para ciertas impresiones, y en virtud de la cual es conductor de determinadas cualidades, y no hace papel ninguno respecto á los demás.

Tal era la teoría contra la que nadie presentaba la menor duda hace diez ó veinte años; pero comparándola con los hechos, bien pronto se la encontró insuficiente; en efecto una misma causa, tal como la electricidad puede obrar sobre todos los órganos de los sentidos á la vez; en ellos se encuentra la receptibilidad para dicha causa, y sin embargo cada nervio sensorial la recibe á su modo; ella hace que el uno vea la luz, el otro oiga un sonido, un tercero perciba un olor, que un cuarto aprecie un sabor, y un quinto sienta el dolor ó una conmoción; una misma irritación mecánica, hace apreciar á un nervio una imagen luminosa, oír á otro un zumbido, y sentir á un tercero un dolor. El aumento de la escitación de la sangre produce en un órgano una sensación espontánea de luz, en otro de ruido, en alguno de prurito, dolor &c. Cualquiera que tuviese necesidad de deducir las consecuencias de estos hechos, debía entrever que la receptibilidad específica de los nervios para ciertas impresiones no es bastante; pues siendo accesibles á una misma causa todos los sensoriales, cada uno de ellos la percibe de distinto modo que los demás: así, algunos fisiólogos reconocieron que un nervio sensorial no es un solo conductor pasivo, y que cada nervio de un órgano de sentido especial, posee ciertas fuerzas ó cualidades propias, que las causas de las sensaciones no hacen mas que escitar y obligar á aparecer. *La sensación es, pues, la trasmisión á la conciencia, no de una cualidad ó un estado de los cuerpos exteriores, sino de una cualidad ó estado de nuestros nervios, determinado por una causa exterior.* No sentimos el cuchillo que nos ocasiona dolor, sino el estado doloroso de nuestros nervios. La oscilación de la luz puede ser mecánica, y no es en sí misma una sensación de luz, pues aun cuando ella pudiera llegar á la conciencia, nunca produciría otra cosa que la

sensacion de una oscilacion: solo obrando sobre el nervio óptico, intermedio entre la causa y la conciencia, es apreciada como luz. Las vibraciones de los cuerpos, no constituyen por sí mismas sonidos, pues este resulta de la sensacion obtenida por la cualidad del nervio acústico; porque las mismas vibraciones de los cuerpos, al parecer sonoras, no producen en los nervios del tacto mas que la sensacion de un temblor; así, solo por los estados que las causas estereiores suscitan en nuestros nervios, entramos en relacion con el mundo exterior por lo que toca á las sensaciones.

Esta verdad, que se deduce de un análisis simple é imparcial de los hechos, no solo nos impulsa á reconocer que los diferentes nervios del sentimiento estan animados de fuerzas especiales, independientes de la diferencia general que existe entre ellos y los motores; sino tambien nos enseña el modo de desterrar para siempre de la fisiologia una multitud de errores que se refieren á la aptitud pretendida de los nervios para reemplazarse mutuamente. Se sabe hace mucho tiempo que los ciegos no pueden distinguir los colores, como tales, con los dedos; pero nosotros concebimos la imposibilidad de los hechos que pueden esplicarse por un gran número de otros hechos. Por grande que sea la perfeccion á que el ejercicio pueda llevar al tacto en los dedos de un ciego, nunca dejará de hacerlo en cualidad de nervios tactiles, es decir del referido sentido.

Esto refuta tambien las hipótesis relativas á una pretendida compensacion del nervio óptico ó del olfatorio por el trigémino. Se ha negado la existencia del nervio óptico á ciertos animales privados de ojos, tales como el topo y el camaleon, y han querido que en ellos se verificase la vision por el ramo oftálmico del trigémino. Sin embargo, relativamente al topo, se trata aquí de un hecho mal observado, y probablemente el camaleon se encuentra en el mismo caso. El topo tiene un nervio óptico muy delgado, y un quiasma sumamente fino, como me lo enseñó Henle. Se ha dicho que en los cetáceos, en los que el nervio olfatorio es sumamente pequeño y rudimentario segun Blainville, Mayer, Treviranus, es reemplazado este nervio por las ramas nasales del trigémino (1); pero lo que prueba cuán escasa de fun-

(1) TREVIRANUS, *Biologie*, t. V, p. 342.

damento se halla esta asercion es, que no existe una sola circunstancia que demuestre, ni aun de la manera mas remota, que los cetáceos tengan olfato. Magendie ha creído demostrar que el nervio olfatorio no es el nervio de la olfacion, sino que la facultad de percibir los olores debe residir en los nasales del trigémino (1). Sus argumentos estan fundados en que la destruccion del nervio olfatorio, no es un obstáculo para que se perciba el olor del vinagre, amoníaco, aceite de espliego y el aceite animal de Dippel; porque cuando se introducian estas sustancias en la nariz, el animal se frotaba dicha region con sus patas y estornudaba. Pero segun ha demostrado Eschricht (2), y que cualquiera lo conoce fácilmente, lo único que se deduce de esto es que los nervios olfatorios solo sirven para la olfacion, y que no son nervios tactiles de la nariz, en razon á que cuantas sustancias acabamos de mencionar, escitan tambien la sensibilidad general de la membrana pituitaria, que depende de los ramos nasales de los trigéminos. La carne no despidе mas que una sensacion de olor, y por lo que á ella se refiere, Magendie mismo confiesa que despues de haberla envuelto en un papel, no la percibia un perro privado de los nervios olfatorios. Los hechos que refieren Rudius, Bolpink, Maqnenus y Oppert, Baillou, Loder y Serres, prueban que el hombre no goza del olfato cuando le faltan los olfatorios ó estan destruidos (3). Sin embargo, Mery y Berard pretenden haber observado dicho sentido en sugetos que tenian una induracion de los nervios olfatorios ó en los lóbulos anteriores del cerebro (4) ¿Pero quién nos asegura que no se hayan equivocado, como Magendie, confundiendo las sensaciones tactiles de la nariz con las olfatorias (5)?

(1) *Journal de physiol.*, t. IV, p. 169.

(2) *Diss. de function. primi et quinti paris in olfactorio organo.* en MAGENDIE, *Journal*, t. VI, p. 339.

(3) *Cons. á ESCHRICHT, loc. cit.*—BACKER, *Comment. ad physiol.* Utrecht, 1830.

(4) MÉRY, *Hist. de l'ant.*, por PORTAL, t. III, p. 604.—MAGENDIE, *Journal*, t. V, p. 17.

(5) Refiriendo Berard el hecho citado. añade él mismo (MAGENDIE, *Journal*, t. V, p. 22) que las noticias sobre la sensibilidad olfativa del enfermo se habian adquirido despues de la abertura del cadáver, espresando su conviccion de que eran falsas.

(N. del T. F.).

En otro tiempo se admitía que el nervio auditivo, en los peces, era reemplazado por el trigémino. Scarpa y Cuvier creyeron también semejante sustitución: y Weber (1) nos dice que en algunos peces como el *Silarus Glanis* y la *Muraena anquilla*, el nervio trigémino envía un filete al acústico. Pero, según este anatómico, hay un nervio accesorio del órgano auditivo, que nace ya del mismo cerebro, ya del trigémino ó vago, y va á distribuirse á la ampolla del conducto posterior y al saco. Las rayas tienen un nervio accesorio del auditivo que nace del mismo cerebro. Según Buechner (2), el nervio acústico accesorio que se distribuye por el saco y la ampolla posterior no constituye en algunos peces óseos una rama suministrada por otros nervios, sino mas bien un manojito especial que sale de la medula oblongada. Schelemm y d' Alton han observado en la lamprea un nervio acústico accesorio que va al laverinto, y que nace del facial; observacion que yo he tenido ocasion de hacer en los mixinoides. Preciso es no dar demasiada importancia á la observacion de que el nervio acústico accesorio nace algunas veces de otros nervios; pues esto no es mas que una simple yuxtaposicion de fibras diferentes, como en el lingual del hombre, que es realmente á la vez nervio gustativo y táctil de la lengua, y sin embargo debemos admitir la coexistencia de fibras totalmente diferentes, unas para el gusto y otras para el tacto. He aquí la razon por qué la fisiologia no puede sacar ningun partido de la observacion de Treviranus (3), que asegura que el nervio del vestibulo en algunas aves es una rama del facial. En el ánade, este nervio constituye una rama del acústico, el facial no hace mas que pasar muy inmediato á él. Por otra parte ¿que probará para la fisiologia la yuxtaposicion en una misma vaina de fibras que desempeñan funciones diferentes?

Parece que el nervio gustativo nunca constituye un nervio aparte, sino que sus fibras siempre estan reunidas con las de otros.

Se ha observado la pérdida del gusto á consecuencia de

(1) *De aure et auditu*. Léipzig, 1820.

(2) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, t. II, liv. 2.

(3) *TIEDEMANN'S Zeitschrift*, V.

una lesion del nervio trigémino en algunas enfermedades (1): y Bishop y Romberg (2) han reunido varios hechos análogos. Pero tambien se ha visto lo inverso, es decir conservar la lengua su facultad gustativa en casos que habia perdido la tactil, y en el que todos los órganos por los que se distribuia el trigémino estaban insensibles (3). Los resultados de los experimentos fisiológicos adolecen de la misma contradiccion. Magendie ha observado la pérdida del gusto á consecuencia de la seccion del nervio lingual, fenómeno que se ha realizado tambien en los experimentos de Mayo, y en los que han hecho Gurll y Kornfeld. Por el contrario, segun Panizza (4), subsistia el gusto en los animales despues de cortado dicho nervio; trataban de comer el pan, la leche y carne que les presentaban mezcladas con la coloquintida ó la corteza de casia, pero al momento dejaban á un lado estas sustancias, mientras que las tragaban sin la menor dificultad despues de la seccion del glosó-faríngeo; por consiguiente Panizza considera al lingual como un nervio simplemente tactil, y al glosó-faríngeo como el que preside á la funcion del gusto, opinion que han adoptado Valentin y Bruns.

De todos modos, el nervio glosó-faríngeo no puede ser simplemente sensitivo, porque su raiz es mista, en parte gangliónica y en parte desprovista de gánglio; una porcion de sus filetes se distribuyen solo por un músculo, el estilo-faríngeo, y cuando se irrita su raiz, se determinan convulsiones en dicho músculo.

En los experimentos hechos por Gurll, Horufelo y yo subsistia el gusto de un modo manifesto despues de la seccion del glosó-faríngeo; sin embargo, ofrecen dichos experimentos tantas dificultades que el que ejecuta puede caer fácilmente en mas de una ilusion. Cuando tienen hambre los caballos comen su pienso impregnado en las sustancias mas amargas aun cuando conserven sus nervios en el mayor grado de integridad: de modo que la presencia ó falta de la facultad gustativa debe conocerse en ellos, no porque

(1) PARRY, *Elements of pathol. and therap.*, t. V, 1.

(2) MULLER'S *Archiv*, 1834, p. 132; 1836, p. 305.

(3) MULLER'S *Archiv*, 1840, p. 72.

(4) *Ricerche sperimentali sopra i nervi*, Pavia, 1834.

coman sustancias amargas, sino por el modo como lo ejecutan (1). Los experimentos de Alcock (2) tampoco han tenido un resultado decisivo; la facultad de percibir los sabores amargos estaba abolida, despues de la seccion del glosó-faríngeo; pero cortado el lingual solo faltaba en la parte anterior de la lengua. Probablemente ambos nervios tienen la facultad de transmitir la impresion de los sabores.

Además, el nervio lingual es susceptible tambien de sensaciones tactiles, pues á él y al glosó-faríngeo debe la lengua ser sensible á la accion mecánica de los objetos exteriores y al dolor. La seccion de este nervio es sumamente dolorosa, observacion que hemos hecho juntamente con Magendie y Desmoulins; acaso contenga fibras especiales yusta puestas para la sensacion del gusto y la del tacto; pudiendo comprender, en todo caso, á la cuerda del tambor en la porcion tactil.

Las fibras gustativas pueden reunirse á nervios muy diversos: y el gustativo en las aves procede de una rama del glosó-faríngeo, mientras que en las ranas viene del vago.

Magendie asegura haber observado la parálisis de casi todas las funciones sensoriales despues de la seccion del tronco del trigémino en el cráneo (3): así que, admitia la abolicion de la vista porque el animal no fijaba los ojos en la luz de una lámpara. Pero sucede con frecuencia que los conejos se muestran insensibles á dicha luz, sin que por esto haya necesidad de cortarles el trigémino. El autor citado confiesa que haciendo caer directamente la luz solar sobre el ojo en un lugar oscuro, el animal operado cerraba los párpados, efecto que se ponia mas en claro si se concentraban los rayos solares por medio de una lente. Pasa despues á probar por una multitud de experimentos sobre los animales, lo que por desgracia sabemos por un gran número de hechos observados en el hombre, es decir, que el trigémino no puede percibir la luz cuando el óptico se halla paralítico; pero

(1) V. KORFELD, *De functionibus nervorum linguæ experimenta*. Berlin, 1836.

(2) *Lond. Med. Gaz.*, 1836.—Los experimentos de Longet (*Anat. et physiol. du syst. nerv.*, 1842, t. II, p. 226) no son mas favorables á la doctrina de Panizza.

(3) *Journal de Physiol.*, t. IV, p. 302.

opina que su sensibilidad es al menos necesaria para que el nervio óptico desempeñe cumplidamente la facultad de ver. Otro tanto cree respecto del trigémino para la audicion. Si despues de la seccion de un nervio tan voluminoso como el trigémino no se halla inmediatamente apto el animal para hacerle objeto de nuevos esperimentos de irritacion, lo único que deberemos deducir de esto es que la lesion ha sido considerable. Sabemos que la seccion de los troncos gruesos nerviosos, por ejemplo la del mismo óptico, determina accidentes nerviosos terribles. A mi ver, el nervio trigémino no ejerce absolutamente influencia alguna, ni en la vida ni en la audicion y la olfacion. En un epiléptico que padecia una oftalmía con opacidad de la córnea derecha, y que por consiguiente no veia con el ojo del mismo lado, y en cuyo enfermo sobrevino además la insensibilidad del párpado de la nariz y de la lengua en el lado derecho, sordera en el oido correspondiente á dicho lado y estado escorbútico de las encías, observó Serres una degeneracion de la gran porcion del trigémino hasta el puente de Varolio (1). Pero, aunque la ceguera dependia de la opacidad de la córnea, no podemos menos de conocer que las demás alteraciones sensoriales se esplican sin dificultad por las convulsiones que la degeneracion del cerebro habia promovido en el lado derecho. Por lo demás, las consecuencias deducidas de este hecho quedan refutadas completamente por otro caso de degeneracion del tronco entero del trigémino (2), en el que el individuo se hallaba acometido de una insensibilidad de todo el lado izquierdo de la cabeza, nariz, lengua y ojo, y no obstante conservaba en toda su integridad la facultad de la vision (3).

(1) MAGENDIE, *Journal*, t. V, p. 232.

(2) MULLER'S *Archiv*, 1834, p. 132.

(3) *Consúltese* la obra de Longet (t. II, p. 191 y siguientes) acerca de los hechos patológicos relativos al trigémino.

CAPITULO II.

PROPIEDADES DE LOS NERVIOS NO SENSORIALES.

Nervios oculares.

La influencia del nervio óculo-muscular y del naso-ciliar sobre el iris, merece un estudio particular. Desmoulins dice que segun los esperimentos de Fowler, Reynhold y de Nysten, se determina la contraccion del iris aplicando una corriente galvánica al tercer par (1); y las de Mayo han consignado que el óculo-muscular comun determina los movimientos del iris por la raiz corta del gánglio oftálmico, y que la larga que nace del naso-ciliar, no toma ninguna parte en estos movimientos (2).

He aquí cuáles son los resultados de los esperimentos hechos en trece pichones vivos, animales que segun las investigaciones de Muck (3), tienen dos raices en su gánglio oftálmico, una que viene del óculo-muscular y la otra del trigémino.

1.^o La seccion del nervio óptico en el cráneo, determina la dilatacion de la pupila, la cual no vuelve á contraerse mas, por intensa que sea la luz. Magendie ha observado tambien la dilatacion de la pupila é inmovilidad del iris despues de la seccion del nervio óptico, en los perros y gatos; pero en los conejos y cochinitos de Indias esta operacion iba seguida de la contraccion é inmovilidad del iris.

2.^o La seccion del óculo-muscular comun en el cráneo de un pichon vivo, dió el mismo resultado en ambos casos, es decir, tanto despues de la seccion del nervio óptico, como despues de la del óculo-muscular, el ojo conservó su sensibilidad en la superficie.

3.^o La seccion del trigémino en el cráneo no produjo

(1) *Anat. du syst. nero.*, t. II, p. 692.

(2) *Anatomical and physiological commentaries*. Londres, 1823.—MAGENDIE, *Journal*, t. III, p. 348.

(3) *De ganglio ophthalmico*. Landshnt, 1815.

ningun cambio en los movimientos del iris; pero la superficie del ojo perdió su sensibilidad por depender de las ramas del nervio oftálmico que se distribuye por la conjuntiva.

4.º Cuando se irrita mecánicamente el nervio óptico en el cráneo de un conejo vivo ó inmediatamente despues de cortarle la cabeza, el iris se contrae siempre y la pupila se estrecha; fenómenos que tambien observó Flourens (1).

5.º Lo mismo se observa cuando se ejecutan tracciones en el óculo-muscular comun.

6.º Las irritaciones mecánicas del quinto par no ejercen ninguna influencia sobre la pupila.

7.º Cuando se corta el nervio óptico en el cráneo de un conejo inmediatamente despues de quitarle la cabeza y se irrita la porcion unida al ojo, la pupila no sufre ningun cambio; pero si la accion mecánica obra sobre la parte del nervio que está en relacion con el cerebro, se contrae la pupila; del mismo modo que si no estuviera cortado el nervio óptico.

8.º La seccion del quinto par en nada modifica el estado de la pupila.

9.º Despues de la seccion del tercer par, la irritacion del nervio óptico no ejerce ningun influjo sobre la pupila, bien sea que este se halle entero ó cortado.

Podemos deducir de estos esperimentos con toda certeza que el nervio óculo-muscular comun da la fuerza motriz al gánglio oftálmico y á los nervios ciliares y que la luz no obra inmediatamente sobre estos; pero que la irritacion de la retina y del nervio óptico se trasmite al cerebro, reaccionándola este á su vez sobre el óculo-muscular comun, y la corta raiz motriz del gánglio oftálmico. Esta conclusion tambien se desprende del hecho demasiado conocido que en los casos de amaurosis ó parálisis de la retina, el iris del ojo enfermo carece de movimiento aun cuando la luz caiga sobre él, mientras que lo ejecuta cuando dicho cuerpo hierre al otro ojo. Además, se deduce de los esperimentos de Mayo, que la sensibilidad general del ojo procede del trigémino, quien da la sensibilidad á la conjuntiva por las ra-

(1) *Rech. sur les propriétés et les fonctions du système nerveux.* Paris, 1842.

mas del nervio oftálmico, y en el interior del ojo por la larga raiz del gánglio del mismo nombre. Las ramificaciones del gran simpático presiden á la nutricion del ojo; y ya hemos visto como este nervio influye sobre dicho fenómeno por su union con el gánglio oftálmico, y que la destruccion del gánglio cervical superior va seguida de oftalmía con exudacion. La seccion del trigémino produce la inmovilidad del iris en los conejos, perros y gatos, segun los experimentos de Magendie; y en tal caso se encuentra dilatada la pupila en los perros y gatos y contraida en los conejillos de Indias y los conejos (1), de modo que debe haber una reaccion sobre el cerebro.

He dicho anteriormente que cuando el nervio óculo-muscular hace mover el ojo, se halla tambien el iris impedido á ejecutar los movimientos. El caso en que con mas facilidad se verifica la contraccion del iris, es cuando se vuelve uno de los ojos hácia dentro, y entonces se verifica en ambos ojos, por mas que sea uno solo el que cambie de situacion.

Como los ejes visuales son convergentes, y los ojos estan mas vueltos hácia dentro que lo natural, cuando se mira un objeto próximo, y por el contrario, dichos órganos estan mas separados entre sí cuando se fijan sobre objetos distantes, resulta que la pupila es mucho mas estrecha en el primer caso y mas ancha en el segundo.

Los movimientos del iris no son mas voluntarios en las aves que en nosotros; la pupila de estos animales se estrecha mucho cuando nos acercamos á ellos y escitamos sus pasiones.

Contraida la pupila durante el sueño, puede todavía estarlo por medio de la irritacion de la luz, como nos lo demuestran las observaciones de Hawkins referidas por Mayo. Cuando nos levantamos se ensancha la pupila por algunas contracciones irregulares.

La anatomía comparada confirma en general los resultados de la fisiología. Se componen en general los nervios ciliares de filetes del óculo-muscular comun y del nasal. Se observan respecto á esto las diferencias siguientes.

1.^o Las ramas del óculo-muscular comun y del nasal

(1) DESMOULINS, *Anat. des syst. nero.*, t. II, p. 712.

se reunen entre sí como raíces del gánglio oftálmico (1). Los nervios ciliares son ramas ya del gánglio, ya del mismo nervio nasal. Segun los esperimentos de Muck y Tiedemann, se verifica esto en el perro, la liebre, el bucy, la oveja, cabra, ciervo, corzo, cerdo, buho, pichon, papagayo, ganso, pavo, avefria, y tambien, segun Bojánus, en la tortuga.

2.^o El gánglio pertenece inmediatamente á la raíz del nervio óculo-muscular comun, y una parte de los ciliares que produce pasan al ojo, mientras que los demás se unen en forma de arco con los ciliares del nasal, que en parte tambien se distribuyen por el ojo. En tal caso se encuentran el gato, alcon, garza, pollo, ánade, mirlo y estornino; yo lo considero como una simple variedad del precedente.

3.^o Muck ha encontrado en el conejo que no habia ninguna relacion entre la raíz del óculo-muscular y la del nasal, y que los dos nervios suministraban de por sí los ciliares. Segun Retzius, este gánglio está situado casi en la vaina del óculo-muscular.

4.^o Desmoulins pretende que no existen nervios ciliares procedentes del nasal en el conejo, cabiel y rata de agua, de modo que en estas el óculo-muscular suministra los ciliares. Asegura tambien que estos animales como los roedores en general, carecen de gánglio oftálmico.

5.^o No existe ningun animal cuyo iris tenga movimiento, que no reciba los ciliares del óculo-muscular, y que aquellos nervios procedan únicamente del nasal. El óculo-muscular es siempre el origen principal de los ciliares, mien-

(1) Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 388) tuvo ocasion de observar en el hombre una raíz motriz muy manifiesta que iba del *nervio motor ocular externo* al gánglio oftálmico. Cita tambien una observacion de parálisis completa del óculo-muscular en la que subsistian los movimientos del iris. Habiendo muerto el enfermo de otra enfermedad, encontró en la autopsia un ramito que pasaba desde el motor ocular externo al gánglio oftálmico. Además, Longet dice que posee una pieza en la que se demuestra la falta de dicho gánglio (en el hombre). Los filetes del óculo muscular comun y de otros que vienen del nasal pasan *directamente* al iris. A. Lauth (*Man. de l'anatomiste*, Strasbourg, 1829) refiere que su padre habia encontrado una vez esta misma anomalia. (*N. del T. F.*)

tras que el iris es movable. A la verdad Muck y Tiedemann han pretendido que no existe gánglio oftálmico en el caballo, y que el óculo-muscular de este animal no produce los ciliares; pero Retzius ha encontrado el gánglio, aunque de una pequeñez extraordinaria, y ha visto las dos raíces que le producian reuniéndose (1). Probablemente Muck se ha equivocado cuando sentó que en la ardilla el óculo-muscular común no contribuye nada para la producción de los ciliares.

6.º El iris es inmóvil en casi todos los pescados. Muck y Tiedemann han encontrado en el *Salmo Hucho* los nervios ciliares que provenian del óculo-muscular y del nasal y que se unian parcialmente entre sí; en la carpa estos nervios nacen del óculo-muscular. Segun las investigaciones de Schlemm y de D'Alton, los peces no se diferencian de otros animales relativamente á los nervios ciliares, y dichos autores han encontrado sus dos raíces ordinarias (2).

7.º En los mamíferos el nervio abductor se distribuye tambien por el músculo suspensor y en las aves da filetes á los músculos de la membrana.

8.º En los cetáceos, segun Rapp y Bruns, el nervio trigémino suministra ramas óculo-musculares, cosa que tambien observa, segun Schlemm y D'Alton, en la lamprea.

9.º Schlemm opina que en la lamprea no hay mas que dos óculo-musculares, el óculo-motor y el patético que se unen en la órbita.

10.º Los mixinoides, que no tienen músculos oculares, carecen del tercero, cuarto y sexto pares cerebrales.

Desmoulin y Magendie dicen á propósito de la influencia del cerebro sobre los nervios oculares, que despues de la seccion de los pedúnculos del cerebello en direccion del puente de Varolio en los mamíferos, el ojo del lado en que se ha practicado la seccion se dirige adelante y abajo, y el del lado opuesto arriba y atrás: el mismo fenómeno se verifica despues de la seccion del puente de Varolio.

(1) *Isis*, 1827, p. 997.

(2) MULLER, *Archiv*, 1837, LXXVIII.

Nervio trigémino.

Ya he hablado estensamente de la porcion sensitiva y motriz de este nervio al ocuparme de los del sentimiento y movimiento; he demostrado que su primera y segunda rama producen filetes esclusivamente sensitivos; mientras que la tercera, compuesta por la mezcla de dos porciones del nervio produce ramos sensitivos y motores, á saber, entre los primeros el dentario inferior, temporal superficial y lingual, y entre los segundos el masetérico, bucinador, temporales profundos, terigoideo y milohioideo.

Este nervio importante que mantiene el sentimiento en la parte anterior y lateral de la cabeza, y juntamente en la porcion cefálica de las membranas mucosas (conjuntiva, pituitaria, mucosa de la boca), y que por su porcion pequeña es al mismo tiempo motor de los músculos masticadores, comunica por cada una de sus tres principales ramas con el gran simpático; lo que induce á creer probablemente que entren tambien fibras orgánicas en la composicion de sus ramitos.

1.^o La primera de estas anastómosis es la del nervio naso-ciliar con el gánglio oftálmico que recibe un filete del gran simpático. Con mucha facilidad se reconoce en el buey que la primera rama del trigémino recibe tambien fibras orgánicas aparte del gran simpático que se une con el nervio abductor.

2.^o La segunda se une tambien con el gran simpático por medio del gánglio esfen-opalatino precisamente en el punto en que el filete petroso profundo del nervio vidiano que viene de la parte carotidea del gran simpático se une con la segunda rama del trigémino. En el buey el ramo profundo del nervio vidiano que proviene indudablemente del gran simpático, suministra no solo los filetes al gánlio esfenopalatino, sino tambien otros muchos que van á la segunda rama del trigémino. El ramo superficial del nervio vidiano que pasa desde la segunda rama del trigémino al nervio facial parece tener distinta significacion que el ramo profundo que va desde el gran simpático á la segunda rama del trigémino. Arnold lo considera como emanando realmente de esta segunda rama, y que va á confundirse con el nervio facial, y Bidder dice que sirve para conducir las fibras

motrices del facial en los filetes de la segunda rama del trigémino, destinados á los músculos del paladar (1). El nervio vidiano de las serpientes da una rama muscular al retractor de la mandíbula superior, entre la segunda rama del trigémino y el facial. Sin embargo, la porcion motriz del trigémino suministra mas adelante una rama que va al nervio vidiano, de la que puede proceder este filete muscular. En las aves, segun las observaciones de Schlemm, el gran simpático comunica por medio de un nervio análogo al vidiano, no con la segunda rama del trigémino, sino con la primera, en la órbita.

3.^o La tercera anastómosis entre el gran simpático y el trigémino es la que se verifica con el maxilar inferior por medio del gánglio ótico (2). Este gánglio comunica con

(1) Longet (*Anat. du syst. nerv.*, p. 413, 450) considera á la mayor parte del ramito superficial del nervio vidiano como la raiz motriz del gánglio eseno-palatino, haciéndola depender del nervio facial. La asemeja á la raiz motriz que el óculo-muscular comun envia al gánglio oftálmico. Este autor ha explicado cómo se efectua la deviancion de la campanilla en ciertos casos de hemiplegia facial, debida á la lesion del sétimo par (*facial*), probando que este nervio por el intermedio del ramo superficial del vidiano (gran nervio petroso) envia filetes á los músculos elevadores del velo del paladar (palato-estafilinos y peristafilinos internos); para él estos filetes son análogos á los ciliares motores del iris, y dice, así como la lesion del óculo-muscular comun determina la parálisis del iris, del mismo modo la lesion del nervio facial *delante del matus de Falopio*, paraliza en parte el velo del paladar, pero como esta última parálisis no se produciría si la lesion estuviese situada debajo del acueducto que da paso al gran nervio petroso, la observacion de Longet podria guiar á los patólogos en el diagnóstico del asiento de la causa paralizante, autorizándole á decir que la lesion morbosa se aproxima mas ó menos al centro nervioso segun que la deviancion de la campanilla acompaÑe ó no á la hemiplegia facial. (*N. del T. F.*)

(2) KRNOLD, *Ueber den Ohrknoten*. Heidelberg, 1828.—Cons. á SCHLEMM, en FRORIEP, *Notizen*, n.º 660.—MULLER, en MECKEL'S *Archiv*, 1832, p. 67.—HAGENBACH, *Disq. circa musc. auris internæ, adjectis animadversionibus de ganglio otico*. Båle, 1833.—BENZ, *De anastomosi Jacobsonii et ganglio Arnoldi*. Copenhagen, 1833.—V. sobre la historia de este gánglio y de sus nervios á MULLER'S *Archiv*, 3837, p. 284.

el tronco de la tercera rama á cuyas ramificaciones envia fibras orgánicas. Segun Bendz forma parte de los nervios vegetativos que , procediendo del gánglio cervical superior, acompañan á la arteria carótida esterna, despues á la maxilar interna, y últimamente á la meníngea media.

Del gánglio parten dos nervios que van á la caja del tambor, uno de ellos pertenece al mismo gánglio, y otro que parece venir solo , es una rama del terigoideo interno, segun Schlemm lo ha demostrado. Esta segunda rama es el nervio motor del músculo interno del martillo descubierto por Comparetti. En la ternera atraviesa el gánglio ótico. El otro llamado pequeño petroso superficial y que nace del mismo gánglio, penetra en un canal particular del peñasco que está situado delante y al lado esterno de la entrada del acueducto de Falopio , pasa de este canal á la caja del tímpano y se junta con la anastómosis de Jacobsom. Da tambien un ramito á la expansion del nervio facial. Esta anastómosis, cuyo arco principal reposa sobre el promontorio de la cavidad timpánica, une el nervio timpánico del gánglio ótico con el ramo carótico-timpánico del gran simpático; y el ramo timpánico del gánglio petroso del nervio glosio-faríngeo no parece venir de él , sino mas bien volver y mezclar sus fibras orgánicas con dicho nervio en el sitio del gánglio petroso.

Todo este aparato de fibras nerviosas orgánicas que parte del gánglio ótico, parece destinado á mezclar las fibras orgánicas con la tercera rama del nervio trigémino, el séptimo y noveno par, y á proveer de estas fibras la caja del tambor y en especial su membrana mucosa. Y por el contrario, el gánglio ótico parece que no tiene ninguna relacion con el oido. Ahora se concibe cómo en medio de tal cantidad de fibras orgánicas que estan entrelazadas con el nervio trigémino por qué en los esperimentos de Magendie, la seccion de este último alteraba las funciones nutritivas del ojo, de la encía y de la lengua; y tambien se entreve por qué las membranas mucosas del ojo, nariz y caja del tambor, tienen tal propension á ser acometidas simultáneamente de afecciones catarrales.

El gánglio maxilar, situado al lado del ramo lingual de la tercera rama del trigémino, se parece al gánglio oftálmico en estar compuesto de fibras orgánicas, y filetes del sistema nervioso de la vida animal. Segun las observaciones

de Haller, Bock y Arnold, recibe un filete del gánglio cervical superior que le llega con la arteria facial. De este filete y de la masa gangliónica pueden depender acaso los efectos orgánicos que el gánglio ejerce sobre la secreción de la saliva en la glándula submaxilar. Además, el gánglio recibe según Arnold, una rama de la cuerda del tambor, unida al lingual, mientras que el tronco de esta cuerda continúa quedándose con el último. Como la cuerda del tambor procede del facial, que solo es nervio motor, este filete puede esplicar la acción motriz que ejerce por los filetes que el gánglio maxilar envía al conducto de Wharton. Además, Arnold indica algunos filetes que salen del mismo nervio lingual, para reunirse con el gánglio maxilar, y que pueden servir para mantener la sensación en la glándula y su conducto escretor. De este modo es como el gánglio se semeja al oftálmico, respecto á sus raíces que provienen de tres orígenes diferentes: y según Arnold, suministra filetes grises tanto á la glándula y conducto escretor, como al nervio lingual.

La anatomía comparada del nervio trigémino, todavía está envuelta en alguna oscuridad. Sin embargo, este nervio se conduce en los animales superiores casi lo mismo que en el hombre, ya respecto á su distribución, ya á sus propiedades fisiológicas. Es el principal nervio sensitivo de la cara; así, según Rapp (1), las fibras sensitivas de los folículos de donde salen los pelos del bigote en los animales, proceden del infraorbitario, mientras que el facial preside á los movimientos de dichos folículos.

En los animales cuyo hocico está dotado de un tacto exquisito, el nervio infraorbitario tiene mas volúmen que los demás: fenómeno que es idéntico en los que están provistos de trompa.

He observado en las culebras y lagartos que la primera rama del trigémino forma su gánglio independientemente de la segunda y tercera. Y en muchos animales la primera rama contiene los filetes destinados á los músculos oculares. Esto es lo que se observa en los cetáceos, según

(1) *Die Verrichtungen des fuenften Nervenpaares.* Leipzig, 1832.

Rapp y Bruns; en la lamprea, segun Schlemm y D' Alton, y en la rana, segun Volkmann (1).

En sentir de este último, en la rana, el quinto par da una rama que atraviesa la caja del tambor, y va á juntarse con la glosó-faríngea del vago, ó el glosó-faríngeo.

En los torpedos, la region anterior del órgano eléctrico recibe tambien una rama del trigémimo, mientras que los principales nervios de este aparato, proceden de las ramificaciones del vago. En las rayas una rama del trigémimo se distribuye por los tubos mucíparos subcutáneos; respecto á las carpas el nervio vago y el último cerebral, que va á los músculos de la aleta pectoral reciben tambien una porcion del trigémimo, segun las observaciones de Weber (2), que ha visto igualmente en la lamprea de rio una rama del trigémimo que iba á la aleta yugular.

E. H. Weber ha descubierto, en muchos peces, además de la rama del vago que sigue la línea lateral, en los músculos del pecho hasta la cola, otro nervio longitudinal que procedia del trigémimo. Tales son el *Silurus Glanis* y la lamprea (3). Este nervio lateral del trigémimo se unia de la manera mas íntima con los raquídeos; lo que no hacen por cierto los que nacen del vago.

Nervio facial.

El nervio facial es el motor principal de la cara; pues su dominio se estiende á todos los músculos de dicha region, y de la oreja hasta el occipital; además tambien preside á otros, como al vientre posterior del digástrico (pues el anterior lo es por el milo-hiideo), el estilo-hiideo y el cutáneo (4). De aquí resulta que es á la vez el nervio de la fi-

(1) MULLER'S *Archiv*, 1837, LVII, LXXIX; 1836, 76.

(2) MECKEL'S *Archiv*, 1827, p. 313.

(3) *De aure et auditu*. Léipzig, 1820.—MECKEL'S *Archiv*, 1827, p. 304.

(4) Segun Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 457), el nervio facial preside además á la contraccion de todos los músculos del velo del paladar, excepto el peristafilino esterno (*tensor de dicho velo*), que lo está por la raiz motriz del trigémimo. Por la mediacion del gran nervio petroso y del gánglio eseno-pala-

sonomía y el respirador de la cara, cuando se afecta siempre que los movimientos respiratorios se ejecutan con mas energía que de ordinario, ó con esfuerzos, principalmente en los hombres de una constitucion débil.

A medida que disminuyen en los animales los músculos de la cara, y la espresion de las pasiones, se hace menor tambien el volúmen del nervio. En los que tienen trompa movible, es muy grueso, y en el elefante la rama que se dirige á la trompa iguala al nervio ciático del hombre, cuando las ramas del quinto par se dirigen á la estremidad táctil de la prolongacion nasal. Los bigotes movibles de los animales reciben los filetes nerviosos de sus músculos, del nervio facial, y la sensibilidad de los folículos depende del infra-orbitario (1). En las aves, el nervio facial no es el de la fisonomía: carece de este carácter, y así no sirve para la espresion de las pasiones, mas que en ciertas aves que tienen la facultad de levantar las plumas movibles de los oidos y cuello: por lo demás solo se distribuye por los músculos correspondientes á los que en el hombre reciben de él filetes juntamente con los de la cara, á saber: los músculos depresores de la mandíbula y elevadores del hioides y el cutáneo. Continúa siendo nervio motor en cualquier punto donde se halla, y acaso por una mala inteligencia es como Treviranus ha concebido la posibilidad de que un nervio cambie de funcion, por cesar casi completamente en las aves su funcion motriz. Lejos de ser esto cierto, el nervio facial no deja de ser en los animales, como en el hombre, un nervio muscular propiamente dicho. En los galápagos se distribuye del mismo modo que en las aves; y en las culebras y lagartos se ve pasar inmediatamente detrás de la tercera rama del trigémino un nervio particu-

tino es como, segun dicho autor, el nervio facial se distribuye por los músculos peristafilino interno, y palato-estafilino, y por la del ramillo anastomótico que el facial envia al glosio-faríngeo es como dicho facial llega á los músculos glosio-estafilino y faríngeo-estafilino. De lo que resulta, dice, que el nervio facial anima, no solo los músculos constrictores y dilatadores del orificio nasal y bucal, sino tambien aquellos que dilatan y contraen el orificio bucco-faríngeo. (N. del T. F.)

(1) BELL; *Exp. du syst. nat. des nerfs*. París, 1825, en 8.º, p. 55.

lar semejante al facial, y que se dirige hácia afuera: da una rama al vago hácia atrás, y recibe por un conducto óseo de la base del cráneo un filete parecido al vidiano, que comunica con la segunda rama del trigémino. El tronco facial se distribuye por el músculo colocado entre el hueso cuadrado y la mandíbula inferior, sirviendo para bajar esta última; y en los lagartos también lo ejecuta por el músculo cutáneo.

En las ranas, según Volkmann, un nervio semejante al facial se dirige al gánglio del trigémino, pero se prolonga más allá como rama simpática del quinto par, y va á terminar en la rama laríngea del nervio vago. La laríngea es un ramito del glosó-faríngeo. Podemos comparar esta anastómosis con la que ordinariamente se observa en el hombre entre el facial y el glosó-faríngeo.

En los peces óseos, el nervio facial no forma un cordón manifiesto; probablemente está contenido en el quinto par, del que constituye el ramo opercular.

En los plagiostomos se aísla un nervio análogo al facial, y en los ciclostomos nace aparte del cerebro. Born, Schlemm y D' Alton lo han visto en la lamprea, y yo también lo he observado en los mixinoideos.

Cloquet é Hirzel pretenden que el nervio petroso superficial que proviene del vidiano y va á la segunda rama del trigémino en la inflexión del facial, no hace más que unirse á este último, que se introduce en su vaina, y que separándose de nuevo bajo la forma de cuerda del tambor, va á reunirse al lingual. Sin embargo, según las investigaciones de Arnold, esta aserción es errónea, porque solo violentando las cosas podemos llegar á demostrar semejante disposición. Varrentrapp dice (1) que el nervio petroso superficial, después de haber llegado al facial, no se limita á reunirse sino que en parte se confunde con él, de modo que una parte pasa sobre la expansión de dicho nervio, sin unirse internamente con él. Opina que esta prolongación debe considerarse como cuerda del tambor, y si hemos de creerle, el tronco de dicha cuerda puede seguirse, en el nervio lingual, hasta las inmediaciones del gánglio maxilar,

(1) *Obs. anat. de parte cephalica nervi sympathici.* Frankfurt, 1831.

donde se divide en dos ramos, de los que uno se introduce en el gánglio y otro continúa con el lingual. Segun Arnold (1), la cuerda del tímpano camina en la vaina del lingual, contrae frecuentemente adherencias con él, y concluye por dividirse en dos filetes, uno mas pequeño que se introduce en el gánglio, y otro mas grueso que se pierde en el lingual. Como las ramas del gánglio maxilar se distribuyen, no solo por la glándula submaxilar, sino tambien por su conducto escretor, como lo ha visto Arnold; lo que hasta ahora puede admitirse, en sentir de dicho anatómico, es que los movimientos del conducto escretor dependen de estos filetes nerviosos de la cuerda del tambor que proceden del nervio facial motor. Arnold ha explicado esta anastomosis de un modo que me parece inverosímil (2). Con todo, parece que ha fijado ya su atencion en el papel que desempeña el gánglio maxilar, relativamente á los movimientos del conducto de Wharton.

Nervio glosó-faríngeo.

El nervio glosó-faríngeo de las aves se junta por una rama con el vago; concluye por distribuirse en la lengua, de la que es el nervio gustativo, segun Weber, y por medio de otra segunda rama va ó á la parte superior de la laringe, ó al esófago. Bischoff ha descrito en la iguana un nervio glosó-faríngeo que se dirige á la lengua. En las culebras de cascabel he observado pasar todo el glosó-faríngeo al vago, que tambien da un ramo lingual. Segun Wolkmann, hay en las ranas una rama glosó-faríngea del par vago que puede compararse al glosó-faríngeo; en los peces se da este nombre á una rama anterior del nervio vago, que en la carpa está provista de un gánglio como los demás ramos bronquiales de este último nervio; pero que sale por un agujero particular del cráneo y se distribuye por el primer arco branquial, la lengua, y hasta la piel inmediata á la boca. Es fácil juzgar en vista de estas variedades, como tambien por la falta del nervio accesorio en los peces, que los ner-

(1) *Kopftheil des vegetativen Nervensystems*. Heidelberg, 1831, p. 119.

(2) *Loc. cit.*, p. 183.

vios, vago, glosó-faríngeo y accesorio, no forman mas que un solo y mismo sistema cuya division puede variar mucho en las diversas clases del reino animal.

Nervio vago.

Bajo el punto de vista de la anatomía y fisiología comparadas, el nervio vago presenta un gran número de particularidades notables:

1.^o En las aves y reptiles escamosos, en los que el nervio accesorio se confunde con el tronco del vago, este da tambien una ó muchas ramas á los músculos del cuello (1); y forma un gánglio considerable en el pecho de los lagartos.

2.^o En las ranas sale del gánglio del nervio vago una rama que va á distribuirse por los músculos de las mandíbulas (2); esta es la rama laríngea de Wolkmann, que en parte va á los músculos hioideos, y en parte á los de la mandíbula. El mismo autor ha demostrado que su influencia motriz depende de la rama del facial que se junta con ella.

3.^o El nervio vago suministra tambien en las ranas un ramo lingual que verosímilmente reemplaza á este nervio sensitivo del trigémino, y existe la rama motriz ordinaria del gran hipogloso, que no determina convulsiones en la lengua, como lo ha demostrado Wolkmann. El ramo lingual del nervio vago, se ve tambien en las serpientes y cocodrilos, y Bischoff describe en estos animales una rama del nervio vago que va á los músculos del hioides; rama que se encuentra igualmente en las culebras y lagartos.

4.^o El nervio recurrente lo tienen tambien los mamíferos, aves y reptiles, y Weber ha demostrado que en las ranas una rama del vago envia un nervio recurrente á la laringe. Esta en las aves recibe una rama del noveno par, su traquearteria y laringe inferior otra del vago; pero los nervios de los músculos largos que acortan la traquearteria en mu-

(1) BISCHOFF, *Nervi accesorii anatomia et physiologia*. Heidelberg, 1832, p. 41, 45.

(2) WEVER, *Anat. comp. nerv. symp.*, p. 44.

chos de estos animales, proceden de un ramo descendente particular del gran hipogloso.

5.^o Wolkmann dice que en la rana el nervio vago produce una rama cutánea para la region situada detrás del oido.

6.^o En los peces da los branquiales y tambien un ramo intestinal para la faringe y estómago; además suministra en los torpedos y el siluro eléctrico los nervios del aparato eléctrico; en las carpas los de los dientes palatinos y en los demás peces el de la línea lateral.

Es muy evidente que la sustancia del nervio vago de los peces aumenta en su gánglio, porque la suma de las ramas escede del volúmen de las raices, y aun hay algunas que son mas gruesas que estas última. Este aumento parece ser debido á una division y multiplicacion que las fibras primitivas experimentan en el interior del gánglio, y que hace que muchas fibras de las ramas no representen mas que una sola de las raices. En la carpa no existen mas que los nervios branquiales que las produzcan, y entonces se ven muchos de estos gánglios en los que la sustancia se multiplica (1).

7.^o Una de las ramas mas notables del nervio vago en los peces es el nervio de la línea lateral, que camina entre los músculos, poco distante de la piel hasta la cola, y que da ramos á dichos músculos y á los tegumentos. Desmoullins quiere que este nervio no sea sensible; pero á la verdad aunque se distribuye por los músculos no es motor; porque galvanizándole sobre la carpa con una pila de cuarenta pares no he conseguido hacerlos entrar en convulsion. Van Deén la ha descubierto tambien en los renacuajos, y como nervio persistente en el camaleon (2). Mayer la ha encontrado en la cabra de Levante, y Krohn en los tútones. La rama corta cutánea de las ranas parece ser análoga á esta. Se ha comparado este nervio al accesorio; pero creo que solo el ramo auricular del nervio vago en el hombre, y los mamíferos puede comparársele (3). El nervio lateral de la

(1) *Loc. cit.*, p. 46.

(2) WEBER, *Anat. comp. nerv. symp.*, p. 62, 66.—MECKEL'S *Archiv*, lám. IV, fig. 25, 26.

(3) MULLER'S *Archiv*, 1834, p. 277.

lamprea está exactamente conformado como el ramo auricular que proviene del vago y del facial. Este nervio en los peces óseos está contenido en el trigémino, por lo que se concibe el concurso de este último para la producción del nervio lateral en muchos animales de esta clase. Los ciprinos tienen, según dice Bueshner, una rama que aun ya en el interior del cráneo se junta con el nervio vago para formar el lateral. En el gimnote eléctrico se verifica la concurrencia fuera de la cavidad del cráneo. Weber ha encontrado en la lamprea un doble nervio lateral procedente del nervio trigémino y del vago. Swan ha hecho una observación interesante en el bacalao, que una rama del quinto par, junta con un ramo del vago da dos nervios del tronco, como uno que pasa sobre el lomo por encima de la columna vertebral y termina en la base de las nadaderas, mientras que el otro camina por el lado ventral de la cola hasta la nadadera anal; ambos á dos se juntan con los nervios raquídeos uno con las ramas ascendentes, otro con las descendentes. Hay pues en la configuración del sistema nervioso, como en el huesoso y la disposición de los músculos, una simetría entre la mitad superior y la inferior de la cola. Además de estos dos nervios laterales del trigémino, se encuentran dos ramas del par vago que van á la estremidad posterior del cuerpo por encima de estos músculos (1).

El erizo tiene según Barkow, un nervio lateral destinado á la piel y á los músculos; pero que solo procede de los raquídeos, á saber: del último par cervical y del primer dorsal.

8.^o Las ramas que el nervio vago envía al órgano palatino de los ciprinos son notables (2): Weber ha sido el primero que ha descubierto que este órgano poseía una contractilidad especial; porque cuando se le estimula ó comprime con un cuerpo puntiagudo, el punto irritado se eleva bajo la forma de un cono que permanece en este estado por espacio de algunos segundos, despues se deprime, sin que aparezca ningun cambio de color que anuncie un aflojo sanguíneo. Este órgano está compuesto de hacecillos mus-

(1) *Illustrations of the comp. anat. of the nervous syst.* Londres, 1835, en 4.^o

(2) MECKEL'S *Archiv*, 1827, 309.

culares, puede contraerse en todas direcciones, y se forman elevaciones cónicas, lineares ó anchas, según que se aplique la estremidad de un cuerpo puntiagudo, se pase por su superficie el corte de una hoja, ó se les ponga en contacto con un cuerpo de cierta estension.

9.º El nervio vago da tambien ramas á la aleta en las carpas.

10.º E. H. Weber hace notar que el nervio vago se encuentra en reciprocidad con el gran simpático. Este último está muy poco desarrollado en las culebras, mientras que es muy grueso el ramo intestinal del nervio vago; lo contrario que sucede con las ranas. Las ramas intestinales del vago tienen tambien poco volúmen en los peces y en los mixinoideos; el ramo intestinal nace de la union de los dos nervios vagos, va hasta el ano, mientras que falta el gran simpático.

Nervio accesorio de Willis.

Este nervio no se encuentra mas que en los mamíferos, aves y reptiles, no existe en los pescados. En la clase de las aves y reptiles, casi se conduce como una raíz del nervio vago, en razon á que se confunde con él, que envia á los músculos del cuello una rama que parece corresponder al nervio accesorio de los mamíferos (1). Los músculos esternocleido-mastoideos y trapecio estan bajo el dominio del accesorio de los mamíferos, si bien nunca se une con el vago. No se sabe cuál es la causa de las singularidades que este nervio presenta en su origen y curso: dependen probablemente de que la rama faríngea que se separa del nervio vago poco despues de su salida, recibe las fibras de casi toda la porcion cervical de la medula espinal (2). Otros nervios

• (1) BISCHOFF, *Nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia*. Heidelberg, 1832.

(2) Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 267), que admite entre el nervio vago y el accesorio la misma relacion fisiológica que entre las raíces posterior y anterior de un nervio raquídeo, piensa que si el accesorio tiene un origen tan particular, y toma sus inserciones en una estension tan grande del eje raquídeo, depende de la importancia de sus funciones, y es para asegurar el libre y fácil ejercicio; finalmente para que su integridad

tambien tienen origen muy estenso: así, el ramo descendente del hipogloso nace de este último y de los cervicales superiores. La diferencia consiste únicamente en que para el accesorio se reúnen los filetes destinados á formarle en el interior del raquis, mientras que para otros nervios no se verifica la reunion sino fuera de la cavidad raquídea.

Nervio grande hipogloso.

En las aves el gran nervio hipogloso, despues de haberse juntado con el vago por un ramo, se divide en dos principales que van el uno á los músculos del hioides, y el otro á la parte lateral del esófago (1). He observado en el pavo una rama larga descendente destinada al músculo que acorta la traquearteria. Bojanus y Bischoff han visto al nervio hipogloso distribuirse por los músculos de la lengua, el primero en el galápago y el segundo en la iguana. La culebra de cascabel me ha presentado un nervio hipogloso delgado que sale detrás del nervio vago por una abertura particular, y que despues de unirse con el primer cervical se confunde enteramente con el vago. En las ranas, el nervio correspondiente al hipogloso que va á la lengua procede del primer par cervical. Se concibe esta disposicion, pues en el hombre tambien el hipogloso se une con el primer par cervical. E. H. Weber ha encontrado en los peces un último nervio cerebral que nace por tres raices, de las que una posterior y gangliónica pasa al través de un agujero particular del cráneo que va á los músculos de la aleta pectoral: en la carpa la raiz gangliónica se junta con otra del trigémino (2). Este nervio segun Buechner, tambien da ramas al músculo esterno-hioideo y es el hipogloso: parece existir generalmente en los peces; pero no siempre pasa al través del occipital, porque en el sollo y en la perca sale

funcional sea menos accesible á los trastornos. En efecto, si como los demás cordones nerviosos tuviese su origen en una parte limitada de las masas centrales, cualquiera lesion de este punto suspenderia su accion enlazada con los fenómenos mas esenciales de la respiracion y digestion. (N. del T. F.)

(1) WEBER, *loc. cit.*, p. 40.

(2) BISCHOFF, *loc. cit.*, p. 49.

por detrás de este hueso. Cuando reflexionamos que el primer nervio raquídeo del hombre no tiene mas que una raíz anterior, que el gran hipogloso en el mismo no tiene mas que otra anterior, pero que presenta tambien una posterior en varios mamíferos, se observa que el hipogloso entra, á no dudarlo, en la categoría de los raquídeos, y que debemos considerarle hasta cierto punto como el primero de estos, que solamente sale aun el mayor número de veces al través del cráneo. Pero la analogía es mucho mayor todavía entre él y el último nervio cerebral de los peces.

Despues de haber examinado así las diferencias que encontramos en los animales respecto á la disposicion de los nervios cerebrales, demos una rápida ojeada sobre el sistema de estos nervios mientras que podamos referirlos á un tipo fundamental. La idea que puede servirnos de guia es la de nervios cerebrales, primitivos y secundarios, tal como Meckel la esplicaba. La primera clase comprende por una parte los tres nervios puramente sensoriales, olfatorio, óptico y acústico, y por otra los cerebrales mistos, ó de dos raices, que estan formados segun el tipo de los raquídeos y que pudiéramos llamar nervios vertebrales de la cabeza. A la segunda clase se refieren aquellos que pueden nacer de cierto número de fibras desprendidas de la raíz de un nervio cerebral, ó confundirse con otros vertebrales de la cabeza; esta idea, exacta en el fondo, no ha sido bien desarrollada por Meckel. Arnold la ha aplicado mejor, admitiendo dos nervios vertebrales de la cabeza; el primero es el trigémino con los óculo-musculares y el facial, que podemos considerar como pertenecientes á su porcion motriz, el segundo comprende el vago, accesorio, glosolaringeo é hipogloso (1). A mi parecer, hay tres nervios vertebrales craneales que corresponden á las tres vértebras cefálicas. El primero es el trigémino; el segundo el vago, con el glosolaringeo y accesorio; y el tercero el hipogloso. Los óculo-musculares son nervios secundarios, que debemos mirar como la primera porcion motriz de la primera rama del trigémino. En los cetáceos esta última suministra ramos á los músculos del ojo, aunque tambien existen los óculo-muscu-

(1) *Consultese á BUECHNER, Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, t. II, lib. 2.—*MULLER'S Archiv*, 1837, LXXIV.

lares. En las ranas el abductor pasa al gánglio de Gasserio, segun lo ha demostrado Wolkmann, y el trigémino da por consiguiente filetes á los músculos oculares. En las lampreas falta uno de los tres nervios óculo-musculares, verosímilmente el abductor, y el trigémino suministran tambien nervios á los músculos del ojo, como lo han demostrado Schlemm y D'Alton.

El nervio facial siempre es secundario, y tiene mucha afinidad con la porcion motriz del trigémino, porque en los peces huesosos se confunde con el último de los que constituye el ramo opercular; cosa que Serres ha hecho probable. Wolkmann ha demostrado que tambien se junta al trigémino en las ranas: pero no son menores las relaciones con el vago. En efecto, en el hombre y los mamíferos ya se junta con las ramas de ambos nervios, y en las culebras y lagartos da una rama al par vago: asimismo en la rana, el facial se separa del trigémino para ir á una rama del vago, á saber, la laríngea, segun observó Wolkmann. El facial de la lamprea forma juntamente con el vago el nervio lateral que, en los peces óseos, está con bastante frecuencia constituido por el quinto par y el vago.

Pertenecen al segundo nervio vertebral el vago, glososfaríngeo y accesorio.

El tercer nervio vertebral del cráneo está solo formado por el hipogloso.

Los mixinoides son acaso los animales que mas se aproximan al tipo simple de los nervios vertebrales del cráneo, sin accesorios, pues de estos últimos solo tienen el facial.

Nervio gran simpático.

En las aves, la porcion cervical del gran simpático, está contenida en el conducto de las apófisis trasversas de las vértebras, mientras que en los mamíferos y el hombre, solo se descubre un cordón, proporcionalmente mas delgado de este nervio.

Entre las uniones de los nervios cerebrales con el gran simpático, las mas constantes son sin duda las de los vertebrales del cráneo. En los peces se verifican en la base del cráneo, del mismo modo absolutamente que las anastómosis del cordón limítrofe del gran simpático con los raquídeos.

Falta el gran simpático en los ciclostomos, y el vago que le sustituye va hasta el ano en los mixinoideos.

En las serpientes, la porcion cefálica está separada del cordon limitrofe del tronco, y pasa enteramente al vago: dicho cordon tambien falta en la parte anterior del tronco. En vez de la disposicion ordinaria se ve que las ramas de los nervios espinales van á los pulmones, intestinos, órganos genitales y urinarios, segun lo habia hecho notar Weber. Estas ramas se juntan entre sí por asas, que es cuanto queda del cordon limitrofe, sin embargo de que son muy comunes semejantes arcos entre los nervios cerebro-raquídeos. Las grandes serpientes son las únicas en quienes he hallado vestigios de gánglios en los cordones limitrofes: y en estos animales el vago se estiende sobre el intestino, hasta dos tercios mas allá de la cavidad abdominal.

Tambien en los lagartos la porcion cefálica del gran simpático está totalmente confundida con el vago, que en la estremidad del cuello, se divide en vago propiamente dicho y gran simpático.

SECCION V.

DE LAS PARTES CENTRALES DEL SISTEMA NERVIOSO.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS PARTES CENTRALES DEL SISTEMA NERVIOSO EN GENERAL.

En las partes centrales del sistema nervioso, es donde se ejerce la actividad reunida de todas las funciones nerviosas, ora sea fuera del dominio del alma, ora bajo su imperio. Estos órganos son los que reunen los nervios en un todo. En su cualidad de escitantes, impelen, ya de una manera automática, continua ó intermitente, ya por determinaciones voluntarias emanadas del *sensorio comun*, los nervios motores á obrar, para poner en movimiento los músculos. En ciertos casos reflejan los efectos de los nervios

sensitivos sobre los motores, sin que se aperciba de ello la conciencia, y en otros se lo advierten. Conservan la integridad de los efectos nerviosos orgánicos, producen y reproducen continuamente el principio nervioso, y finalmente son los únicos que tienen poder para hacer duraderas la actividad é irritabilidad de los nervios. Tal es la definición general del cerebro y medula espinal, considerados como escitadores independientes, en contraposición de los nervios que solo los hemos mirado como conductores del principio nervioso. No es difícil probar en vista de los hechos que hemos consignado en la física de los nervios, que los órganos centrales difieren de aquellos, por las propiedades cuya enumeración acabamos de esponer.

Los esperimentos centrales desempeñan, respecto de los nervios, el papel de escitadores, mientras estos tienen el encargo de conducir á los músculos la descarga motriz del principio nervioso. Esta actividad motriz se manifiesta de tres modos diversos:

1.º Por una irradiación continua; de lo que tenemos un ejemplo en la acción de los esfínteres, cuyas contracciones cesan después de las lesiones de los órganos centrales.

2.º Por movimientos rítmicos, como lo prueba la influencia que tiene la medula espinal sobre los movimientos respiratorios.

3.º Por descargas que parten del *sensorio comun*, sujetas á las acciones espontáneas del alma.

Los nervios motores se conducen de dos modos con respecto á la influencia motriz:

1.º Unos no hacen mas que el papel de conductores. A la verdad, están continuamente cargados de influencia motriz, y el arte puede determinar por medios mecánicos las descargas, como sucede en el nervio de la pata de una rana; pero en el estado normal nunca se descargan espontáneamente, ejecutándolo solo bajo el influjo de los órganos centrales; estos son los nervios cerebro-raquídeos motores.

2.º Otros, enteramente ajenos al influjo del *sensorio comun* por lo que toca á las acciones voluntarias, pueden ser impelidos á ejecutar acciones continuas ó rítmicas por los órganos centrales; pero tienen la particularidad de que producen descargas espontáneas, aunque necesitan á los órganos centrales para reproducir su influencia nerviosa de

un modo duradero. Entre estos se colocan los efectos motores del gran simpático. Las partes que percibe este se contraen espontáneamente, aun cuando esten separadas del cuerpo y fuera del influjo de los órganos centrales, como el corazon, tubo digestivo &c.; pero la energía y duracion de sus contracciones, dependen del concurso de sus nervios con los órganos centrales. Cuando experimentamos una laxitud momentánea, y tambien durante el sueño, segun la accion diurna del sistema nervioso, se debilita el influjo de los órganos centrales sobre las partes periféricas; pero este cambio momentáneo en los órganos centrales, no se halla en estado de modificar de una manera esencial los movimientos espontáneos sometidos al gran simpático. Únicamente cuando la laxitud se prolonga por mucho tiempo en las partes centrales cuando sufren estos una lesion grave, se paralizan tambien los movimientos sometidos al influjo del gran simpático, por resentirse del desórden acaecido en el origen de su energía y duracion.

Pero no debemos creer que los órganos centrales estan en completa inaccion durante el estado de laxitud y sueño en que caen una vez cada dia. El cansancio es general, pero solo una parte del *sensorio*, es decir la porcion del cerebro sujeta á las acciones del alma, es la que se halla en inaccion; y solo los movimientos voluntarios son los que estan fuera de las acciones motrices de los órganos centrales durante el sueño. Pues las demás partes de estos órganos continuan funcionando como durante la vigilia. La prueba de esto la tenemos en la permanencia de las contracciones de los esfínteres y movimientos rítmicos de la respiracion, fenómenos que se desempeñan por verdaderos nervios cerebro-raquídeos. Ciertos músculos, aunque provistos de nervios cerebro-raquídeos, no cesan de obrar durante el sueño: los esfínteres siempre estan contraidos: el sueño deja al ojo en una situacion fija tal que mira arriba y adentro; siempre determina la contraccion del iris y disminucion de la pupila, compañeros inseparables de esta situacion, y generalmente tambien produce la oclusion de la boca; en una palabra, vemos, que aun durante el sueño, todo el aparato motor de los órganos centrales tanto del cerebro como de la medula espinal, continúa funcionando, siendo solo la escitacion voluntaria de este aparato la que cesa durante la inaccion del *sensorio comun*. Debemos pues admitir ne-

cesariamente que el concurso entre los órganos centrales y la actividad motriz del sistema simpático subsiste durante el sueño, pues, sin esta influencia disminuiría inmediatamente la energía de los movimientos que preside el sistema simpático, como lo vemos en la apoplejía, en el síncope, cuyo punto de partida es el cerebro, y en el caso en que se practica artificialmente la destrucción de la medula espinal. Los órganos centrales perciben los efectos de los nervios sensitivos y, ya los reflejan sin que la conciencia lo advierta, sobre el origen de los nervios motores, la cual determina movimientos reflejos, ó ya los transmiten al *sensorio comun*, notándolo la conciencia. En el primer caso, los efectos centrípetos de los nervios sensitivos no llegan mas que á escitar el aparato motor de los órganos centrales, que está situado principalmente en la medula espinal; que se ramifica en el cerebro. En el segundo estos efectos llegan sin producir movimientos reflejos hasta una region particular de los órganos centrales donde reside el *sensorio comun*, que los pone en conocimiento del alma. Tampoco es raro que ambos fenómenos se realicen simultáneamente; las sensaciones son conducidas á la conciencia y determinan al mismo tiempo movimientos reflejos, porque se propagan á la vez al aparato motor de los órganos centrales y al *sensorio comun*; como sucede en la tos provocada por una irritacion de la traquearteria, en la oclusion de los párpados bajo el influjo de un nudo violento, ó en la contraccion del iris cuando hiere á la retina una luz muy intensa. Debo referirme á los capítulos precedentes en lo que concierne á la teoría y leyes de estos efectos. Como los fenómenos de reflexion no dependen del *sensorium commune*, sino del aparato motor de los órganos centrales, y este continúa obrando durante el sueño, se verifican aquellos del mismo modo en el hombre que duerme como en el que vela; así lo demuestran la tos debida á irritaciones de la traquearteria y otros varios fenómenos que tienen lugar durante el sueño.

Los órganos centrales conservan en su estado de integridad la enegia de los efectos nerviosos orgánicos. El gran simpático se produce aquí relativamente á los órganos centrales como lo ejecuta bajo el punto de vista de los movimientos de las partes sometidas á su imperio. Vemos que los embriones llegan al término de su madurez, nutrien-

dose, aunque esten destruidos (1) su medula espinal y cerebro; la nutricion se verifica lo mismo en algunas partes del embrión, la cabeza, ó una estremidad, que carecen de corazón y á las que la sangre llega por el de otro embrión, de cuyo cordón umbilical nacen sus vasos (2); pero en el adulto la nutricion se resiente con frecuencia en las parálisis del cerebro y de la medula espinal, bien que esto no se verifica siempre; las partes paralizadas estan mas espuestas á gangrenarse cuando sufren un golpe, y las afecciones agudas de los órganos centrales (que detienen las acciones) determinan frecuentemente la aparicion de la gangrena espontánea en puntos mas ó menos circunscritos.

Los órganos centrales producen y reproducen el principio nervioso. Tenemos la demostracion en los experimentos que ha hecho Stiker, de los que resulta que los nervios de un miembro cuando se han separado de los órganos centrales, conservan todavía por algun tiempo su poder motor, es decir la facultad de provocar, cuando se los irrita, movimientos en los músculos por los que se distribuyen; pero pierden al cabo de algunos meses (3), á menos que la herida se cicatrice perfectamente, la irritabilidad para los estímulos mecánicos y galvánicos. Es, pues, necesario un curso continuo entre los órganos centrales y los nervios para sostener las facultades de estos, mientras que los órganos centrales conservan las suyas despues de haber perdido sus conductores. Sin embargo, el subsistir la irritabilidad de los nervios no depende únicamente del influjo continuo de los órganos centrales, pues además se necesita la actividad de los de los mismos cordones. Cuando un nervio permanece por mucho tiempo sin obrar, pierde cada vez mas su aptitud para entrar en accion. La mayor parte de los hombres no tienen influjo ninguno sobre ciertos músculos solo por falta de ejercicio, y despues de perdida la trasparen-

(1) V. ESCHRIGHT, en MULLER'S *Archiv*, 1834, 268.

(2) V. RUDOLPHI en los *Abhandl. der Akad. zu Bertin*, 18, 16.—MULLER'S *Archiv*, 1834, p. 178.

(3) *Cons. à LONGRET, Recherches expérimentales sur les conditions nécessaires à l'entretien et à la manifestation de l'irritabilité musculaire, avec application à la pathologie* Paris, 1841.

cia del ojo, el nervio óptico concluye por atrofiarse hasta el cerebro; Magendie ha determinado esta atrofia en algunos meses en las aves á quienes privó de la vista.

Una concentracion de la materia animal viviente en los órganos centrales, y la existencia de partes dependientes de estos órganos, no son esclusivamente el atributo de todos los animales. La tendencia á esta concentracion se encuentra tambien desde el principio en la materia susceptible de germinar, y parece que por la manifestacion de esta tendencia empieza la organizacion entera.

Las observaciones recogidas en estos últimos tiempos sobre la estructura de los animales mas simples, demuestran que en todos los seres que constituyen el reino animal, sin esceptuar aquellos que parecen ser sumamente sencillos, hay nervios y partes colocadas bajo su dependencia, y en cualquier punto accesible á la anatomía del sistema nervioso, le vemos separarse en dos porciones, á saber: órganos centrales que son muy importantes, y conductores de estos órganos ó sean los nervios.

En el embrion de los animales superiores esta separacion empieza ya en la membrana prolígera sobre cuyo eje se acumula la porcion de materia animal impregnada de las fuerzas propias de los órganos centrales; mientras que á su rededor se forman las partes que dependen de ellos. Igual centralizacion se verifica en los segmentos producidos por la escision de un planario, un pólipo, que por esta causa se convierten en seres animados aparte, que tienen una voluntad propia, con un centro igualmente suyo.

Una separacion análoga se efectua tambien en la parte periférica de un nuevo ser que depende de masas centrales, pues que esta se divide á su vez en conductores del principio nervioso, los nervios, y en tejidos que reciben por estos últimos la influencia de los órganos centrales. La formacion de estos trae necesariamente la de las partes periféricas, y la de los nervios en dichas partes periféricas produce no menos necesariamente la de los tejidos animados por ellos. Desde el momento en que se verifica esta separacion entre los órganos centrales y los periféricos, el cerebro y medula espinal existen virtualmente, porque ni el uno ni el otro se crean de por sí y desde el principio; y por lo que respecta á la manifestacion de las diversas regiones de los órganos centrales, es la consecuencia de los progresos del desarrollo. Otro

tanto sucede en la separacion histológica de las partes que ocupan la periferia, pues cuando ella empieza existe todo el nervio necesariamente; porque él no estiende su estremidad esterna para ir á buscar al órgano central, al menos esta opinion emitida por Serres no descansa sobre ningun hecho, y las observaciones citadas en favor suyo no han sido confirmadas por las investigaciones clásicas de Baer sobre la embriogenia.

Si comparamos los animales inferiores con los de las clases superiores bajo el punto de vista de la oposicion entre los órganos centrales y periféricos, como tambien de la que hay entre las partes centrales y el sistema nervioso de la periferia, se ve que esta oposicion, aunque existe tambien en los animales de las clases inferiores, es sin embargo menos manifiesta.

Un gusano dividido por la mitad presenta todavía en las dos estremidades de su cordón nervioso movimientos semejantes á los que escita la voluntad.

Los insectos tambien ejecutan movimientos voluntarios despues de haberles cortado la cabeza, un *Carabus granulatus* corria sin cabeza como antes; un moscardon echado boca arriba hacia esfuerzos para ponerse sobre sus patas. Treviranus refiere tambien una observacion interesante de Walckenaer sobre la *Cerceris ornata*, insecto que persigue á las abejas que viven en los agujeros: Walckenaer cortó la cabeza á uno de estos hymenopteros al tiempo que queria entrar en el agujero de la abeja; él continuó moviéndose, solo que se volvió para entrar hácia atrás (1).

Estos hechos prueban que el gánglio cerebral de los animales articulados no es solo el que influye sobre la espontaneidad y armonía de los movimientos; sin embargo, los demás gánglios le estan subordinados respecto á la accion.

En los animales vertebrados la medula espinal no goza sobre los movimientos espontáneos y voluntarios el mismo influjo que los gánglios subordinados á las partes centrales ejercen en los invertebrados; á pesar de todo, se observa cierta armonía en los movimientos despues de separar la

(1) TREVIRANUS, *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens*, t. II, p. 194.

cabeza. Una rana á la cual se cortó la cabeza, se enderezó segun refiere Wolkman; por mi parte jamás he observado despues de quitar la cabeza á estos reptiles, semejantes movimientos, que no son reflejos sino cuando ha sido cortada aquella cerca del cuello. Si se hacia por mas abajo la seccion al través de la medula espinal, el animal no daba ninguna muestra de voluntad en sus movimientos. Aunque las aves baten sus alas despues de haber cortado la medula espinal por medio del cuello, estos sin duda no son mas que movimientos agrupados ó asociados, que dependen del cordon raquídeo, pero que difieren mucho de los movimientos voluntarios.

No conocemos ningun hecho cierto del cual se deduzca que la medula espinal siente independientemente del cerebro y de la oblongada. No podemos citar como tales los movimientos reflejos que suceden á las irritaciones cutáneas en los animales á quienes se ha cortado la cabeza, y si las ranas sin ella ofrecian cierta armonía en la reaccion cuando se les irritaba la piel, este fenómeno no se verifica ciertamente sino cuando la seccion se ha practicado al principio del cordon raquídeo.

En todos los animales vertebrados, tanto inferiores como superiores, la masa de la medula espinal corresponde en general al volumen de las partes del cuerpo que ella domina. La medula espinal de un pez no es proporcionalmente mucho mas delgada que la de un hombre; pero en los animales superiores el cerebro crece en proporcion al desarrollo de sus facultades intelectuales. En los peces no consiste mas que en muchos engrosamientos situados delante de la medula oblongada. El cerebro de los reptiles es mas voluminoso que el de los peces, y el de las aves lo es mas que el de los reptiles: el cerebro de los mamíferos excede en magnitud al de las aves, y el del hombre sobrepaja á todos. Mas adelante estableceremos estas relaciones de una manera precisa por proporciones numéricas; sin embargo, aunque todos los animales hasta el infusorio, estan organizados de un modo igualmente perfecto con relacion á lo que se necesita para la vida animal, debemos convenir en que hay una diferencia de perfeccion entre ellos, respecto al desarrollo intelectual y á sus órganos, y que esta diferencia se manifiesta en la estructura del cerebro.

Vemos por lo que precede que una comparacion esta-

blecida entre el volúmen de los nervios y las partes centrales del sistema nervioso tomadas entre sí, es poco á propósito para deducir conclusiones fisiológicas; es cierto que en los animales vertebrados inferiores el volúmen de los nervios crece generalmente en proporcion de las partes centrales; pero para espesarse de un modo exacto, debemos decir que aumenta solo en proporcion del cerebro. Otro aparato de las partes centrales, el cordon raquídeo, que no solo sirve de conductor entre el cerebro y los nervios á quienes da origen, sino que tambien representa una columna cargada de fuerza motriz cuya energia corresponde á las fuerzas motrices del cuerpo, parece estar en todas partes en relacion con dichas fuerzas bajo el punto de vista de su masa (pero no de su longitud, que varía mucho) y los nervios á quienes da origen. Segun Carus (1) la masa de la medula espinal es á la del cuerpo :: 1 : 481, en la lamprea; :: 1 : 190 en la salamandra terrestre; :: 1 : 305 en el pichon; :: 1 : 180 en el raton; :: 1 : 161 en el gato. Hay en los peces troncos nerviosos, tales como el nervio trigémimo y el vago, cuyo diámetro escede á veces al del cordon raquídeo; sin embargo, cuando queremos comparar entre sí los nervios y la medula espinal en diferentes animales, es preciso tener presente el volúmen de los primeros; pero relativamente á la segunda debemos tomar en consideracion, no solo su grosor sino tambien su longitud; ó por mejor decir, es preciso comparar su masa entera con la suma de todos los nervios que nacen de ella. Pero entonces el volúmen de los nervios cerebrales que nacen de las prolongaciones de la medula espinal en el cerebro no puede compararse de una manera útil con el cordon raquídeo propiamente dicho detrás del encéfalo.

CAPITULO II.

DE LA MEDULA ESPINAL.

La medula espinal difiere ya de los nervios bajo el punto de vista anatómico, y, como el cerebro, contiene fibras tubulosas; encontramos en su interior sustancia gris que dado un corte trasversal representa una cruz, cuya figura se

(1) *Traité d'anatomie comparée*. Paris, 1835, t. 1, p. 92.

prolonga por cada lado á manera de cuernos en los cordones anteriores y posteriores.

Considerada fisiológicamente, la medula espinal se parece á los nervios en que propaga los efectos de los suyos al cerebro, como los nervios cerebrales transmiten directamente los suyos al *sensorio comun*, y ella tambien conduce las acciones cerebrales á sus nervios, como si estos últimos la recibiesen inmediatamente del cerebro. Pero bajo otros puntos de vista difiere esencialmente de los nervios por las fuerzas que posee en cualidad de parte central y de las que aquellos carecen. Examinemos estas dos propiedades.

I. *La medula espinal es conductor del principio nervioso ó de sus oscilaciones.*

Todos los nervios cerebrales y raquídeos estan puestos por ella bajo el influjo del cerebro; los primeros inmediata y los otros mediatamente. Tan luego como esta influencia se interrumpe, las escitaciones de los nervios sensitivos no llegan á la conciencia; y el cerebro no puede escitar voluntariamente la fuerza motriz de los nervios que no estan sometidos á su imperio.

Las causas que interrumpen la comunicacion entre el cerebro y medula espinal por una parte, y entre los nervios por otra, son la compresion ejercida por estos últimos, su destruccion, seccion, y la parálisis de su fuerza motriz por sustancias solubles, como por ejemplo en el envenenamiento por las preparaciones saturninas.

Siempre que estas causas obran sobre un nervio, todos los ramos que nacen por debajo del punto ofendido, quedan privados de la escitacion voluntaria de la fuerza motriz; los músculos por los que se distribuyen, se paralizan respecto á los movimientos voluntarios, y la parte deja al mismo tiempo de ser sensible á los estímulos esternos.

Al contrario, las ramas nerviosas que nacen por encima del punto ofendido quedan bajo el influjo del cerebro y de las determinaciones de la voluntad sobre los músculos, porque sus fibras primitivas comunican todavia sin interrupcion con el encéfalo: por la misma razon todos los nervios sensitivos que nacen por encima de la lesion conservan el sentimiento.

La lesion de un nervio sobre un punto no destruye mas que el enlace con el cerebro ó el órgano de la conciencia y las escitaciones voluntarias; las porciones de este nervio si-

tuadas por debajo conservan su fuerza motriz por espacio de algun tiempo, pues solo se hallan privadas de poder sentir la influencia del cerebro.

Y así, cuando se pica, magulla, quema, cauteriza, eléctrica ó galvaniza un nervio paralizado, bien sea porque la influencia cerebral no llega ya hasta él, ó bien porque deja de comunicar con el cerebro, el animal no experimenta ya sensacion alguna, porque la irritacion no puede llegar ya hasta el cerebro, pero los músculos á que envia ramificaciones se contraen, pues si bien la influencia cerebral sobre la fuerza motriz está paralizada, no lo está la fuerza motriz de los nervios del ojo del sitio de la lesion. Solo despues de haber sustraído por muchos meses á un nervio de la influencia de las partes centrales, es cuando pierde enteramente su irritabilidad, como lo demuestran los experimentos hechos por mí y Sticker.

Así que, en el hombre y los animales superiores la medula espinal se conduce con el cerebro del mismo modo que todos los nervios cerebrales, y debe considerarse como el origen comun de todos los nervios del tronco, aunque además tiene fuerzas particulares, de que carecen estos últimos. Las fibras primitivas de todos estos comunican por medio de ella con el cerebro, mientras que los nervios cerebrales van inmediatamente á este órgano.

En vista de esto, debe juzgarse de las lesiones de la medula espinal: la de su estremidad inferior ocasiona la parálisis de los nervios pelvianos, del recto y de la vejiga, á una altura mayor determina la parálisis de estas mismas partes y de los músculos abdominales; mas arriba todavía se observa la parálisis de los músculos pectorales; por último en el cuello, debajo de la cuarta vértebra, se ve sobrevenir tambien la de los brazos, mas no la del diafragma, porque el nervio frénico nace del cuarto par cervical. La lesion de la medula oblongada paraliza todo el tronco. Cuando una lesion procede de abajo arriba, la parálisis sigue la misma marcha, como en la tisis dorsal, en lo cual la medula espinal se conduce absolutamente lo mismo que en el tronco comun de los nervios del tronco. Si se ejerce una irritacion mecánica ó galvánica en su estremidad superior, se ven entrar en convulsion los músculos de todo el tronco, así como irritando un cordon nervioso se contraen todos los músculos á donde envia ramos. Si se corta un nervio tras-

versalmente, la porcion que está fuera del influjo cerebral es susceptible cuando se la irrita de producir contracciones en los músculos por donde se distribuye; así como despues de la seccion trasversal de la medula, el extremo inferior puede escitar todavía, cuando se le irrita, todos los nervios que de ella nacen, obrando de este modo sobre los músculos.

La medula espinal no reemplaza á todos los nervios del tronco en masa en el cerebro, sino tambien á sus fibras primitivas, porque la afeccion de ciertas partes de este cordón no interrumpe mas que la influencia cerebral sobre ciertos músculos del torso, y la lesion de ciertas partes del cerebro tampoco da lugar á la parálisis de una de ciertas partes del tronco. Una causa que solamente obra sobre una mitad del cerebro y de la medula espinal, no ocasiona mas que la parálisis de una de las dos mitades laterales del tronco, y cuanto mas débil es la lesion y menos cordones ataca, menor es tambien el número de las partes que quedan fuera del influjo cerebral. Si se reflexiona además que del cerebro depende el número de músculos del tronco que cada vez se ponen en movimiento, parece sumamente claro que las fibras primitivas de los troncos nerviosos que penetran en la medula espinal no se unen tampoco en esta última sino que continuan marchando paralelas unas á otras como en el tronco de un nervio, llegando de este modo al cerebro para poder comunicarle cada una de por sí las impresiones locales y recibir de él las escitaciones que reclaman los movimientos. Y en efecto, si se uniesen entre sí en la medula espinal, toda sensacion local en el torso sería tan imposible como toda contraccion aislada de un solo músculo de este mismo torso. Por otra parte la causa de las convulsiones que reside en el cerebro y la medula espinal obra tambien sobre partes aisladas del tronco, y las lesiones de que ciertas regiones de estos centros llegan á ser afectadas dan lugar á sensaciones locales en el tronco.

Por lo demás, la disposicion de las fibras primitivas en cordones nerviosos no está preformada todavía á su salida de la medula espinal, y no se manifiesta sino por la reunion de los filetes radiculares en manojos. Sábese que las ramas anteriores y posteriores se insertan en los cordones anteriores y posteriores en una línea lateral que en cada lado se separa un poco de la línea media. Si se hace abstrac-

cion de la reunion de las fibras primitivas en manojos para producir troncos, y se toma en consideracion su modo de nacer en la medula espical unas á continuacion de otras, ya permaneciendo aisladas en los troncos nerviosos, ya manifestándose en las últimas ramificaciones de estos, nos representaremos la medula espinal como un tronco formado de fibras nerviosas, de cuya parte anterior y posterior salen con regularidad y sin ninguna interrupcion millones de fibras primitivas, dotadas unas de fuerza motriz y otras de fuerza sensitiva, que se dirigen, como otros tantos radios á todas las partes del cuerpo, y que al fin, en el espacio comprendido entre sus origenes raquídeos y sus estremidades periféricas, se reunen por medio de vainas en otros tantos manojos gruesos y pequeños como hay de nervios raquídeos y de ramificaciones de dichos nervios. Pero ya hemos visto que esta reunion se verifica sin que las fibras primitivas se unan entre sí y sin que puedan comunicarse sus fuerzas primitivas.

La anatomía comparada no nos da ninguna luz acerca de las relaciones de los nervios con la medula espinal, en cuya longitud hallamos grandes diferencias. En el erizo, cuyo músculo cutáneo necesita una influencia nerviosa considerable, mientras que la piel armada de espinas, es poco á propósito para recibir impresiones táctiles, la medula espinal cesa tan pronto, que falta toda su mitad posterior. En la mayor parte de los otros mamíferos ocupa casi toda la longitud del conducto vertebral, y en el conejo y conejillo de Indias se estiende mas allá de las vértebras sacras, no obstante la cortedad de su cola (1), lo que prueba que su longitud no depende únicamente de la longitud y fuerza de este apéndice. En el kanguroo, cuya gruesísima cola sirve mas bien para la progresion que para el tacto, no es mas larga que en el perro, segun Desmoulins. En los cuadrumanos de cola prehensil se estiende hasta las vértebras sacras, conservando todavía un volúmen bastante considerable. El pez-luna, que casi tiene tanta altura como longitud, parece á primera vista no tener absolutamente medula espinal: su cerebro termina en un muñon cónico, sumamente corto, de donde parten las raices de los nervios,

(1) DESMOULINS, *loc. cit.*, p. 539.

unas á la par de otras, como otras tantas cuerdas, formando dos series, una anterior y otra posterior. En la mayor parte de los animales la medula espinal es un cordón que no disminuye á proporcion que salen de ella raices nerviosas, como se ve principalmente en los peces y en los que lonianos, y que conserva todavía en su parte inferior un volúmen casi igual al que presenta en su parte superior. Es, pues, probable que las fibras primitivas de este cordón que vienen del cerebro suministren las fibras radicales de los nervios en los puntos correspondientes á las raices, pero tambien es cierto que la medula espinal encierra otras muchas fibras que le son propias y que no pasan á los nervios. Por lo demás, no se sabe bien todavía si los filetes de las raices nerviosas suben hasta el cerebro ó si nacen en la misma medula espinal y no tienen sino una relacion determinada con las fibras cerebrales de este cordón.

El descubrimiento de las propiedades diversas de las raices anteriores y posteriores de los nervios raquídeos, de las cuales las primeras son motrices y las otras sensitivas, ha ilustrado mucho la historia de las parálisis. Sábese que á veces sucede el extinguirse el movimiento de un miembro en todo un lado del cuerpo ó en su mitad inferior, mientras la facultad de moverse conserva su integridad: en otros casos desaparece la movilidad y persiste el sentimiento, y en otros estan abolidas simultáneamente ambas facultades. La diferencia entre los nervios motores y sensitivos ¿se repite tambien en la medula espinal, enviando esta al cerebro fibras sensitivas diferentes de las motrices? Así parece anunciarlo la diversidad de las parálisis, porque de lo contrario, no sería posible explicar estos notables fenómenos patológicos. Mas ahora nos encontramos con la cuestion de indicar de un modo preciso qué partes de la medula espinal son motrices y cuáles sensibles. Podemos admitir, ó que los cordones anteriores ó posteriores, de donde nacen las raices motrices y sensibles, son únicamente los primeros motores y los segundos sensitivos hasta el cerebro, ó que una de las funciones pertenece á la sustancia cortical blanca y la otra á la gris. La primera hipótesis es la de Bell y de Magendie, la cual carece de prueba alguna satisfactoria, ni espermental, ni patológica. No es posible intentar espermentos con que pueda contarse, porque haciendo obrar el instrumento cortante sobre los cordones posterior-

res de la medula espinal, necesariamente se comprimen los anteriores. Los resultados respecto de las raíces anteriores y posteriores de los nervios raquídeos son tan positivos, como lo son poco relativamente á los cordones posteriores de la medula, cuya separacion no consigue demostrar la anatomía (1). Magendie (2) ha observado que los cordones posteriores eran muy sensibles y que los anteriores no lo eran, pero que escitaban violentas convulsiones cuando se los irritaba. Mas tarde (3) convino en que este resultado no era absoluto. Backer (4) ha visto que la seccion de los cordones anteriores paralizaba solamente el movimiento, y la de los posteriores no abolia mas que el sentimiento. Los animales en quienes cortaba los cordones anteriores de la medula en la region dorsal no espermentaban espasmos sino en sus miembros torácicos, despues de haber sido envenenados por la nuez vómica. Los esperimentos de Seubert han tenido un resultado positivo en cuanto á las raíces de los nervios, pero le han dado incierto relativamente á la medula espinal; al parecer, establecen que la parte anterior de la prolongacion raquídea preside principalmente, pero no de un modo esclusivo, al movimiento, y que sucede lo mismo respecto de la parte posterior por el aspecto del sentimiento. Los esperimentos mas antiguos de Schœps (5) habian conducido ya á las mismas consecuencias, indicando que la seccion de los cordones anteriores disminuye la sensibilidad, y que se marca mas esta facultad despues de la de los cordones anteriores que despues de la de los posteriores, que la seccion de estos últimos ocasiona la pérdida del movimiento de las estremidades, pero que estas recobran mas tarde su movilidad, y en fin, que el movimiento cesa enteramente despues de la seccion de los cordones anteriores. Los hechos patológicos reunidos en la obra de Seubert (6), no son favorables sino en parte á

(1) Esto es lo que ya hice notar en 1831, en los *Ann. des sc. nat.*

(2) *Journ. de Physiol.*, t. III, p. 153.

(3) *Ibid.*, t. III, p. 368.

(4) *Comment. ad quæst. physiol.* Utrecht, 1830.

(5) *MECKEL'S Archiv.*, 1827.

(6) *De function. rad. ant. et post. nerv. spin.* Carlsruhe, 1833.

la hipótesis; muchos hablan abiertamente contra ella, como tambien la circunstancia de que el nervio accesorio, que es motor, nace en totalidad de los cordones posteriores en las aves y en los reptiles. Bellingèri (1) pretende que las raices posteriores traen su origen de tres puntos, de las astas posteriores de la sustancia gris, de los manojos posteriores de la medula espinal y de los laterales, y que las raices anteriores nacen igualmente de tres puntos distintos, de los haces anteriores, de los surcos antero-laterales y de los manojos laterales. Dice tambien que la sustancia gris interior preside al sentimiento, y la blanca al movimiento; que los cordones anteriores de la medula y las raices anteriores estan destinados al movimiento de los músculos flexores, y los posteriores al de los estensores, lo cual es exacto, al menos por lo concerniente á las raices. Por desgracia no podemos hacer esperimentos que merezcan la confianza sobre la parte que la sustancia gris y blanca toman en las dos funciones, y lo que hace inciertos todos los que se han ejecutado sobre los cordones anteriores y posteriores es la facultad que la medula espinal tiene de transmitir por reflexion una afeccion sensitiva al aparato motor. Suponiendo, por ejemplo, que realmente los cordones anteriores sean solo motores, y que los posteriores esten destinados esclusivamente á la sensibilidad, una lesion de estos últimos no dejaria de escitar convulsiones en los cordones anteriores, porque siempre que la medula sufre una lesion considerable, cae en el estado reflectivo, que hace que toda irritacion de los nervios sensitivos que ha llegado hasta ella se refleje sobre los nervios motores.

Van Deen (2) y Kuerscher (3) han publicado hace poco varios esperimentos que al parecer apoyan el teorema de Bell, aun con respecto á los cordones de la medula espinal. Sin embargo, Budge (4) es menos esplicito: pretende sí que la irritacion de los cordones anteriores provoca el movimiento y la de las posteriores el sentimiento; pero, se-

(1) *De medulla spinali*. Turin, 1823.

(2) *Nadere Ontdekkingen over de Eigenschappen van het Ruggemerk*. Leyde, 1839.

(3) *MULLER'S Archiv*, 1841, p. 114.

(4) *Untersuchungen ueber das Nervensystem*, 1841.

gun él, no hay una sola parte de la medula espinal cuya irritacion dé lugar á dos fenómenos. Segun Stilling, la sustancia posterior blanca es sensitiva, y la anterior motriz; mientras conserva conexion con la sustancia gris posterior es por sí sola el origen del sentimiento, y la anterior lo es del movimiento (1). Por otro lado Van Deen (2) sostiene que la medula espinal en general no es sensible y que solo sirve de conductor al sentimiento, pero que irritando su parte posterior, se pueden provocar movimientos reflejos en varias partes (3).

(1) *Archiv fuer physiologische Heilkunde*, 1.

(2) *FRORIER's Neu Notizen*, 528, 449.

(3) Longet, en un trabajo reciente (*Rech. exp. et pathol. sur les propriétés et les fonctions de la moelle épinière et des racines des nerfs rachidiens*; en *Archiv. gén. de méd.*, 1841), fundado en un gran número de esperimentos y observaciones patológicas, ha removido todas las dudas relativas á la mision exclusivamente motriz de los cordones blancos anteriores, y sensitiva de los posteriores. Habiendo puesto en evidencia, como todos los esperimentadores, la esquisita sensibilidad de los manojos medulares posteriores, y dado además la demostracion experimental de la *completa insensibilidad* de las anteriores, ha hecho conocer desde luego el carácter diferencial mas marcado entre las *propiedades* de estos dos manojos. Para encontrar un carácter diferencial tan pronunciado entre las *funciones* de estas mismas partes, recurrió al galvanismo en las condiciones siguientes: habiendo elegido animales superiores (perros adultos), puso al descubierto la porcion lumbar de la medula, y la cortó transversalmente al nivel de la última vértebra dorsal, de modo que obtuvo dos segmentos: uno caudal, y otro cefálico; en seguida, *despues de haber esperado el tiempo suficiente para que desapareciesen los efectos de la accion reflectiva de la medula* (lo cual se verificaba con rapidez en los animales superiores adultos), aplicó sucesiva y comparativamente los dos polos de una pila *no muy fuerte* á los manojos posteriores y á los anteriores del extremo caudal de la medula. En el primer caso los resultados fueron siempre negativos, es decir, que no se presentó ninguna sacudida convulsiva manifiesta en los cuartos traseros del animal. En el segundo aparecieron constantemente contracciones musculares en esta parte. Reconoció este fisiólogo que la estimulacion galvánica de los haces *laterales* de la medula (los comprendidos entre los dos órdenes de raíces) da lugar á contracciones musculares sensiblemente menores en los músculos abdominales; que los que se obtienen por la

Estas contradicciones prueban suficientemente que el asunto en cuestion yace todavia en una profunda oscuridad.

Las fibras de la medula espinal llegan al sensorio comun al través de la medula oblongada. Sin anticipar aqui lo que tengo que decir de las propiedes desarrolladas en las diversas partes del cerebro y de las otras particularidades de la medula espinal, solo haré notar que esta última reemplaza por sus fibras en el cerebro á las fibras primitivas de todos los nervios raquídeos, así como los ner-

excitacion de los manojos *anteriores*, de donde la probabilidad, de que pudieran muy bien tener usos diferentes de estos últimos. Por lo demás, estos manojos laterales siempre han parecido completamente insensibles á los irritantes mecánicos, como los anteriores. De consiguiente, estos esperimentos establecen por fin la funcion esclusivamente motriz de los cordones anteriores de la medula, y sensitiva de los posteriores, verdad tantas veces demostrada y por otra parte tan oscurecida por las innumerables contradicciones de sus mismos partidarios. Revelan entre estos cordones medulares diferencias funcionales tan incontestables como las que existen entre los dos órdenes de raices de los nervios raquídeos (V. á Longet, *Anat. du syst. nero.*, t. 1, p. 319, para la relacion de los hechos patológicos confirmativos de sus esperimentos). En una Memoria nueva (*Sur la relation qui existi entre le sens du courant électrique et les contractions musculaires dues à ce courant*; en *Ann. méd., psychol.*, noviembre, 1844, y *Ann. de chim.*, el mismo año), Longet y Matteucci han añadido una prueba importante en favor de la distincion que se acaba de establecer. Han reconocido, variando el sentido de la corriente eléctrica, que la influencia de esta última raiz varia enteramente en sus efectos cuando se ejercen sobre nervios *esclusivamente motores* (raices espinales anteriores), cuya accion no es centrifuga, ó sobre nervios *mistos* (ciático, &c.), cuya accion es á la vez centrifuga y centripeta. Y así, los primeros escitan las contracciones musculares solamente al principio de la corriente *inversa* y á la interrupcion de la corriente *directa*, al paso que las segundas no las hacen aparecer sino al principio de la corriente directa y á la interrupcion de la inversa. Habiendo probado Longet y Matteucci que los haces blancos anteriores de la medula espinal se conducen con las corrientes directa é inversa al modo de los nervios simplemente motores, han contribuido con estos nuevos esperimentos á demostrar la accion esclusivamente centrifuga ó motriz de estos manojos. (*N. del T. F.*)

vios cerebrales son reemplazados en el encéfalo por sus fibras primitivas. El cerebro recibe las impresiones de todas las fibras sensibles del organismo, se hace cargo de ellas, y conoce el punto en donde se verifican por las fibras primitivas afectadas, escitando á su vez la fuerza motriz todas las fibras primitivas motrices y de la medula espinal en el movimiento voluntario. Admiramos en esta actividad un mecanismo infinitamente complicado al par que fino en cuanto á la disposicion de los elementos, mientras que las mismas fuerzas son de naturaleza puramente ideal. Por diverso que sea el modo de obrar, con todo, la accion del cerebro cuando escita tal ó cual parte entre el número inmenso de las fibras primitivas, se parece á la de un instrumento provisto de una multitud de cuerpos que resuenan cuando se mueven las teclas. El espíritu es el escitador, las fibras primitivas de todos los nervios que se esparcen por el cerebro son las cuerdas y sus extremos las teclas. Niemeyer (1) explica los movimientos voluntarios por la cesacion de la tension de los antagonistas; pero hay músculos que continuan obedeciendo las órdenes de la voluntad despues que se ha practicado la seccion de sus antagonistas.

Los troncos nerviosos y la medula espinal, tronco de los nervios del cuerpo, se parecen tambien en que las afecciones de esta determinan sensaciones en las partes exteriores, como si estas últimas fuesen su asiento. Una compresion sobre los troncos nerviosos produce una sensacion de hormigueo en la piel; y la de la medula espinal da lugar al mismo fenómeno en todas las partes cuyos nervios tienen su origen por debajo del punto herido. Cuando los nervios padecen tumores, las partes á donde van sus estremidades sufren los mas vivos dolores; y cuando se cortan los troncos nerviosos, padecen las partes exteriores: lo mismo sucede con la medula espinal, cuyas afecciones inflamatorias y otras ocasionan muchas veces dolores violentos que al parecer tienen su asiento en las partes exteriores. Aun en el caso de insensibilidad completa para las irritaciones esternas, las lesiones de la medula pueden provocar todavía sensaciones subjetivas que el individuo refiere á las par-

(1) *Materialien zur Erregungstheorie*. Göttingue, 1800.

tes exteriores de su cuerpo. Tales son los hormigueos que se perciben en los miembros inferiores, á pesar de la pérdida total del movimiento y sensibilidad relativamente á las excitaciones de fuera (1); empero las sensaciones subjetivas en los miembros, á pesar de la insensibilidad absoluta y la parálisis del movimiento, pueden ser tambien dolores sumamente vivos, como en un sujeto observado por Heydenreich, que tenia las estremidades inferiores paralizadas y completamente insensibles, lo cual no le impedía que de vez en cuando sintiese los dolores mas violentos. El mas frecuente de todos los síntomas de este género es el hormigueo en las partes exteriores, el cual casi nunca falta en las afecciones de la medula espinal. El hormigueo es aquí lo mismo que el tintineo de oídos con respecto á los nervios auditivos, y que las moscas volando ú otras sensaciones subjetivas relativamente al órgano de la vista; y como las sensaciones subjetivas que nacen del movimiento de la sangre en la retina en el hombre sano consisten en puntos volitantes que parecen ir á donde la vista se dirige, así tambien el hormigueo ó la sensacion de puntos móviles es debido probablemente al movimiento de la sangre en los vasos capilares de la parte enferma de la medula espinal, aunque al parecer se perciba en las partes exteriores. Hay otros casos en que en lugar del hormigueo, se ha notado un prurito continuo en las piernas, que no desaparecia con rascarse.

Entre las sensaciones subjetivas que acompañan á la medula espinal, coloca tambien el *aura* epiléptica, sensacion análoga á un hormigueo que empieza en las estremidades, por lo comun en los dedos de los pies ó las manos, sube poco á poco y anuncia el ataque. Como sucede muchas veces que una ligadura establecida en la parte atacada del *aura* impide la manifestacion del ataque, esta circunstancia parece venir en apoyo de la hipótesis que hace residir la causa del *aura* epiléptica en las estremidades de

(1) OLLIVIER, *Traité des maladies de la moelle épinière*. Paris, 1837, t. II, p. 419.—Consúltese un hecho notable de lesion parcial de una de las mitades de la medula espinal observado por M. Bégin (*Bulletin de l'Académie royale de médecine*, Paris, 1840, t. VI, p. 201).

los nervios y no en la medula espinal; tambien pudiera ser que la ligadura obrase solo como una fuerte irritacion de la piel. El *aura* no tiene su asiento en los mismos nervios sino en los individuos atacados de tumores nerviosos, en cuyo caso la ligadura impide realmente que pase mas adelante.

Como el asiento de las sensaciones no está ni en los nervios que llevan al cerebro las corrientes ó las oscilaciones del principio nervioso necesario para producirlas ni en la medula espinal, que tampoco desempeña mas papel que conducir estos efectos al *sensorio comun*, y como la sensacion no nace sino en este último á consecuencia de las impresiones que los nervios y la medula espinal le transmiten, se comprende sin mucho trabajo por qué dicho *sensorio* siente del mismo modo las escitaciones, tanto de la medula espinal como de los nervios en cualquier punto de su estension que estas fibras hayan sido afectadas; porque cualquiera que sea su longitud nunca obran sobre el *sensorio* sino por su estremidad cerebral, y las irritaciones producidas en un punto cualquiera de su longitud no pueden obrar distintamente unas de otras. Sin embargo, la medula espinal nos ofrece bajo este aspecto la misma contradiccion que los nervios: así como una compresion ejercida sobre un tronco nervioso da lugar á sensaciones, no solo en el mismo tronco sino tambien, al menos en la apariencia, en su estremidad periférica, del mismo modo una lesion de la medula espinal puede sentirse dolorosamente en el punto en que se verifica y en las partes á que abocan los nervios que nacen por debajo de dicho punto. A la verdad muchos casos de esta especie no deben hallar aquí cabida, puesto que las enfermedades de la espina dorsal y de las membranas que envuelven la medula espinal van acompañadas necesariamente de sensaciones en las partes enfermas, además de las que son debidas á la compresion de la prolongacion raquídea; mas tambien hay dolores que no pertenecen sino á la medula espinal exclusivamente y que designan con el nombre de raquialgia. Todavía ignoramos por qué unas veces se refieren las sensaciones á las partes exteriores y otras á la medula espinal.

Hasta aquí hemos hablado de las analogías de la medula espinal con los nervios, es decir que la hemos considerado como conductor de los nervios que dimanan de ella, hasta el cerebro y de este hasta los nervios. Réstanos

ahora examinar las propiedades que la distinguen de los nervios, y que le pertenecen como formando parte del aparato central.

II. *La medula espinal es parte constituyente de los órganos centrales.*

Su estructura indica ya que es mas que un simple conductor de las fibras nerviosas al cerebro; pues si se limitase á esto solo, no debia contener en su parte superior mas que la suma de las fibras que de ella se desprenden desde la parte superior á la inferior, así como un tronco nervioso no encierra sino el conjunto de las fibras que salen de él en todo el curso de la distribucion. La medula espinal deberia, pues, adelgazarse á medida que da nervios, y representar un cono con el vértice vuelto hácia abajo; pero no afecta esta forma, aunque en general su diámetro vaya en disminucion de arriba abajo; y aun en su estrechidad, en que suministra los últimos nervios, presenta todavía mas masa que la que ofrecen los filetes radiculares de los nervios que nacen de este punto. Por otra parte no se abulta á la salida de los nervios destinados á los miembros, y en muchos peces termina inferiormente en una especie de botoncito prolongado terminado en punta (1). Además, se compone de dos sustancias como el cerebro. Pero se consigue demostrar claramente las propiedades y las fuerzas por las cuales se distingue de los nervios.

1.º La medula espinal tiene la facultad de reflejar sobre los nervios motores las irritaciones sensitivas de sus nervios sensitivos. Esta propiedad, en virtud de la cual á una sensacion suceden movimientos, sin que los dos géneros de nervios comuniquen entre sí, ha sido ya examinada al hablar de los movimientos reflejos. Ningun nervio tiene por sí mismo y en el caso de estar separado de las partes centrales, el poder de dar lugar á fenómeno de esta especie.

La sensacion que llega á la medula espinal no se limita en la salamandra á provocar el movimiento de todas las partes situadas debajo del punto de la piel que recibe la irritacion; todo el tronco se mueve, aunque no se irrite mas que el extremo de la cola. Por consiguiente la medula

(1) E. H. Weber, en MECKEL'S *Archiv*, 1827, p. 316.

de este animal se conduce de un modo muy distinto que un tronco nervioso; porque un tronco nervioso separado de la medula espinal y del cerebro ya no siente, ni tampoco determina movimientos cuando se irritan los nervios sensitivos de la piel.

2.^o La medula espinal es susceptible de reflejar una accion desde los nervios sensitivos á los motores sin sentir ella misma. Pretendíase que formaba parte del *sensorio comun* fundándose en que las irritaciones de la piel del tronco en los animales decapitados producen movimientos en partes inmediatas y distantes. Es cierto que el tronco de una rana separado de la medula espinal mueve muchas veces un miembro á consecuencia de una irritacion en la piel. Lo mismo sucede en las tortugas; pero este fenómeno se explica perfectamente por la funcion reflectiva de la medula espinal, por el poder que tiene de reflejar el efecto centripeto de un nervio sensitivo sobre nervios motores. He demostrado anteriormente que la reflexion de una irritacion sensitiva sobre un nervio de movimiento al través de la medula espinal se efectuaba facilmente sobre todo en los nervios cuyo origen está muy próximo, y no debe sorprendernos el que la irritacion de la piel de la pierna haga retirar esta parte ó que la de la piel del brazo haga mover este órgano. Este efecto se verifica involuntariamente en todos los hombres á consecuencia de una fuerte quemadura, como tambien en los casos de irritacion de la membrana mucosa de la faringe, laringe y traquearteria. En semejante caso los movimientos reflejos sobrevienen constantemente con preferencia y de un modo involuntario, en las mismas partes irritadas, es decir que hay deglucion involuntaria despues de la irritacion de la faringe, ó clusion de la glotis despues de la de la faringe, &c. La retraccion de los miembros de una rana decapitada cuya piel se estimula no es, pues, mas intencional que el espasmo tetánico general que sobreviene tocando la piel de una salamandra terrestre á quien se ha cortado la cabeza ó de una rana narcotizada. Lo único que falta que probar aquí es que, aun en el estado de salud, el hombre ejecuta, sin percibirlo, movimientos reflejos determinados por la escitacion de nervios sensitivos. Sucede con mucha frecuencia, y aun casi siempre, en los movimientos de vómito de los músculos del tronco provocados por un estado morboso del estómago, del intestino, de los riñones, de la matriz y del hígado, que

no se percibe la causa de que son el asiento estas vísceras; es decir que la acción centripeta de los nervios sensitivos, aun cuando llega á la medula espinal y oblongada, no llega á la conciencia. Y así la medula espinal no siente en los movimientos reflejos, resultando que se han alegado infundadamente los ejemplos precitados para atribuirle una facultad sensitiva acompañada de conciencia. La misma cabeza separada del tronco puede ofrecer fenómenos de reflexión, sin que por esto sea, ni con mucho, verosímil que persista aquí todavía la conciencia. En efecto, la decapitación lleva consigo una pérdida de sangre mucho mas considerable que las que bastan ya para que el hombre pierda el conocimiento, sin contar las demás consecuencias que debe acarrear una lesión tal como la sección de la medula espinal en su parte superior. Si irritando el muñon de la medula espinal en un ajusticiado vemos que los músculos de la cara entran en convulsión, es que no puede suceder de otro modo; ni tampoco deberia sorprendernos el ver sucederse movimientos reflejos á la irritación de la piel y de la cabeza de un animal ó un hombre decapitados; porque este sería un fenómeno en todo semejante al que sobreviene en los tarazones de una salamandra cortada á pedazos, y del mismo modo tenemos que explicar el que presenta la cabeza de un gato jóven separado del tronco, cuya faringe, cuando se introduce en ella el dedo, se contrae al rededor de él como para tragarla.

3.º La medula espinal es un aparato cargado de fuerza motriz, que, aun despues de haber sido separada del cerebro, puede, sin irritación exterior, determinar movimientos automáticos por el solo hecho de su descarga. Los nervios, al menos los del sistema cerebro-espinal no estan en el mismo caso, aunque la actividad motriz del sistema simpático se parece por este aspecto á la de la medula espinal. Un nervio cerebral ó uno raquídeo, separado de las partes centrales, no provoca ya movimientos en los músculos á no ser que sea irritado; la medula espinal, por el contrario, aun despues de separada del cerebro, puede producir descargas en los músculos. La salamandra terrestre, á la cual se corta la cabeza, continúa sosteniéndose sobre sus patas. El tronco de una rana decapitada se mueve algunas veces todavía y retira una pata ó la alarga. La anguila se ensortija por algun tiempo despues de haber sufrido la decapitación. Es necesario ser muy circunspectos en los experimentos que se

practican en reptiles: si se corta la cabeza muy distante del tronco, este contiene todavía una parte de la medula oblongada, en cuyo caso puede ejecutar ciertamente, no solo movimientos automáticos, sino tambien movimientos voluntarios del tronco, del mismo modo que la parte superior del tronco de una rana cortada en dos, detrás de la cabeza, conserva aun el sentimiento con conciencia y la voluntad, lo cual se ve bastante claramente en los experimentos. Hay otra circunstancia muy notable y sobre la cual ya llamó la atención Marshall Hall: una serpiente decapitada se encuentra en el estado en que mas tendencia tiene á fenómenos de reflexion; el menor contacto de la piel determina movimientos reflejos que dan lugar á nuevos contactos en diferentes puntos del cuerpo, y estos, á su vez, provocan nuevos movimientos; queda por fin en reposo el animal, y basta la menor sacudida ó el mas ligero contacto para que se reproduzca la misma escena.

4.^o La medula espinal, apta para producir movimientos automáticos sobre los nervios del movimiento, deja en reposo, en el estado sano, á la mayor parte de estos nervios, especialmente los de la locomocion; pero ejerce una influencia motriz continua sobre otros muchos, y tiene á los músculos por donde se distribuyen en un estado no interrumpido de contraccion involuntaria, que no cesa sino cuando este órgano cae en parálisis. Colócanse aquí músculos que estan al mismo tiempo sujeto á la voluntad, como el esfínter del ano, y músculos que no reconocen el imperio de esta última, como el esfínter de la vejiga, la túnica musculosa del tubo intestinal, el corazon, &c. Estos efectos de la medula espinal exigen que haya en ella un aparato particular puesto en comunicacion con el *sensorio comun*, y del cual ninguna noticia nos da la anatomía. Tambien puede suceder en los animales vertebrados inferiores que se interrumpa la comunicacion entre la medula espinal y el cerebro, sin que deje de verificarse la irradiacion motriz de esta última sobre los esfínteres, como lo ha visto Marshall Hall en la tortuga, cuyo esfínter aval permanecia cerrado despues de la decapitacion, y no se relajaba sino despues de la destruccion de la prolongacion raquídea.

5.^o Las partes de la medula espinal tienen grande aptitud para comunicarse recíprocamente sus estados, particularidad que establece una diferencia muy marcada entre ella y

los nervios. Un nervio de rana, que se galvaniza sin irritar la medula espinal, no trasmite á esta su estado en totalidad. Cuando despues de haber cortado una raiz anterior ó una posterior de uno de los últimos nervios raquídeos de la rana, se irrita por medio de un simple par de discos el extremo perteneciente á la medula espinal, el efecto no se trasmite por este á las partes anteriores del cuerpo y no sobrevienen convulsiones en la cabeza; pero si se opera lo mismo sobre la estremidad de la medula espinal, los músculos de las partes anteriores del cuerpo son acometidos de movimientos convulsivos. En vista de esto se concibe cómo una enfermedad de la medula, aun cuando al principio no tenga su asiento en la parte inferior del órgano, afecta poco á poco las regiones superiores del cuerpo, como por ejemplo, la debilidad de la estremidad inferior del cordon raquídeo, ocasionada por el abuso de los placeres venéreos, determina la ambliopia, zumbidos de oidos, &c.

6.^o Cuando la medula es acometida de una fuerte irritacion, por ejemplo en la mielitis, despues de una afeccion violenta de los nervios (*tétanos traumático*), ó bajo el influjo de los narcóticos, toda ella participa de este estado, y efectaa descargas continuas hácia los músculos sometidos á la voluntad. La tension que ejerce sobre los esfínteres durante este estado se hace entonces general, sobreviniendo convulsiones generales ó espasmos tetánicos que se repiten de tiempo en tiempo, y que llegan á ser permanentes en ciertos músculos, como los de la masticacion. Estos estados unas veces tienen un carácter agudo, como en los casos citados anteriormente de lesiones considerables, y otras crónico, como en la epilepsia, ya dependa la irritacion de enfermedades de los órganos centrales (epilepsia cerebral ó raquídea), ó ya tenga por punto de partida algun nervio, por ejemplo un tumor desarrollado en el trayecto de uno de ellos. Una irritabilidad análoga, pero mas debil, de la medula, con movimientos muy sujetos á variar de sitio se manifiesta tambien en los espasmos clónicos, el baile de San Vito, &c.

7.^o Los movimientos espasmódicos provocados por venenos narcóticos, tienen su causa en la medula espinal y no en los nervios. Cuando se envenena á un animal con nuez vómica ó con estriquinina despues de haber cortado los nervios de las estremidades, el tétanos que sobreviene en seguida no determina espasmos en las partes cuyos nervios han sido

separados de las partes centrales. Este experimento prueba que los venenos narcóticos obran sobre los órganos centrales y por ellos sobre los nervios. Aunque se corte la medula espinal antes ó despues de envenenar al animal, sobrevienen igualmente los espasmos en las partes situadas detrás de la seccion, lo cual demuestra que los narcóticos obran hasta la muerte sobre toda parte de la medula espinal que tenga potencia motriz.

8.^o La medula espinal es por su tension motriz la causa de la energía de nuestros movimientos, dependiendo en gran parte nuestros esfuerzos de este órgano. Aunque en general deja la mayor parte de los nervios motores en la inaccion cuando la voluntad no interviene, sin embargo, á ella es debida la duracion y la fuerza de las descargas motrices que el *sensorio comun* efectua voluntariamente. La medula mantiene continuamente una especie de almacen de fuerza, y cuando obra como conductor de la oscilacion que parte del *sensorio comun* por medio de la prolongacion de las fibras nerviosas hasta el cerebro, la intensidad del efecto producido no depende únicamente de la voluntad, sino tambien de la cantidad de principio nervioso motor, acumulada en esta columna. De aquí proviene el que puede conservar su aptitud como conductor, aunque haya perdido su segunda propiedad, la de arreglar la fuerza del movimiento voluntario, como sucede en la tisis dorsal. En esta enfermedad, debida al abuso de los placeres venéreos y que va acompañada de una atrofia de la medula espinal, no hay al principio ningun músculo de las extremidades inferiores atacado de parálisis; todos obedecen todavia al imperio de la voluntad, aun en una época bastante avanzada del mal; el enfermo puede ejecutar toda especie de movimientos y la medula espinal nada ha perdido de su aptitud para conducir las oscilaciones ó las corrientes que emanan del *sensorio comun*; pero los movimientos han perdido su energía, el enfermo no puede permanecer por mucho tiempo ni sentado ni en pie, y las fuerzas van siempre en disminucion hasta que se extinguen enteramente y sobreviene una parálisis completa. Hay que distinguir esta clase de parálisis de otras en que la propagacion se encuentra interrumpida en un punto cualquiera de la columna motriz y en que los músculos correspondientes no obedecen ya á la voluntad, conservando los otros toda la energía de sus movimientos.

9.^o La medula espinal es la causa de la potencia y de la tension sexuales, ella es quien rige el ejercicio de la inclinacion sexual. No puede negarse que este es uno de los órganos que mas se afectan en el cóito, y en prueba de ello tenemos los violentos movimientos reflejos que suceden á las irritaciones sensitivas de los nervios del pene en las vesículas seminales y los músculos del perineo. La debilidad que sigue al acto venéreo no puede tener su causa sino en la medula, la cual recobra poco á poco el grado de tension necesario para la repeticion del acto; se necesita tiempo para que se acumule en ella la exuberancia de principio activo que hace que toda atencion del *sensorio* dirigida sobre las relaciones de los sexos determine la ereccion, y que la idea puede en cierto modo descargar la medula espinal para dar lugar por medio de la influencia nerviosa orgánica emanada de ella á la acumulacion de sangre en el pene; pero este poder de la medula se pierde tambien por sus enfermedades (1).

10.^o La influencia que ejerce por los nervios orgánicos en las operaciones químico-orgánicas del sistema capilar se manifiesta, no solo por los cambios que la secrecion cutánea sufre en el síncope, sino tambien, y de un modo mas marcado todavía, por el estado de la piel en los hombres cuya medula espinal padece á consecuencia de excesos: cuando el cóito se repite con demasiada frecuencia, además de disminuirse las fuerzas, la piel se pone mas turgente, exhala menos y se pone mas seca, el calor disminuye y se siente frio en los pies, manos y partes genitales.

11.^o La medula espinal es tambien el asiento de una impresion morbosa en todas las afecciones febriles, y los cambios que la fiebre induce en las sensaciones, en los movimientos, fenómenos orgánicos, secreciones y en la produccion del calor, no pueden concebirse sino por la estension de la enfermedad al órgano cuyas propiedades da á conocer este capítulo. Como las afecciones de los nervios cerebro-raqúideos rara vez determinan la fiebre, y ocasionan mas facilmente otras afecciones nerviosas; como tambien nada hay mas á propósito para producir la fiebre que un cambio de la accion de los vasos capilares en una parte cualquiera, ya sea

(1) Véase á Ségalas. *Bulletin de l'Académie royale de médecine*, t. IX, p. 1101.

una modificacion del estado de las membranas mucosas ó ya una inflamacion de un órgano, cualquiera que él sea, estamos muy dispuestos á admitir que hay en la fiebre una impresion trasmitada á la medula, y reflejada despues por ella á todos los nervios cuyo punto de partida es una afeccion violenta de los nervios orgánicos de una parte cualquiera, bien sea inflamacion ú otra irritacion.

En cuanto á los efectos orgánicos de la medula espinal comparados con los del cerebro, sabemos por los experimentos de Flourens, confirmados por los de Ertwig (1), que un ave á quien se han quitado los hemisferios del cerebro, cuidando de sostenerla con alimentos, puede vivir todavía por cierto tiempo sin enflaquecer.

CAPITULO III.

DEL CEREBRO.

—

Comparacion del cerebro de los animales vertebrados.

No hay parte de la biologia que pueda tomar mas de la anatomía comparada que la fisiologia del cerebro. Las diversas clases del reino animal ofrecen en razon del mayor ó menor desarrollo de las facultades intelectuales una serie de diferencias que son de la mas alta importancia para la interpretacion de las partes de la masa encefálica. Por otra parte, la indispensable necesidad de recurrir á los experimentos en animales para llegar á esta determinacion hace tambien que no podamos pasar sin un paralelo establecido entre los cerebros de estos seres. Me ha parecido, pues, conveniente antes de examinar las propiedades y fuerzas desarrolladas en el encefalo, hacer una reseña comparativa del mismo órgano en los animales vertebrados. Estas consideraciones deben partir del estado del cerebro en los fetos del hombre y de los animales superiores, porque él es quien aquí, como en todas las investigaciones del mismo género, suministra los puntos de comparacion mas seguros.

(1) *Experimenta quædam de effectibus læsionum in partibus encephali.* Berlin, 1826.

No hay mas que echar una ojeada superficial sobre el cerebro del hombre y de los animales vertebrados superiores para ver que los hemisferios, cuya parte posterior cubre en la especie humana, no solo los tubérculos cuadrigéminos sino tambien el cerebelo, sin confundirse con las partes de que sobresalen, se retiran mas hácia delante en los animales, y dejan descubiertas superiormente las partes que cubren en el hombre. El cerebelo está ya libre en los roedores, los tubérculos cuadrigéminos lo estan tambien en las aves y unas todavía en los reptiles. A medida que los hemisferios disminuyen, los tubérculos cuadrigéminos se agrandan, y si estos últimos son todavía mucho menores que los hemisferios en los reptiles, la relacion cambia tanto en los peces, que se duda cuales son las partes que se deben considerar como hemisferios y cuáles como tubérculos cuadrigéminos.

En efecto, el cerebro de estos animales no ofrece sino una serie de engrosamientos, unos pares y otros impares: el mas posterior, que es impar, se apoya en la medula oblongada y cubre al cuarto ventrículo y al cerebro. Delante de él se encuentra un par de engrosamientos, por lo comun los mas gruesos de todos y huecos en su interior, de donde nacen en gran parte los nervios ópticos; en la parte mas anterior se descubren todavía dos, separados uno de otro, y de los cuales toman su origen los nervios olfatorios. Solo el cerebro de los fetos de los animales superiores se parece hasta cierto punto al cerebro de los animales inferiores, porque en él los hemisferios son pequeños, pues no pasan al principio ni del cerebro, ni de los tubérculos cuadrigéminos, y hay una época en la cual el volúmen de estos últimos no es inferior al suyo. En estos casos se encuentra una serie de engrosamientos análogos á los que presenta el encefalo de los peces; primeramente por detrás un cerebelo pequeño impar, despues los dos gruesos tubérculos cuadrigéminos, no separados todavía en par anterior y en par posterior, y huecos en su interior (ventrículo que mas tarde es el acueducto de Silvio), y en seguida los hemisferios que en los mamíferos tienen los lóbulos olfatorios en su parte anterior. Sin embargo, el estado del cerebro de los mamíferos durante el primer periodo de la vida fetal no es bastante conocido para poderle comparar con fruto con el de este órgano en los peces. Con este objeto solo podemos servirnos de las observaciones recogidas en el embrión del po-

llo; y segun las investigaciones de Baer (1), el cerebro del embrión de pájaro ofrece los engrosamientos siguientes procediendo de atrás adelante:

1.^o Un cerebelo impar que cubria al cuarto ventrículo por encima de la medula oblongada.

1.^o Un cerebelo impar cubria al cuarto ventrículo por encima de la medula espinal.

2.^o La vesícula de los tubérculos cuadrigéminos de la cual nace principalmente el nervio óptico; es hueca en el interior y encierra el ventrículo de Silvio, que tambien se encuentra contenido en el adulto entre los lóbulos ópticos, separados uno de otro por abajo.

3.^o La vesícula del tercer ventrículo. El tercer ventrículo, limitado lateralmente por las capas ópticas é inferiormente por el embudo, no está cubierto en el embrión por los hemisferios, que son todavía muy pequeños; sin embargo, no está abierto en un principio en su parte superior en donde se nota una especie de tapadera que mas tarde se rasga de delante atrás en la línea media, y cuya parte posterior produce la glándula pineal volviendo sobre sí misma, de modo que los pedúnculos de esta glándula indican la estension que tenía en su principio la tapadera media. Las capas ópticas estan contenidas en la vesícula del tercer ventrículo.

4.^o La doble vesícula de los hemisferios, que contiene en su fondo los cuerpos estriados. Esta vesícula, al principio mas pequeña que la de los tubérculos cuadrigéminos ó lóbulos ópticos, se engruesa poco á poco y se estiende hácia atrás sobre la vesícula del tercer ventrículo y su hendidura. Al principio no está rasgada en su parte posterior, es decir que no hay todavía vestigios de la grande cisura del cerebro por la cual se penetra, en el adulto, en la cavidad de los hemisferios, pasando por debajo del borde inferior y posterior de estos. Hay, pues, un momento en que es posible llegar por la hendidura de la vesícula del tercer ventrículo á las vesículas de los hemisferios que forman cuerpo con ella; mas despues que se establece una hendidura trasversal en el punto en que el borde inferior y pos-

(1) V. à BURDACH, *Traité de Physiologie*, trad. por A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1838, t. III, p. 202.

terior de las vesículas de los hemisferios, que sobresale á manera de bolsa por encima del tercer ventrículo, se confunde con el borde anterior de esta última, existe la grande hendidura cerebral al través de la cual todos saben que, en el adulto despues de levantada la dura madre, se puede penetrar en el ventrículo lateral por debajo de los pilares posteriores de la bóveda.

Demos ahora una descripcion rápida del cerebro de los peces, empezando, como lo hace G. Cuvier (1), por el cerebello, sobre el cual no puede haber la menor duda:

1.º El cerebello. Es impar y está situado al través de la medula oblongada, cubriendo al cuarto ventrículo que se abre por debajo de él en la parte posterior, como en todos los animales.

2.º Los lóbulos ópticos. Delante del cerebello se descubren por arriba un par de lóbulos huecos unidos á lo largo de un surco medio de su pared superior. Dan origen á los nervios ópticos y no se los debe confundir con las capas ópticas de los animales superiores. Sus paredes contienen dos capas de fibras, la exterior marcha de atrás adelante y de fuera adentro, y la esterna se irradia de abajo arriba y de dentro afuera en las paredes de los lóbulos ópticos. En el fondo (solo en los peces óseos) se perciben dos pares de cuerpecillos rodeados exteriormente de un engrosamiento gris de donde parte la irradiacion interior; delante de estos cuerpos se encuentra una depresion, el tercer ventrículo, que conduce á la glándula pituitaria. Delante del tercer ventrículo está la comisura anterior. Los nervios ópticos salen de la capa fibrosa exterior de estos lóbulos. Delante de los cuerpecitos grises se abre en el tercer ventrículo el acueducto del cuarto ventrículo que viene por debajo de ellos. En la estremidad anterior de los lóbulos ópticos, entre ellos y los lóbulos anteriores, se percibe en el plano medio una abertura poco favorable á la opinion de los anatómicos, que miran estos lóbulos como los análogos de los hemisferios de los animales superiores. El nervio patético nace detrás de los lóbulos ópticos y de los cuerpecitos grises delante del cerebello.

3.º Debajo de los lóbulos ópticos, en la base del ce-

(1) *Histoire naturelle des poissons*, t. I.

rebros y delante de la medula oblongada, se ven dos engrosamientos, llamados lóbulos inferiores, de donde parten tambien, segun Cuvier, fibras que van á los nervios ópticos, pero cuya existencia niega Gottsche. Rara vez tienen una cavidad que comunica con el tercer ventrículo.

4.º Los lóbulos anteriores son grises, colocados delante de los lóbulos ópticos y en general mas pequeños que estos últimos. Tienen un volúmen extraordinario en las rayas y lijas, y estan unidos en el plano medio por una ó dos comisuras, notándose á veces circunvoluciones en su superficie. No son huecos sino en estos últimos animales, en quienes su volúmen es mayor que el de los lóbulos ópticos. De estos lóbulos nacen los nervios olfatorios, ya inmediatamente, ya por un engrosamiento; estos engrosamientos de los nervios olfatorios, llamados tambien lóbulos olfatorios, se separan en seguida uno de otro y sin comisura.

5.º En muchos peces hay una especie de glándula pineal, situada delante de los lóbulos ópticos y fija por dos pedúnculos á la base posterior de los lóbulos anteriores.

6.º La mayor parte de los peces tienen engrosamientos de la medula oblongada correspondientes al origen del nervio vago y que se llaman lóbulos posteriores.

Si se toma en consideracion que en el punto en que los nervios olfatorios nacen de los lóbulos anteriores, se encuentra muchas veces un tubérculo olfatorio, que los nervios ópticos provienen de los lóbulos ópticos y los vagos de los lóbulos posteriores, se convence uno de que los lóbulos del cerebro de los peces son en gran parte masas centrales para los principales nervios, así como de que la medula espinal de los triglos ofrece una serie de cinco engrosamientos en el punto de donde nacen los grandes nervios destinados á los apéndices libres colocados debajo de las aletas pectorales, como igualmente de que la de todos los animales vertebrados presenta engrosamientos en el origen de los nervios branquiales y crurales.

Hay diversidad de opiniones relativamente á la interpretacion del cerebro de los peces comparado con el de los animales superiores.

1.º Unos, como Cuvier, comparan los lóbulos ópticos de los peces á los hemisferios cerebrales de los animales superiores, y se fundan en la existencia del tercer ventrículo en el fondo de la parte media de los lóbulos ópticos.

cos y en la comisura que hay delante de este ventrículo. Comparan á los tubérculos cuadrigéminos los engrosamientos situados en el fondo de la cavidad de los lóbulos ópticos detrás del tercer ventrículo. Finalmente los lóbulos olfatorios, colocados delante de los ópticos, son para ellos los análogos de los lóbulos olfatorios que se ven al principio de los hemisferios cerebrales en los reptiles, aves y mamíferos. Gottsche en su apreciable trabajo sobre el cerebro de los peces (1) parece inclinarse en favor de esta opinion; pero tiene en su centro la situacion de la glándula pineal delante de los lóbulos ópticos, los cuales si representasen los hemisferios, como pretende, estarian colocados delante de los tubérculos cuadrigéminos; tiene además en contra suya la pequeñez de los engrosamientos situados en el fondo de la cavidad de los lóbulos ópticos, mientras que los tubérculos cuadrigéminos de las aves y de los reptiles son muy gruesos y huecos. Las comisuras de los lóbulos anteriores no se oponen á que se admita, porque los lóbulos de los nervios olfatorios de los animales superiores estan reunidos igualmente por una comisura.

2.^o La mayor parte de los autores, tales como Arsky, Carus, que da el nombre de capas ópticas á los lóbulos ópticos, Tiedemann, Serres y Desmoulins miran á estos lóbulos como los análogos de los tubérculos cuadrigéminos de los animales superiores, y refieren á los hemisferios los lóbulos sólidos colocados delante de ellos, fundándose en el volúmen de los tubérculos cuadrigéminos, en la cavidad que estos cuerpos contienen en las aves y reptiles, en la parte que toman en el origen de los nervios ópticos en los animales superiores, en el volúmen extraordinario y en la escavacion de estos mismos cuerpos en los fetos de los animales superiores, en los cuales á cierta época aun esceden á todas las partes del cerebro en grosor. Se puede alegar tambien en favor de esta opinion la situacion de la glándula pineal delante de los lóbulos ópticos de los peces; pero en cambio se levantan contra ella otras circunstancias, á saber: la solidez de los lóbulos situados delante de los lóbulos ópticos y que se compara con los hemisferios (no son huecos sino en los peces cartilagosos), los engrosamientos co-

(1) MULLER'S *Archiv*, 1835.

locados en el fondo de los lóbulos ópticos, y que no se encuentran en los tubérculos cuadrigéminos de los animales superiores, la situación del tercer ventrículo en la base de los lóbulos ópticos, en fin, la comisura que se nota delante de este ventrículo.

3.^o Treviranus compara los lóbulos ópticos de las aves á la parte posterior de los hemisferos y á los tubérculos cuadrigéminos de los mamíferos, especialmente á la reunion de los cuerpos geniculados con los tubérculos cuadrigéminos. El principal argumento en apoyo de la hipótesis es que la parte posterior de los tálamos ópticos sobresale en la cavidad de los lóbulos ópticos de las aves y reptiles. Segun esto, los lóbulos ópticos deberían considerarse como una reunion de la parte posterior de los hemisferios con las paredes de los tubérculos cuadrigéminos que son enteramente huecos en el feto.

4.^o En mi concepto, los lóbulos ópticos de los peces corresponden á los lóbulos ópticos ó á la vesícula de los tubérculos cuadrigéminos y al mismo tiempo á la vesícula del tercer ventrículo del feto de las aves. La exactitud de esta comparacion está probada de un modo definitivo por la estructura del cerebro de las lampreas, en las cuales los lóbulos ópticos se dividen en un lóbulo del tercer ventrículo, de donde nacen los nervios ópticos, y una vesícula de los tubérculos cuadrigéminos, mientras que en los demás peces los dos representan reunidos una vesícula comun, en cuyo fondo se encuentra el suelo del tercer ventrículo. El lóbulo del tercer ventrículo de las lampreas ofrece por arriba y por delante la hendidura que se forma en la vesícula del tercer ventrículo del embrión de ave, y esta hendidura de las lampreas vuelve á presentarse en la parte anterior de los lóbulos ópticos de los otros peces. Siguese de aquí al mismo tiempo que los lóbulos ópticos de estos últimos difieren mucho todavía de los de los otros animales; porque en los reptiles y las aves, estos lóbulos son las vesículas de los tubérculos cuadrigéminos del feto de ave y del feto de mamífero (1). Desmoulins compara los lóbulos inferiores de los peces á las eminencias mamilares de los mamíferos, y Cuvier á los lóbulos ópticos de las aves que hubieran de

(1) MECKEL'S *Archiv*, 1834, p. 62.

cendido mas todavía. Sin embargo, los lóbulos ópticos de las aves, aunque separados uno de otro, echados tanto abajo como afuera, y unidos solamente por una tira transversal, corresponden evidentemente á la gruesa masa de los tubérculos cuadrigéminos del feto de los mamíferos. Gottsche niega la existencia de las fibras del nervio óptico procedentes de los lóbulos inferiores.

Si se comparan los reptiles y las aves con los mamíferos, se ve que los primeros tienen la bóveda, pero no la grande comisura de los hemisferios, ó el cuerpo calloso; que no aparece de un modo completo sino en los mamíferos; que sus lóbulos ópticos son todavía huecos, mientras que los tubérculos cuadrigéminos de los mamíferos encierran solamente el acueducto de Silvio, y no son huecos sino durante la vida embrional; por último que los lóbulos ópticos que se dividen también, como los tubérculos cuadrigéminos de los mamíferos, en dos pares de eminencias, una anterior y otra posterior. Aun no se observan las eminencias mamilares. Las aves y los reptiles están desprovistos también de la parte del puente de Varolio visible al exterior, aunque sin razon se les niega este último, puesto que hay que referir á él, aun en los mamíferos y el hombre, las fibras trasversales profundas que se notan entre los manojos de la medula oblongada. Las partes laterales del cerebelo están menos desarrolladas que en los mamíferos.

Estos últimos, comparados con el hombre, tienen los hemisferios proporcionalmente menos desarrollados, de donde proviene que en muchos de ellos no se divide en muchos lóbulos el cerebro; solo en los rumiadores, los carnívoros, los paquidermos y los solípedes es en donde se empieza á notar una division en dos lóbulos, que corresponden mas á los lóbulos anterior y medio que á los lóbulos posteriores del cerebro del hombre, lo cual está conforme con la falta del asta posterior de los ventrículos laterales en estos animales, excepto los monos, focos y delfines. Apenas se notan igualmente las circunvoluciones en muchos mamíferos, tales como los roedores, queiropteros, topo, erizo, tatos y hormigueros, y no se distinguen bien sino en los carnívoros, rumiadores, solípedes, paquidermos y monos; pero son mas sencillas que en el hombre (1). La comi-

(1) CARUS, *Traité élémentaire d'anat. comp.*, trad. por A.-J.-

sura inferior del cerebello ó el puente de Varolio es ya visible al exterior en los mamíferos; pero es todavía estrecha, lo cual permite seguir mas lejos las pirámides de la medula oblongada, que en el hombre están ocultas por las capas profundas de las fibras trasversales del puente. En muchos mamíferos los manojos de fibras trasversales que abrazan la medula espinal, y que se encuentran colocadas detrás del puente propiamente dicho, se hallan también separadas de este último (1).

En la medula oblongada no se distinguen bien, ni los cuerpos olivares al exterior, ni el cuerpo frangeado al interior; por lo general faltan las estriás medulares trasversales del cuarto ventrículo, y el cerebello, que tiene menos hojuelas que el del hombre, es también por lo común menos voluminoso. Los lóbulos olfatorios, que se notan en la estremidad anterior de los hemisferios del cerebro de las aves, existen también en los mamíferos, cuyos tubérculos olfatorios difieren de los nervios olfatorios del hombre en que sus huecos y sus cavidades comunican inmediatamente con los ventrículos laterales del cerebro.

Fuerzas del cerebro y facultades del alma en general.

El cerebro de los peces se engruesa mas y mas desde los peces hasta el hombre en razon del desarrollo de las facultades intelectuales. Segun las evaluaciones dadas por Carus, su masa es á la del cuerpo :: 1 : 720 en la lamprea, :: 1 : 1205 en el sollo, :: 1 : 380 en la salamandra, :: 1 : 2240 en la tortuga terrestre, :: 1 : 91 en el pichon, :: 1 : 160 en el águila, :: 1 : 231 en el canario, :: 1 : 82 en el raton, :: 1 : 351 en la obeja, :: 1 : 500 en el elefante, :: 1 : 25 en la *Simia capucina*. Segun Sæmmerring, el cerebro mas grueso de

L. Jourdan, Paris, 1825, t. I, p. 27.—*Cons.* sobre las circunvoluciones del cerebro de los mamíferos, á LEUKET, *Anat. comp. du syst. nerv.*, considéré dans ses rapports avec l'intelligence, t. I, Paris, 1839. Este autor deduce de sus observaciones (p. 589) que ni la presencia de las circunvoluciones, ni su número ni su forma revelan de un modo absoluto el número y estension de las facultades de los mamíferos. (N. del T. F.)

(1) TREVIRANUS, *Vermischte Schriften*, 3, 12.

un caballo pesa una libra y siete onzas, el mas pequeño de un hombre adulto dos libras y cinco onzas y media; sin embargo, los nervios que salen de su base son cerca de diez veces mas gruesos en el caballo que en el hombre. El cerebro de una ballena de 75 pies de largo pesa cinco libras, cinco onzas y una dracma, mientras que segun el mismo autor el del hombre pesa desde dos libras y cinco onzas y media hasta tres libras, una onza y siete dracmas. Si se considera que la medula espinal disminuye mucho menos en los animales inferiores, puesto que su masa es á la del cuerpo, por ejemplo :: 1 : 481 en la lamprea, :: 1 : 190 en la salamandra terrestre, :: 1 : 305 en el pichon y :: 1 : 180 en el raton, se ve de un modo manifiesto que el desarrollo de las facultades intelectuales en el reino animal depende de la fuerza del cerebro y no de la de la medula espinal. Las variaciones considerables que la proporcion sufre en una sola y misma clase nos prueban que el volúmen del cerebro en general no se calcula tampoco rigurosamente con relacion á la masa del cuerpo, y que es preciso buscar, no en él, sino en la medula espinal la fuerza de los aparatos motores necesarios para ejercer el dominio sobre las masas musculares (1).

Sin embargo, no todas las partes del cerebro guardan proporcion con el desarrollo de las facultades intelectuales en el reino animal. La preponderancia de este órgano en los animales superiores se refiere principalmente al incremento de los hemisferios. Es verdad que en estos animales el cerebelo tiene un volúmen proporcional mas considerable que en los animales inferiores; pero la proporcion es mucho menor. Los tubérculos cuadrigéminos son proporcionalmente menores en el hombre, y la medula oblongada con sus ramificaciones en el cerebro no es proporcional-

(1) V. las investigaciones de Leuret (*loc. cit.*) sobre el peso y volúmen del encéfalo en los peces (p. 153), reptiles (p. 234), aves (p. 283) y mamíferos (p. 419). El resultado es (p. 588) que el volúmen absoluto del cerebro no está en una relacion necesaria con el desarrollo de la inteligencia, así como tampoco el peso del encéfalo comparado con el del cuerpo, ni el peso del cerebelo, de la medula espinal y oblongada comparado con el del cerebro.

(N. del T. F.)

mente mas gruesa en él que en ningun otro animal. Esta parte lleva igualmente en todos los animales todas las fibras nerviosas del tronco en totalidad al cerebro, y esta sola circunstancia nos prueba que el cerebro contiene partes que tienen la misma significacion en todos los animales y que en todos ellos tienen la misma importancia para la vida: en efecto, la lesion de la medula oblongada es igualmente mortal en todos los animales, porque afecta en cierto modo el centro de la vida y de todos los movimientos voluntarios, mientras que la de los hemisferios ocasiona menos alteracion en las funciones en los reptiles que en los seres dotados de facultades intelectuales superiores.

Sin entrar desde luego en el exámen de las fuerzas que las diversas partes del cerebro tienen independientemente de las aptitudes intelectuales, vamos á dar principio por indagar la relacion que hay entre las facultades del alma y el encéfalo en general. La anatomía comparada nos demuestra ya que debemos buscar en el cerebro el origen de las facultades intelectuales, y lo confirman los experimentos en los animales y las lesiones de esta víscera comparadas con las de otros órganos. Tenemos, pues, que demostrar que las funciones del alma no se verifican en ninguna otra parte del sistema nervioso, ni del cuerpo en general, que el cerebro.

Por lo que toca á los nervios, las consecuencias de sus lesiones prueban que, una vez separados del cerebro, estan igualmente fuera del influjo de la voluntad, y que el animal no tiene ya conocimiento de su estado. Por este aspecto la medula espinal se conduce como ellos: toda lesion de esta columna priva del influjo del cerebro y por consiguiente deja fuera del imperio de la voluntad á todos los nervios que nacen por debajo del punto en donde tiene lugar, mientras que los que toman su origen por encima de dicho punto ó la porcion superior de aquellos en cuyo trayecto se ha practicado una seccion, pueden llevar todavía sensaciones á la conciencia y recibir del cerebro las órdenes de la voluntad. La porcion anterior del tronco de la rana detrás de la cabeza separada del cuerpo continúa sintiendo y moviéndose voluntariamente. Y así, la seccion nada ha hecho perder al órgano de su poder intelectual; no ha hecho mas que disminuir la estension de las partes sobre que reina, absolutamente lo mismo que perdiendo sus miembros el amputado,

conserva sus facultades intelectuales, y solo pierde los medios de manifestarlas por acciones.

Cualquiera otra parte del cuerpo puede todavía menos que la medula espinal ser el asiento de las funciones del alma. Los miembros pueden ser amputados y caer en gangrena las vísceras, sin que el alma pierda nada de su fuerza, mientras la vida permanece en semejante estado; y aun á veces sucede que despues de la aparicion de la gangrena en una enfermedad inflamatoria la conciencia recobra el vigor que habia perdido. No debe sorprendernos el que sobrevenga con frecuencia el delirio en las afecciones flegmáticas, puesto que cualquiera que sea la parte del cuerpo en que se establezcan, aun aquellas cuya amputacion no ataca á las facultades intelectuales, cuando son violentas, pueden ejercer una impresion muy viva en el *sensorio comun*. Una fuerte inflamacion en la piel provoca el delirio: ¿por qué no ha de suceder lo mismo en la inflamacion de una víscera? y sin embargo, toda parte de la piel puede ser separada con el miembro entero, sin que el alma se resienta de ello. Pero que esta violenta impresion de una parte enferma sobre los órganos centrales llegue á cesar por efecto de la gangrena ó de la muerte del órgano, y se verá caer inmediatamente el velo que cubria en cierto modo el *sensorio comun*, y la conciencia se despejará durante el corto tiempo que tarda en sobrevenir la muerte definitiva. De este modo se consigue demostrar que ninguna de las vísceras alojadas en el bajo vientre puede ser el asiento de las funciones del alma. Las enfermedades inflamatorias de los órganos importantes contenidos en la cavidad torácica, los pulmones y el corazon, pueden causar la muerte aun antes de haber llevado la alteracion al *sensorio*. Sin embargo, las afecciones crónicas de estas vísceras y sus degeneraciones demuestran hasta la evidencia que no son tampoco el asiento de las facultades del alma. La tisis no hace perder nada de estas facultades, á pesar de la destruccion total de los pulmones. El hombre acometido de una enfermedad del corazon puede experimentar una ansiedad suma, como sucede generalmente cuando se encuentra alterada la circulacion; pero sus funciones intelectuales conservan su integridad. Así que, todos los órganos, excepto el cerebro, pueden ó salir lentamente del círculo de la economía animal, ó perecer en poco tiempo, sin que las facultades del alma sufran ningun trastorno

No sucede así con el cerebro: toda alteracion lenta ó repentina de sus funciones cambia tambien las aptitudes intelectuales. La inflamacion de este órgano nunca deja de ir acompañada de delirio y despues de estupor. Una presion ejercida sobre el cerebro propiamente dicho produce siempre uno ú otro de estos dos fenómenos, segun va acompañada ó no de irritacion, y el resultado es el mismo, ya sea debida á una pieza de hueso hundida, ó á un cuerpo extraño, serosidad, sangre ó pus. Las mismas causas acarrear muchas veces la pérdida del movimiento voluntario ó de la memoria, segun el sitio en que obra la accion. Luego que la presion cesa, se recobra con frecuencia el conocimiento y la memoria, y aun se han visto enfermos que han vuelto á tomar el hilo de sus ideas precisamente en el mismo punto en que le habia interrumpido la lesion. Las lesiones del cerebro en los animales ocasionan el estupor y la pérdida del conocimiento; asimismo los mas de los enagenados tienen este órgano atacado de desórdenes materiales considerables (1), aunque sin embargo hay casos, sobre todo en la locura hereditaria, en que los cambios materiales sufridos por fibras de una tenuidad microscópica se escapan á todos los medios de investigacion. Es verdad que se ha dicho que ciertos sujetos han presentado destrucciones considerables, por ejemplo de todo un hemisferio, sin que se alterasen sus facultades intelectuales, pero los esperimentos en animales prueban que las lesiones, aun repentinas, que recaen sobre un solo hemisferio, no ocasionan inmediatamente un estupor completo, y que este no se manifiesta sino despues de la ablacion de los hemisferios; lo cual parece anunciar que estas dos porciones del cerebro se ayudan recíprocamente y aun se pueden suplir una á otra en el ejercicio de las funciones del alma.

Muchos sabios distinguidos, entre ellos Bichat y Nasse, son de opinion enteramente contraria á la mia. Aunque reconocen que el cerebro es el asiento de las altas funciones del alma, pretenden tambien sin embargo que otros órganos, por ejemplo los del bajo vientre y del pecho, to-

(1) Cons. á PARCHAPPE. *Recherches sur l'encéphale, sa structure, ses fonctions et ses maladies*. París, t. I, 1836; tomo II, 1838.

man tambien parte hasta cierto punto en estas funciones. Y aun se inclinan á creer que el asiento de las pasiones pudiera muy bien residir en las vísceras, fundándose tanto en las afecciones que estas experimentan en las pasiones como en las alteraciones morbosas que se descubren en ellas en ciertos casos de enagenacion mental. A la verdad el tubo intestinal, el hígado, el bazo, los pulmones ó el corazon se encuentran no pocas veces enfermos en los enagenados, y suelen estarlo en circunstancias en que el cerebro no presenta cambio alguno material apreciable. Concedo tambien que la enfermedad de una víscera, puede, como cualquiera otra causa ocasional, dar lugar á la manifestacion de un trastorno en el entendimiento; pero no deduzco de aquí que tal ó cual víscera sea el asiento de ciertas pasiones. Para que sobrevenga una enfermedad mental cualquiera se necesita una predisposicion en el cerebro: cuando existe esta predisposicion, adquirida ó hereditaria, cualquier desórden prolongado que una enfermedad de una víscera provoca en las funciones de los órganos centrales, en virtud de la impresion que estos últimos sienten, y de las leyes de la propagacion de los estados nerviosos en la medula espinal y el cerebro, basta para que se manifieste la enagenacion mental, absolutamente lo mismo que cualquier parte del cuerpo cuya pérdida en nada perjudica al alma, puede mientras goce de vida dar lugar á un delirio simpático por la trasmision viva de su disposicion morbosa al cerebro. De aquí proviene que en los delirios de este género, el estado normal se restablece con la cesacion de los desórdenes materiales en las vísceras que influyen de lejos ó de cerca sobre el encéfalo.

En cuanto á las relaciones entre las vísceras y las pasiones, no es posible negarlas; pero todo lo que á ellas se refiere está envuelto todavía en la mayor oscuridad. En esta parte de la fisiologia reinan opiniones bastante estendidas que se apartan muy poco de las simples tradiciones populares. Sábese que en virtud de un cambio de estado sobrevenido en el cerebro, las pasiones ejercen una accion, unas veces escitante y otras deprimente en todo el sistema nervioso. Las pasiones escitantes van acompañadas de tension y aun de movimientos convulsivos en ciertos músculos, principalmente en todos los que dependen del aparato respiratorio de los nervios, comprendiendo en ellos al fa-

cial; los movimientos de la respiracion cambian hasta el punto de producir el llanto, los suspiros y el hipo, y se deforman las facciones. En las pasiones deprimentes, tales como la ansiedad, el temor, el espanto, todos los músculos estan relajados, porque la influencia motriz de la medula espinal y del cerebro sobre ellos disminuye: las piernas no sostienen ya el cuerpo, abátense las facciones, la vista queda fija, y el efecto puede llegar hasta la parálisis momentánea de todo el cuerpo, principalmente de los esfínteres. Los movimientos del corazon se aceleran en los dos géneros de pasiones; pero las primeras les imprimen al mismo tiempo mas fuerza, mientras que la mayor parte de las otras los hacen mas débiles. Las sensaciones estan cambiadas en ciertas partes especialmente en el órgano de la vista, en el aparato de la respiracion y en el de la digestion, y no pocas veces en todo el sistema nervioso. Los efectos orgánicos de las pasiones modifican la secrecion de la glándula lagrimal; la de la piel, que se cubre de sudor frio en las pasiones deprimentes; la de la bilis, que trasuda frecuentemente al través de las paredes de los vasos, produciendo la ictericia; finalmente la de la orina, que se hace acuosa, como en todas las afecciones nerviosas. Modifican igualmente la accion de los vasos pequeños, cambiando por este medio el estado de turgencia de la piel, que unas veces se presenta rubicunda y otras pálida. En suma, las pasiones influyen primeramente sobre los nervios de la respiracion, el facial, el vago, los raquídeos respiratorios y el frénico, y despues por la medula espinal sobre todo el sistema de los nervios raquídeos, así los de la vida animal como los de la orgánica. Pero dejando á un lado las tradiciones, nada conozco que establezca que en el hombre sano una pasion obre mas sobre un órgano que sobre otro. Dícese que el corazon tiene relaciones con la alegría, el pesar, ansiedad, etc.; pero ¿cuál es la pasion, escitante ó deprimente, por poco viva que sea, en la cual no cambie su modo de accion? Sucede con él como con los órganos lagrimales, que pueden ser afectados en toda pasion violenta, puesto que muchas veces vemos ir acompañados de llanto el pesar, la cólera, la alegría, la admiracion, la emocion, la tristeza, el temor, la ansiedad, y el espanto. Háse pretendido que el hígado tenia íntimas conexiones con la cólera y el pesar; asercion muy antigua que ha pasado á un gran número de obras, aun fisiológi-

cas, pero que es absolutamente falsa. Hay sin duda personas cuyo hígado se encuentra afectado cuando han experimentado una ú otra de estas dos pasiones, cuyo tinte se pone amarillo, que sienten dolores en el hipocondrio derecho ó que son afectados de hepatitis, pero este fenómeno sobreviene cuando su hígado está ya enfermo ó cuando tienen una predisposicion inata á las afecciones hepáticas. La mayor parte de veces nada semejante se observa despues de la cólera ó el pesar, para lo cual apelo á la esperiencia de los lectores. ¿Cuántos hombres hay que, despues de haberse encolerizado ó haber sido contrariados, nada sienten por parte del hígado, sino que padecen, los unos del estómago y los otros del corazon, es decir del órgano mas impresionable en cada uno de ellos? Lo mismo se dice de las demás pasiones: ninguna obra regularmente sobre el hígado, sobre el estómago ó sobre el corazon con preferencia á las otras vísceras; en el hombre sano sus efectos se propagan desde el cerebro á la medula espinal y de esta al sistema nervioso, tanto de la vida animal como de la orgánica, siendo propio del individuo todo lo que sobreviene de especial. Casi se inclina uno á creer que pertenece en propiedad al pudor el enrojecer la piel del rostro ocasionando una acumulacion de sangre en los vasos capilares; pero muchas personas se ruborizan á consecuencia de un disgusto ó de impaciencia, mientras que otras se ponen pálidas por efecto de la verguenza, de un disgusto ó de cólera, lo mismo que por el temor ó el miedo. Los que estan dotados de una complexion hepática son los únicos en quienes una pasion violenta produce la ictericia ó la hepatitis. En suma, los efectos de las pasiones sobre las diversas regiones de las partes dependientes del cerebro no suministran prueba alguna en apoyo de la hipótesis cuyos partidarios pretenden que las mismas pasiones ó en general ciertas operaciones del alma tienen su asiento fuera del encéfalo.

Si la anatomía comparada, la fisiologia y patologia se reuniesen para obligarnos á reconocer que el cerebro es el único asiento de los efectos del alma, que los nervios son los escitadores de estos efectos, y que todas las partes experimentan los efectos de los nervios, no demuestran sin embargo, mas que una cosa, á saber: que el alma obra por medio de la organizacion cerebral; mas de aquí no se deduce que el asiento de su esencia sea únicamente el cere-

bro. Muy bien pudiera suceder que el alma no desempeñase actos ni recibiese influencias mas que en un órgano de estructura determinada, y sin embargo hallarse esparcida de un modo general en el organismo.

Voy á indicar hechos que prueban de un modo perentorio que el alma aunque no obra mas que en el cerebro, no está, sin embargo, limitada enteramente á este órgano. Dos bastan para dar la demostracion de este aserto.

1.^o Los animales inferiores, tales como los planarios, los pólipos y los anélidos son divisibles; y aun hay mas, ciertos pólipos y anélidos, como los neidos y los nereidos, se reproducen por division de su cuerpo. Este hecho nos demuestra que el principio vital es divisible con la materia, puesto que nacen nuevos individuos de porciones de cuerpo separadas. A la verdad no se puede decir de estos seres que estan animados en el mismo sentido que los animales superiores; sin embargo, cada una de las porciones tiene su voluntad propia y sus aptitudes particulares: y como para sentir se necesita conciencia y atencion, tenemos la prueba de que el alma de estos seres inferiores, haya ó no identidad entre ella y el principio vital, es susceptible, como este, de dividirse con la materia.

2.^o El alma es divisible así como el principio de la vida, aun en los animales superiores y los mas altos en la escala, sin exceptuar el hombre. Los animales superiores y el hombre no producen nuevos individuos animados por division de ellos mismos en muchos trozos, sino que engendran por produccion del sémen en el macho y del gérmen en la hembra. De cualquier modo que pueda efectuarse la generacion del nuevo individuo por el encuentro del gérmen de la hembra con el sémen del macho, sabemos que este solo encuentro es suficiente en los peces, ranas y salamandras para dar lugar á un nuevo individuo, sin ninguna participacion del macho ni de la hembra, puesto que basta que el arte verifique la aproximacion, como lo demuestran los esperimentos de Spallanzani. Y así, el gérmen de la hembra y el sémen del macho contienen todo lo necesario para la manifestacion del principio vital individual y de las funciones del alma de los animales. El gérmen y el esperma, ó uno de los dos, deben, pues, contener el principio de la vida y del alma, por decirlo así, en estado latente; porque de lo contrario, estos principios no podrian ma-

nifestarse al nacer un nuevo individuo. Luego, obligados estamos á admitir que sucede lo mismo en los animales colocados en el vértice de la escala y en el hombre, es decir, que el esperma y el gérmen encierran todas las condiciones necesarias para la generacion de un nuevo ser vivo y animado, y que los dos ó uno de ellos contiene un estado latente, el principio de la vida y del alma. En cuanto al fondo de la cuestion, poco importa que el individuo se desarrolle fuera del cuerpo de la madre, como en los ovíparos, ó en su interior, como en los vivíparos.

Por esta serie de hechos y de racionios vemos que, aunque los animales superiores y el hombre no procrean ya nuevos individuos vivos y animados por division de sus propios cuerpos en muchos trozos, con todo, son todavía divisibles por el aspecto del principio de la vida y del alma, en el sentido de que una parte de su materia, representada por los líquidos generadores, es animada de estos principios, ya se diferencian uno de otro ó ya formen uno solo. Empero, sucediendo así, el principio del alma no se limita evidentemente al cerebro, sino que existe, aunque en estado latente, en partes muy distantes del encéfalo y separables del todo. Esto es lo que yo queria establecer.

¿El principio de la vida y el principio del alma llegan en estado latente desde el cerebro al sémen ó al gérmen por la via de los nervios, ó se hallan esparcidos en estado latente tambien en la sangre, ó en fin se encuentran dispersados, siempre en estado latente en todo el cuerpo, mientras que no obran ni reciben los efectos de otras partes que del cerebro, único aparato organizado de modo que les permite desplegar libremente su actividad? Todas estas cuestiones tienen que quedar sin resolver; y por otra parte su solucion sería indiferente para las investigaciones que actualmente nos ocupan. Nos basta saber que el esperma y el gérmen deben contener no solo la fuerza necesaria para producir un individuo vivo, sino tambien el principio del alma del nuevo ser en estado latente. Bástanos saber que otras partes además del cerebro participan del principio del alma, pero que este cerebro no despliega su actividad y su libertad sino en el cerebro, porque allí encuentra la organizacion necesaria, tanto para recibir las impresiones de los conductores sensibles como para obrar sobre las fuerzas de otras partes sobre los aparatos motores. La conciencia, el

pensamiento, la voluntad y la pasión no son posibles sino en el cerebro, y aunque el principio de que dimanen las ideas, los pensamientos &c., existe en estado latente en el germen fecundado, es necesario que este germen animado cree la organización del encéfalo en totalidad. En el acéfalo, que se ha nutrido y vivido durante la vida intra-uterina hasta el momento de su nacimiento, el órgano que el germen animado había producido para la manifestación del alma en una época más distante, ha sido destruido (por hidropesía) desde antes que tuviese las condiciones necesarias para que el principio del alma pudiese salir de su estado latente y se manifestasen sus facultades.

No dependiendo, como hemos visto, la existencia del alma de la integridad de la organización del cerebro, puesto que se demuestra que debe existir, aunque en estado latente, hasta en el germen arrojado por el cuerpo materno, se sigue de aquí que un cambio en la testura del cerebro no puede modificar la esencia del alma, sino solo limitar su actividad á acciones morbosas. Solo la actividad del alma depende de la integridad de la estructura anatómica y de la composición química del cerebro. Marchando siempre paralelos uno á otro el modo de acción y el estado del encéfalo, el segundo determina siempre el primero; pero la esencia del alma, su fuerza latente, mientras no tiene que manifestarse, no parece depender de ningún cambio del cerebro. Tomando por guía estas ideas, se cortan todas las discusiones sobre la causa final de las enfermedades mentales y sobre la parte que en ellas toman el cerebro y el alma, y el médico no tiene que ocuparse en todas las aberraciones de las facultades intelectuales más que del cambio material que obliga al alma á ejecutar acciones morbosas, ó que le impide actuar. En el idiotismo, aun el más profundo por causa de microcefalia (1), no podemos suponer una enfermedad innata del alma, un defecto primordial del principio moral: no hay duda que el germen contenía la disposición á las más altas perfecciones de este principio; pero el desarrollo incompleto del cerebro ha imposibilitado el de las aptitudes superiores de la inteligencia, así como

(1) El microcéfalo del Museo de Berlín no tenía en el estado completamente adulto, más que $14\frac{1}{2}$ onzas de cerebro.

en el hombre mejor conformado un cambio del estado del cerebro pone instantáneamente enfermas las manifestaciones del alma, ú obliga á su energía á pasar al estado latente de donde sale muchas veces despues de alejarse la causa morbosa lo mismo que antes se encontraba.

Como la materia cambia siempre al mismo tiempo que la actividad, no hay duda que una actividad anormal del alma, ya sea cierta direccion comunicada al espíritu por el género de vida habitual, ó bien un estado violento determinado por circunstancias particulares, debe reaccionar tambien sobre el órgano del alma. Por mucho que importe al médico remover estas causas, sus cuidados deben dirigirse casi esclusivamente al estado de los órganos, tanto aquí como en cualquier otra parte, no constituyendo la esencia de la enfermedad mental, los remordimientos de la conciencia, de que se ocupan ciertos prácticos fanáticos, y que no se pueden considerar sino como una de las numerosas causas que la determinan.

¿El principio vital, de donde toda la organizacion parte en el germen y que produce tambien el órgano para la accion del principio del alma, difiere esencialmente de este, ó bien la actividad del alma no es otra cosa que un modo particular de accion del principio vital? La fisiologia empírica no puede llegar á la solucion de este problema. No ignoramos que el principio vital puede continuar obrando sin manifestaciones del alma, porque sostiene hasta el nacimiento la vida misma de los monstruos privados de cerebro y de medula espinal; de lo cual no puede deducirse que el principio del alma difiere de él en la esencia; porque ya hemos visto que hay, aun fuera del cerebro, un estado latente de este principio en todo cuerpo animado; pero tampoco debe deducirse de aquí que el principio del alma no es sino un modo de los efectos del principio vital. Solamente vemos, lo que tambien nos prueba la creacion de todo el embrion antes del desarrollo de las facultades del alma, que la actividad de esta última no es necesaria á la manifestacion del principio vital. Por otro lado sabemos igualmente de un modo positivo que la actividad del alma no es posible en un cuerpo animal, sin el concurso del principio vital, porque este último es el que crea y sostiene la organizacion cerebral, sin la cual no podria tener lugar.

La hipótesis, segun la cual el principio moral no es

mas que una manifestacion del principio vital de los cuerpos animados, en general puede alegar en su favor que el principio del alma no se manifiesta en una sola clase del reino animal, en el hombre, sino que tambien se encuentra hasta en los animales mas inferiores; porque el alma pertenece á todo lo que goza de vida animal, á todo lo que experimenta sensaciones y se hace cargo de ellas, á todo lo que es capaz de formarse imágenes ó ideas, á todo lo que tiene deseos y se forma una idea, tanto de su objeto, como de su satisfaccion, en fin, á todo lo que es movido á actos de voluntad, ya por ideas, ya por deseos. Ensancho así el círculo de los fenómenos del alma, se los descubre efectivamente hasta en los animales colocados en lo mas elevado de la escala; y aun vemos aparecer tambien pasiones en los animales superiores. Por otro lado la hipótesis, segun la cual el principio del alma es independiente del principio vital, alega en su apoyo que toda una clase de seres organizados vivos, la de las plantas, no ofrece el menor vestigio de fenómenos morales; objecion que desapareceria admitiendo que en ellas la parte moral de principio vital se encuentra en estado latente, y si una hipótesis no tiene en su favor mas que el poder explicar un crecido número de hechos, es neutralidad por otra que tambien los explica con la misma claridad.

Ambos principios estan conformes, en cuanto á sus efectos, en que sus fenómenos pueden ser lo que se llama la razon; pero la razon en la vida normal no es otra cosa que la simple conciencia de lo que es razonable, sin ningun influjo creador en la organizacion conveniente á la naturaleza animada. La razon que se espresa en la organizacion del ser mas sencillo escede quizá en sublimidad á lo mas alto que puede representar la conciencia de un ser animal ó de un hombre. Esta actividad creadora ha encontrado la solucion de todos los problemas de la fisica. Ningun problema de la fisica del oido ó de la vista queda oculto á la naturaleza que crea el órgano del oido ó el ojo. Tambien es la causa del instrumento, es decir, la causa que hace que en el *sensorio* de un animal, nazcan ensueños que le impongan acciones razonables, necesarias á su existencia, sin que el alma de esta criatura entrevea nada de este acto de razon, ni su relacion con los efectos consiguientes.

Si hay un verdadero motivo para admitir que la vida

moral de las criaturas animales no es sino un modo de manifestacion de su principio vital, es que los dos géneros de efectos pueden ser la espresion de la razon, que la produccion de la organizacion del animal mas inferior por el desarrollo del gérmen es la espresion de la razon mas elevada, y que lo que hay en esto de razonable escede con mucho á todos los objetos morales de que dicha criatura tiene conocimiento. Stahl hacia dimanar todas las acciones animales del alma, porque estan conformes con su objeto. Esta alma de Stahl, si la vida moral, tal como se la concibe generalmente, ya dependa ó emane de ella, difiere mucho de lo que se suele llamar vida moral, es mucho mas superior. Vemos sin dificultad que la teoría de este autor se funda en la intencion de la fuerza que obra segun las inspiraciones de la razon en todos los seres vivos, y que consideraba como una emanacion de esta primera causa de una criatura lo que nosotros solemos llamar vida moral. Mas para que esta opinion sea exacta, lo cual no puede dar la demostracion empírica, es preciso no perder de vista que el alma que siente y piensa no abraza sino una parte pequeña de los efectos de esta misma alma superior, que obra conforme á la razon, que en suma es la causa de una criatura, y que preve en su organizacion é inclinaciones instintivas todo lo que puede sucederle en sus relaciones con el mundo exterior.

Medula oblongada.

La medula oblongada pone al cerebro en relacion con la medula espinal; y por consiguiente importa mucho al fisiólogo conocer bien el curso de los cordones de que está compuesta. Burdach ha ilustrado mas que nadie esta interesante materia en su escelente tratado sobre la estructura y funciones del cerebro. En la actualidad se distinguen los cordones siguientes en la medula oblongada.

1.º Las pirámides, compuestas de fibras elementales y de fibras de decusacion, segun el autor últimamente mencionado. Las primeras estan situadas en la cara anterior de la medula espinal, pero se dirigen oblicuamente de atrás adelante en la region del cuello, desde tres pulgadas y media hasta diez y ocho líneas del puente de Varolio; de manera que, constituyendo primero las paredes laterales de la

cisura de la cara anterior de la medula espinal, acaban por colocarse á los dos lados de esta cisura, en la cara anterior de la medula, marcándose principalmente en la parte anterior de su cordon interno y anterior. Las fibras de decusacion son un brazo del cordon lateral de la medula espinal, que pasa detrás de la eminencia olivar, sube oblicuamente de fuera adentro y de atrás adelante y se presenta en la superficie con las fibras fundamentales al lado de la cisura anterior de la medula á una pulgada por debajo del puente. No hay mas que las fibras de decusacion que se crucen, es decir que pasen de un lado al otro de la cisura y se apliquen á las fibras profundas del lado opuesto. Las fibras de las pirámides se continuan con los pedúnculos del cerebro por entre las fibras trasversales del puente de Varolio.

2.^o Los cordones silicuares (*funiculi siliquæ*) son, segun Burdach, los manojos fibrosos que caminan á los lados interno y esterno del cuerpo olivar y que no se manifiestan en la superficie de la medula espinal. El interno nace de las fibras medulares de la cisura anterior de esta última que estan echadas hácia fuera por la pirámide en el punto en que esta sale. El interno es la porcion exterior de los cordones anteriores de la medula al lado interno de la serie de las raices anteriores. Los dos cordones quedan aplicados uno á otro hasta el punto en que la oliva sale entre ellos. Los cordones internos atraviesan el puente con pirámides para continuarse con los pedúnculos cerebrales; y los esternos marchan de abajo arriba y de fuera adentro para ir á la parte superior de las prolongaciones superiores ascendentes del cerebelo (*processus cerebelli ad corpora quadragemina*) y á la base de los tubérculos cuadrigéminos.

3.^o La oliva nace de la expansion del cordon gris anterior en la medula oblongada. En este punto se desprende del cordon gris una vesícula gris y plegada llena de sustancia blanca, y que tambien está revestida de sustancia blanca al exterior. Esta vesícula y su núcleo medular, cuando se los corta al través, presentan la figura conocida con el nombre de cuerpo dentado de la oliva.

4.^o El cordon lateral (*funiculus lateralis*) de la medula espinal suministra las fibras de decusacion de las pirámides por dentro y al principio de la medula oblongada; el resto se dirige por encima de la oliva á las prolongaciones inferiores descendentes del cerebelo (*crura cerebelli ad medu-*

llam oblongatam), y en parte tambien á la region esterna del seno romboideo.

5.^o El cordon cuneiforme (*funiculus cuneatus*) nace de las fibras medulares que cubren los cordones grises posteriores de la medula espinal, fibras que, colocadas al lado superior del cordon lateral, forman en union con las sayas las prolongaciones superiores ascendentes del cerebello (*procesus cerebelli ad corpora quadragemina*). Sus fibras internas constituyen las partes exteriores de las paredes del seno romboideo y van al cerebro.

6.^o En la cara interna y posterior del cordon cuneiforme se encuentra el cordon delgado (*funiculus gracilis*), cuya cara lateral interna forma la pared lateral de la cisura posterior, aplicándose una parte inmediatamente á la cara correspondiente del cordon opuesto. Este cordon se engruesa en los puntos del seno romboideo y produce un tubérculo claviforme.

Los cordones redondos (*funiculi teretes*) aparecen en la separacion de los cordones delgados, como paredes laterales de la medula espinal, penetran entre estos mismos cordones en el seno romboideo, se dirigen hácia delante, separados uno de otro por la cisura de este seno, cuyo fondo constituye, y se continúan hasta el contorno anterior é inferior del acueducto (1).

Por lo que hace á las fuerzas de la medula oblongada, debo advertir desde luego que este órgano participa en general de las propiedades de la medula espinal. Tiene, como ella, el poder reflectivo, tanto que ninguna parte del sistema nervioso está mas dispuesta que ella á producir movimientos reflejos; porque los nervios á que da origen son los que con mas facilidad los determinan. La medula oblongada forma

(1) *Cons.* sobre el curso de las fibras en el encéfalo á VALENTIN, *Traité de névrologie*, trad. por A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1843.
—FOVILLE, *Traité complet de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie du système nerveux cérébro-spinal*. Paris, 1844.
—N. GUILLOT, *Exposition anatomique de l'organisation du centre nerveux dans les quatre classes d'animaux vertébrés*. Paris, 1844.

parte del aparato motor, y ninguna parte del sistema nervioso tiene tanta influencia como ella en la producción de los movimientos; siempre que se la irrita, sobrevienen convulsiones en todo el tronco, al cual paralizan igualmente sus lesiones: pero las propiedades siguientes son las que la distinguen de todas las otras partes de los órganos centrales.

1.^o Es el origen de todos los movimientos respiratorios, como lo prueban los experimentos de Legallois.

Cuando se destruye el cerebro de delante atrás en un animal, la respiración no cesa hasta el momento en que se llega á la medula oblongada. De consiguiente en este órgano es donde reside el origen de las inspiraciones periódicas y de todos los cambios que la respiración representa por efecto de las irritaciones que obran sobre los nervios sensitivos de las membranas mucosas. Las pasiones influyen en ella excitando todos los nervios respiratorios, excepto el facial, y en ella se encuentra el principio provocador de los movimientos que acompañan ó determinan el llanto ó la risa, el hipo, los suspiros, el bostezo, la tos y el vómito, en cuyos movimientos todo el aparato de los nervios respiratorios y del facial están siempre afectados. Así como su punto de partida está en la medula oblongada en las pasiones, así también pueden ser provocados por una acción del *sensorio* sobre este órgano, y aun á veces lo son por simples ideas, como el llanto, la risa y el bostezo. La disposición á bostezar parece existir siempre cuando las partes centrales del sistema nervioso se encuentran en un estado de laxitud: si entonces se presenta á la imaginación la idea del bostezo por ver bostezar á otros, esta propensión se realiza, y bostezamos. En este movimiento hay afección del sistema de los nervios respiratorios y del nervio facial, tanto de los ramos de este último que se dirigen á la cara, como del que se distribuye por el músculo digástrico.

2.^o La medula oblongada es el asiento de la influencia de la voluntad; porque según los experimentos de Flourens, los animales que han perdido los hemisferios del cerebro, caen sí en estupor, pero conservan todavía la facultad de ejercer movimientos voluntarios. Por otro lado les queda igualmente esta facultad después de la ablación del cerebelo, cuya operación no hace más que privarles de la energía de los movimientos y de la aptitud para

efectuar movimientos coordinados de locomocion (1).

3.º Este órgano es tambien el asiento de la facultad de sentir; cuya proposicion demuestran, no solo el origen de los nervios cerebrales, que todos, escepto el primero y segundo, tienen conexiones, ya con las prolongaciones que la medula oblongada envia al cerebro, ya con este mismo cordón, sino tambien la historia de las lesiones de las partes cerebrales. De los experimentos de Magendie y Desmoulins resulta que un animal á quien se han quitado los hemisferios del cerebro y cerebello no ha perdido el sentimiento. La ablacion de los hemisferios le priva de los órganos centrales de la vista y del olfato, y se queda ciego; pero la conciencia de las sensaciones no parece estar ligada á los hemisferios cerebrales. A la verdad Flourens ha deducido de sus experimentos sobre la ablacion de los hemisferios del cerebro que estas partes son los órganos centrales de las sensaciones, que el animal no siente ya cuando se le ha privado de ellos (2); lejos de seguirse semejante consecuencia de sus experimentos, resulta precisamente lo contrario, como lo ha demostrado Cuvier en su Rapport (3). Un animal á quien se ha privado de sus hemisferios cae en estupor, mas no por eso deja de dar señales inequívocas de

(1) *Cons.* sobre los acéfalos dotados de movimiento voluntario á MULLER, *Archiv*, 1834, p. 168.

(2) En su primera edicion (*Rech. sur le syst. nerv.*, 1823, p. 136) decia Flourens que los lóbulos cerebrales son el asiento esclusivo de toda *sensacion*, de toda volicion y de toda inteligencia. Habiendo Cuvier hecho notar en su Rapport (FRONIER's *Rech. sur le syst. nerv.*, 1842, p. 78), que de los experimentos solo se deducia que los hemisferios del cerebro son el receptáculo único en que el animal puede percibir las sensaciones de la vista y oído, Flourens en su segunda edicion (p. 132) sustituyó la palabra *percepcion* á la de *sensacion*, no cambiando por otra parte nada en su conclusion. El animal, dice (p. 79), que ha perdido sus lóbulos cerebrales, no ha perdido la sensibilidad, sino que la conserva entera, perdiendo solo la percepcion de sus sensaciones y la inteligencia. (*N. del T. F.*)

(3) Bouillaud y Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. I, p. 648), apoyados en sus propios experimentos, afirman que la impresionabilidad á la luz persiste en las aves despues de la ablacion de los lóbulos cerebrales. (*N. del T. F.*)

sentimiento, y no solamente de movimientos reflejos: no se mueve espontáneamente sino cuando se le impele á ello, pareciéndose entonces á un animal que se despierta; si se le da otra posicion busca el equilibrio; colocado sobre el dorso, se pone derecho; empujado hácia delante, salta; el ave que se arroja al aire, procura volar, y la rana da saltos. El animal no tiene ya memoria, ni reflexiona, pero siente, y reacciona sobre las sensaciones por movimientos que no son simples fenómenos reflejos. Cuvier le compara con razon á un hombre dormido, que, á pesar del estado de sueño, siente, puesto que todavía procura tomar una posicion cómoda (1).

En un ser animado que goza de salud es preciso distinguir bien las sensaciones de la atencion que se les concede, de la aptitud para formar ideas con ellas. La atencion parece ser una facultad de los hemisferios del cerebro, cuya pérdida trae consigo el estupor, sin abolir el sentimiento. Un hombre sano puede entre cierto número de sensaciones que se verifican á la vez no consagrar su atencion mas que á una sola; puede hacerla dominante, hacer que llegue á la conciencia con toda la plenitud de su intensidad, y que escite en ella ideas, mientras que las otras, aunque tambien se informa de ellas, quedan vagas porque les ha dirigido su atencion. Por otra parte nos hallamos en estado de consagrar mas especialmente nuestra atencion á tal ó cual parte de una figura que impresiona nuestro sentido de la vista, lo cual nos permite analizar las figuras complicadas. Igualmente podemos seguir con atencion uno solo de los instrumentos músicos de una orquesta, aun el mas débil, no produciendo entonces en nosotros los sonidos ocasionados por los otros mas que sensaciones vagas. Y así, la claridad de las sensaciones depende del concurso de órganos cuya pérdida lleva consigo la destruccion de los hemisferios cerebrales, mientras que la medula oblongada es susceptible de sensaciones vagas y confusas.

Algunos fisiólogos han creído que la medula oblongada era el órgano central de todas las sensaciones, como es el asiento de la voluntad. A mi entender se comete un error

(1) FLOUBEN'S *Rech. sur les propr. et les fonct. du syst. nerv.* Paris, 1842, p. 78.

cuando no se llama medula oblongada mas que á la parte superior y abultada de la medula espinal, sin comprender en ella sus prolongaciones en el cerebro. Tomada así en el sentido mas limitado, es seguramente el órgano central de todas las sensaciones tactiles, las cuales tienen lugar aun despues de la pérdida del cerebro, pero entonces no se fija en ellas la atencion. Por otra parte hay tambien para los sentidos de la vista y olfato aparatos centrales que residen en los hemisferios del cerebro. Despues de heridos estos últimos, la vista y el olfato quedan abolidos del mismo modo que sobreviene la ceguera á las lesiones del par anterior de los tubérculos cuadrigéminos, de los tálamos ópticos y en general de las partes profundas de los hemisferios. Parece pues, que los órganos centrales de los diversos sentidos tienen existencia independiente, y aunque en parte pertenecen á las prolongaciones del sistema de los cordones de la medula oblongada, sin embargo, parece que su accion puede ejercerse aisladamente, verificándose por el concurso de los hemisferios con ellos la atencion, es decir la intencion clara de las sensaciones que cada uno de ellos experimenta. A la verdad, parece cierto, por un lado que, despues de la ablacion del aparato central para la vista, pueden tener lugar todavía con conciencia las sensaciones tactiles por medio de la medula oblongada, mas por otro, no sabemos, si despues de la pérdida de esta última, puede haber aun sensaciones en los órganos centrales de los otros sentidos. Despues de la lesion de la medula oblongada, la respiracion cesa, hallándose por esta causa la vida reducida á un minimum que impide el hacer observaciones sobre la persistencia de las sensaciones de la vista, olfato &c. Pero lo que hay de mas probable hasta ahora es que los hemisferios del cerebro, y no la medula oblongada, son los órganos á que abocan los efectos de los diversos aparatos centrales de las sensaciones, y en donde las sensaciones independientes unas de otras son convertidas en intenciones sensoriales.

Por lo que toca al órgano del oido, ordinariamente se admite para tal el suelo del cuarto ventriculo, porque de él nacen las fibras del nervio auditivo. Flourens, por el contrario, pretende que la facultad de oir cesa despues de la ablacion de los hemisferios cerebrales, aunque las aves pueden sobrevivir muchos meses á esta pérdida, como lo prueban sus experimentos y los de Hertwig. A pesar de que muy

bien puede suceder que las sensaciones auditivas esten ligadas á la integridad del suelo del cuarto ventrículo, con todo, las fibras trasversales blancas del seno romboideo, que no siempre tienen, ni con mucho, conexiones con el nervio acústico y que á veces pasan manifiestamente por encima de la raiz superior de este nervio para ir á la prolongacion que el cerebello envia al puente de Varolio, no desempeñan al parecer en las sensaciones auditivas el papel importante que con tanta frecuencia se les atribuye. En el gabinete de Berlin está el cerebro de una jóven, á quien poco á poco se fue paralizando todo el cuerpo de resultas de una caída sobre la nuca y el occipicio; las estrías medulares trasversales se habian convertido en una exudacion de fibrina, y sin embargo nada habia padecido la audicion (1).

Tubérculos cuadrigéminos.

Los tubérculos cuadrigéminos de los mamíferos y los lóbulos ópticos de las aves, reptiles y peces, pertenecen al aparato central del sentido de la vista, así como los tálamos ópticos de los animales superiores. Si se separa uno de los lóbulos ópticos en un pichon ó una mitad de los tubérculos cuadrigéminos en un mamífero, sobreviene la ceguera en el lado opuesto; pero el iris de este ojo conserva todavía por mucho tiempo su movilidad; por lo menos esto es lo que asegura Flourens; pero Magendie dice que no sucede así en los mamíferos. Los animales dan muchas vueltas sobre sí mismos y siempre hácia el mismo lado en que ha sido practicada la ablacion, lo que tambien han reconocido Magendie y Desmoulins. Este movimiento giratorio, que igualmente se nota en las ranas, parece ser la consecuencia de un vértigo (2). Cuando se tapaba un ojo á pichones no mutilados, giraban tambien sobre el lado del ojo no tapado, pero con menos celeridad y por mucho menos tiempo que los pichones mutilados. La lesion de los tubérculos cuadrigé-

(1) Véase á FISCHER, *De rariore encephalitis casu*. Berlin, 1834.

(2) Cons. á KRAUSE, *De cerebri laxi ad motum voluntarium relatione certaque vertiginis directione certis cerebri lacionibus pendente*. Breslau, 1742.

minos ocasionaba siempre movimientos convulsivos generales y una debilidad marcada en los músculos del lado opuesto á la parte en que se habia practicado la operacion.

Un fenómeno digno de notarse es que la contractilidad del iris no se pierde despues de la lesion superficial de un lóbulo óptico, mientras que su ablacion completa la estingue enteramente lo mismo que la facultad de ver en el lado opuesto. Flourens explica este fenómeno diciendo que una estirpacion incompleta del lóbulo óptico no estingue la escitabilidad de los nervios ópticos, porque no destruye todas las raices de estos nervios. Luego, los movimientos del iris dependen de la escitacion de los nervios ópticos, porque cuando este fisiólogo los irritaba, el iris se contraia, y despues de la seccion completa de los nervios puestos al descubierto, dicha membrana no se mueve ya bajo el influjo de la luz. Esta explicacion es exacta; pero tambien se puede concebir de un modo mas sencillo la persistencia de los movimientos del iris por la irritacion de la luz despues de la lesion superficial del lóbulo óptico de un lado; porque, para que esta membrana se mueva, basta que el nervio óptico del lado opuesto sea irritado por la luz, puesto que aun en el estado sano el iris de un ojo se contrae cuando es irritada la retina del otro (1). Los esperimentos de Hertwig (2) han confirmado casi enteramente los de Flourens. Con efecto, manifiestan que la lesion parcial de uno de los tubérculos cuadrigéminos en los mamíferos y en las aves produce la debilidad muscular y la pérdida de la vista por algun tiempo; pero que esta facultad aparece despues; que no estingue los movimientos del iris, los cuales persisten algunas veces; que una lesion mas pro-

(1) Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 63) ha hecho esta observacion interesante; que la irritacion mecánica de un solo tubérculo óptico (en las aves) no escita únicamente los movimientos del iris opuesto, como habia creido Flourens, sino que el efecto de esta irritacion se presenta tambien en el iris del mismo lado. Ha observado igualmente movimientos simultáneos en las dos aberturas pupilares, pellizcando ó punzando despues de la operacion el extremo encefálico de *un solo* nervio óptico. Se da razon de estos resultados admitiendo que en los dos casos impresiona al animal una luz subjetiva. (*N. del T. F.*)

(2) *Exp. de affectibus lesionum in partibus encephali*. Berlin, 1826.

funda ó una estirpacion total acarrea la pérdida completa de la vista y de los movimientos del iris; que la lesion de los tubérculos cuadrigéminos producen en el ojo casi los mismos efectos que la de los nervios ópticos; que su lesion en un solo lado determina en el lado opuesto del cuerpo una debilidad muscular que se disipa al cabo de cierto tiempo; que va acompañada de movimiento vertiginoso del animal; en fin, que estos fenómenos son los únicos á que da lugar y que ningun otro trastorno ocasiona ni en la memoria ni en el entendimiento. Las observaciones de Hertwig no difieren de las de Flourens sino en un solo punto; el fisiólogo aleman ha visto sobrevenir convulsiones despues de la lesion de los tálamos ópticos, y parece probable que las que ha observado Flourens dependian de que habia profundizado demasiado con el instrumento.

Cerebelo.

Rolando, Flourens, Magendie, Schæps y Hertwig han hecho interesantes investigaciones sobre las propiedades del cerebelo.

De las de Rolando resulta (1) que la dismunicion de los movimientos está en razon directa de la lesion del órgano; que esta lesion no hace caer á los animales en estupor; que todas las partes de su cuerpo conservan la facultad de sentir, pero que pierden la energía de los movimientos musculares. Tienen abiertos los ojos y ven los objetos, pero son vanos todos sus esfuerzos para ejecutar los movimientos necesarios á la locomocion. Un animal á quien se ha quitado un lado del cerebelo cae sobre el mismo lado del cuerpo, y ya no puede sostenerse sobre la pata correspondiente (?). Estas observaciones determinaron á Rolando á admitir una cosa que no se puede probar, á saber, que el cerebelo es el órgano productor del principio nervioso, comparado por él al fluido galvánico, y que las capas alternativas de sustancia blanca y gris obran, como ya lo creia Reil, á la manera de una pila galvánica.

(1) *Journal de Physiologie*, 1823.—*Saggio sopra la vera struttura del cervello*. Turin, 1828.

Los experimentos de Flourens son mas claros y mas decisivos en sus resultados (1). Estirpando el cerebello por capas sucesivas, la ablacion de las primeras era seguida de un poco de debilidad y desarreglo en los movimientos; al separar las medias se manifestaba una agitacion casi general, pero sin convulsiones; el animal ejecutaba movimientos bruscos y desordenados; veia y oia; al cortar las últimas, el animal perdia la facultad de sentir, de volar, de andar, de quedar en pie y de mantenerse en equilibrio. Colocado entonces sobre el dorso, no sabia volverse, se agitaba sobremanera y casi de un modo continuo, sin dar signo alguno de estupor; veia el golpe que le amenazaba y queria evitarlo, pero no lo podia conseguir. Vemos, pues, que persisten la voluntad, el sentimiento y la conciencia: no habia abolido mas que la posibilidad de coordinar la accion de los músculos en movimientos regulares y determinados, y los esfuerzos del animal para mantenerse en equilibrio le daban el aspecto de estar vivo. De estos experimentos, que en todas las clases de animales han dado los mismos resultados, deduce su autor que el cerebello no pertenece, ni á los aparatos sensoriales, ni á los intelectuales; que no es el asiento del origen de los movimientos voluntarios; que sí forma parte de los aparatos motores, pero que sus lesiones no producen convulsiones como las de otros aparatos motores, la medula espinal y medula oblongada, y que no hacen mas que extinguir la energía de los movimientos y la facultad de coordinarlos de un modo conveniente para efectuar la locomocion. Si esta opinion es justa, el mecanismo de la escitacion de los músculos por grupos debe tener su prototipo en este órgano, de suerte que toda alteracion de su estructura destruye en cierto modo la armonía preestablecida entre él y los grupos de músculos, así como sus conductores nerviosos. Hay que notar además que las lesiones del cerebello manifiestan siempre sus efectos de un modo cruzado en el lado opuesto del tronco.

Estas observaciones han sido confirmadas por las de Hertwig y Longet, de las cuales resulta que el cerebello no es sensible; que sus irritaciones no determinan convulsiones en los músculos; que la integridad de su accion es indispensable al concurso de los movimientos para cierto objeto, para el

(1) *Rech. sur le syst. nerv.* Paris, 1842.

vuelo, marcha, estacion y conservacion del equilibrio; en fin, que sus lesiones no influyen en los sentidos, ni en funcion alguna del cuerpo. Sin embargo, Hertwig ha notado que el poder del cerebelo se restablecia poco á poco despues de una destruccion parcial. Tambien ha probado el efecto cruzado de esta porcion del encéfalo.

Magendie ha visto que los erizos y conejos de Indias, á quienes habia quitado el cerebro y cerebelo, se frotaban todavía el hocico con las patas delanteras cuando se los ponía vinagre debajo de la nariz. Dice haber observado que despues de la lesion del cerebelo, los animales se esforzaban por marchar hácia delante, pero que un poder interior les obligaba á recular. La lesion de las prolongaciones medias (*crus cerebelli ad pontem*) y del mismo puente de Varolio de un lado solamente, obligaba al animal á volver constantemente hácia el mismo lado; fenómeno que se verifica aun despues de toda seccion vertical que interese la masa medular situada por encima del cuarto ventrículo, pero se marca mas todavía despues de la lesion de la prolongacion media. Magendie pretende que los animales daban á veces hasta sesenta vueltas por minuto, y ha visto continuarse dicho fenómeno por ocho dias consecutivos. Estos movimientos no son convulsivos; el animal los ejecuta voluntariamente, como si un poder interior le obligase á ello, ó como si padeciese un vértigo. Asegura dicho autor que la seccion del pedúnculo del otro lado, restablece el equilibrio. Hertwig ha visto tambien movimientos giratorios hácia el lado de la lesion del puente de Varolio en los perros (1); al mismo tiempo uno de los ojos miraba arriba y otro abajo. Nota igualmente que las lesiones superficiales del puente de Varolio, causaban un dolor mediano. Atribuye una accion cruzada á esta parte, y jamás ha visto sus lesiones seguidas de movimientos convulsivos.

(1) Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 434, 452) afirma que en sus esperimentos el movimiento giratorio siempre tubo lugar en el lado *opuesto* á la lesion, y los hechos patológicos que refiere, deponen en favor de su observacion. Esta rectificacion merece tomarse en cuenta, puesto que quizá podemos pensar con el autor mencionado que el movimiento rotatorio no es otra cosa en estos casos que una manifestacion de la hemiplejia dividida. (*N. del T. F.*)

El pedúnculo inferior del cerebelo ó cuerpo retiforme pertenece al sistema de la medula oblongada, y sus lesiones son seguidas, segun los esperimentos de Rolando en una cabra, de convulsiones en las cuales el cuerpo del animal se dobla en sentido de la herida (1). Los pedúnculos cuadrigéminos, ó prolongaciones que se dirigen á los tubérculos anteriores, producen tambien convulsiones, segun el mismo autor, cuando se los hiere; los movimientos eran mas marcados en las estremidades opuestas, y el animal, que era una coneja, caia siempre sobre el lado herido despues de haber saltado.

Gall mira al cerebelo como el órgano central del instinto de la propagacion, hipótesis que no se funda en hechos ciertos. Segun Burdach, la afeccion de las partes genitales era debida en diez y siete casos á vicios del cerebelo y en trescientos treinta y dos á vicios del cerebro. Hánse observado derrames de sangre en el cerebelo en casos de apoplejía con ereccion (2). Duglison ha visto al priapismo acompañando á una cerebelitis complicada con derrame seroso. Algunas veces se determina tambien la ereccion destruyendo la medula espinal en los animales. Las observaciones de Heusinger (3), que en dos aves muertas repentinamente ha encontrado los testículos infartados de sangre y un derrame sanguíneo en el cerebelo; no pueden considerarse como argumento en apoyo de la hipótesis de Gall, ni tampoco prueban mucho mas los otros hechos referidos por Burdach de alteraciones simultáneas en el cerebro y en las funciones genitales. Todavía es mas frecuente la coincidencia de las enfermedades de la medula espinal con los desórdenes del aparato generador. Por otra parte el desarrollo del cerebelo no es proporcionado en la escala animal á la energia del instinto propagador. En los reptiles desnudos, en que este órgano no representa mas que una simple lengüeta estendida sobre el cuarto ventrículo, es sumamente pequeño, y sin embargo, el instinto generador de estos animales se ha hecho proverbial, aunque en ellos no tiene lugar la ereccion. Habla tambien en contra de la hipótesis de

(1) *Saggio*, ed. 3, p. 128.

(2) SERRES, en el *Journal de Physiologie*, t. III, p. 114.

(3) MECKEL'S *Archiv*, VI, 551.

Gall una pieza conservada en el gabinete anatómico de Bonn: es un cerebelo cuya mitad se encontró atrofiada (1); el sugeto habia sucumbido á una enfermedad inflamatoria; era casado y padre de muchos hijos, y relativamente al instinto generador sus facultades mas bien eran muy pronunciadas que débiles. Pero los hechos mas notables son aquellos cuyo conocimiento debemos á Cruveilhier (2). En uno de estos casos, en un hombre de veintian años, el hemisferio del cerebelo contenia dos gruesas masas tuberculosas; no habia tenido síntomas de parálisis, ni dolores de cabeza, ni afeccion alguna morbosa positiva en los órganos genitales. No sintiendo este individuo inclinacion alguna á los placeres del amor, pudiera considerarse el hecho como favorable á la hipótesis de Gall; mas un segundo caso nos demuestra la coincidencia de la falta completa del cerebelo con el gusto de la masturbacion: era una jóven de once años; á los siete esta niña tenia las estremidades muy débiles, carecia de inteligencia y no articulaba distintamente los sonidos; á los once, época en que fue examinada con mas cuidado, la debilidad de las estremidades era tan considerable que apenas podia mover las piernas, que por lo demás no habian perdido nada de su sensibilidad: verificábase el movimiento de los brazos, y la inteligencia era muy obtusa. La niña murió de una enfermedad inflamatoria, y en la autopsia se hallaron las fosas occipitales inferiores llenas de serosidad. En lugar del cerebelo se encontró una tiritá membranosa atravesada sobre la medula oblongada, y con un engrosamiento en cada lado de la magnitud de una avellana. El puente de Varolio faltaba en totalidad, y las olivas eran poco perceptibles.

Hemisferios del cerebro.

La graduacion en el desarrollo de los hemisferios cerebrales hasta el hombre y la coincidencia de su atrofia y de la falta de sus circunvoluciones en el idiotismo, demuestran ya que el asiento de las facultades del alma debe buscarse en una porcion del encéfalo; pero tambien se puede probar

(1) WEBER, *Nov. act. nat. cur.*, 111.

(2) *Anatomie pathologique du corps humain*. Paris, 1834, lib. XV, y XVIII.

con experimentos directos que este asiento reside efectivamente allí. Los experimentos de Flourens son muy instructivos por este aspecto, y los de Hertwig, Bouillaud y Longet no han hecho mas que confirmarlos en los puntos esenciales. Los hemisferios cerebrales no dan signos de sensibilidad cuando se hacen obrar sobre ellos instrumentos punzantes ó cortantes. El punto del cerebro en que las sensaciones se trasforman en ideas, y en que estas últimas se conservan, para reaparecer en cierto modo como las sombras de la sensacion, no es sensible. Esta observacion, hecha tambien por Hertwig, está conforme con las que se han recogido en hombres que tenian heridas de cabeza; en efecto, muchísimas veces ha sido preciso cortar porciones de cerebro oxuberantes, sin que los enfermos experimentasen la menor sensacion, aun cuando estaban en su pleno conocimiento. Las lesiones de los hemisferios no determinan tampoco convulsiones; lo único que producen, cuando son profundas, es la pérdida de la vista del lado herido y el estupor. Haller y Zinn habian reconocido ya que las partes superiores de los hemisferios no pueden dar lugar á ninguna contraccion muscular. Lo mismo sucede con los cuerpos estriados y los tálamos ópticos, segun Flourens, observacion que ya habia hecho Lorry relativamente al cuerpo calloso.

Los experimentos que Flourens y Hertwig han hecho en varios animales para examinar las funciones de los hemisferios estan en general muy conformes. El primero de estos autores cortó el lóbulo cerebral derecho á un pichon, y el animal perdió inmediatamente la vista en el lado opuesto; sin embargo, persistió la contractilidad del iris de este ojo por los motivos que hemos espuesto anteriormente. Se presentó un poco de debilidad en todas las partes del lado opuesto del cuerpo; pero segun este fisiólogo, esta debilidad es un fenómeno variable por el aspecto del grado y duracion: no tardan en recobrar las fuerzas todos los animales, restableciéndose al mismo tiempo el equilibrio en ambos lados. El pichon veia muy bien por el lado de la herida; oia, andaba, saltaba y se movia como antes. Despues de la ablacion de los dos lóbulos, hubo pérdida de la vista en ambos ojos (1) y debilidad muscular, aunque esta no

(1) Hemos dicho mas arriba que por el contrario Bouillaud

fue considerable ni continua. El animal volaba cuando se le arrojaba al aire, y andaba cuando se le empujaba. El iris estaba movable en los dos ojos: no oía ni se movía ya voluntariamente, y cuando se le irritaba, se conducía como un animal que se despierta. Cualquiera que fuese la posición en que se le colocase, se ponía en equilibrio; puesto boca arriba, se levantaba; bebía el agua que se le vertía en el pico, y resistía á los esfuerzos que se hacían para abrir dicho pico. Flourens compara un animal semejante á un ser obligado á dormir siempre, pero que ha perdido hasta la facultad de soñar. Sus experimentos en los mamíferos han tenido casi los mismos resultados, y están conformes con los de Hertwig, el cual ha encontrado que los hemisferios cerebrales no son sensibles, y que un solo perro dió signos de dolor cuando se hirió la base del cerebro. Otro, á quien se habían quitado los dos hemisferios, no dejaba ya voluntariamente el sitio en que se encontraba, y estaba sumergido en un estupor absoluto; cuando se le escitaba daba algunos pasos, pero caía inmediatamente al suelo y en el coma. No oía el ruido de un arma de fuego. Un pichon á quien se cortó la parte superior de los hemisferios, perdió la vista y el oído, quedando como dormido: se le hizo tomar alimentos, y no tragaba los granos que se le ponían en el pico, pero sí los que se colocaban sobre la lengua (movimiento reflejo); los músculos estaban poco debilitados; el animal se mantenía firme sobre sus patas y volaba cuando se le arrojaba al aire. Este estado duró hasta los quince días, época en que el animal recobró en gran parte el oído y sensibilidad, viviendo después todavía tres meses. Una gallina á quien cortaron los hemisferios casi en su base, perdió la vista, el oído, el gusto y el olfato; siempre permanecía en el mismo punto y no daba el menor signo de vida, hasta que habiendo sido irritada vivamente dió algunos pasos; el animal vivió tres meses en este estado de entorpecimiento, sin que las facultades sensoriales se restableciesen.

Schæps ha hecho experimentos análogos (1).

y Longet, fundados en sus propias investigaciones, admiten la persistencia de la vista en las aves después de la ablación de los lóbulos cerebrales. (N. del T. F.)

(1) MECKEL'S *Archiv*, 1827.

De estos experimentos y de los efectos de la compresion sobre los hemisferios del hombre resulta evidentemente que estas partes del cerebro son el asiento de las funciones del alma, el sitio en que las sensaciones no solo llegan á la conciencia, sino que tambien son trasformadas en ideas, aquel en que la actividad del alma se aplica especialmente, como atencion, unas veces á tal y otras á cual parte de las impresiones sensoriales. La capacidad del poder del alma se aumenta de un modo manifiesto en el reino animal con la estension de la superficie de las circunvoluciones cerebrales; pero no conocemos de un modo remoto la influencia de la corteza gris, en la cual terminan esparciéndose las innumerables fibras de la corona radiante. Tampoco sabemos el cambio que ha habido en las fibras medulares ó en la masa gris ó en el principio que nos anima cuando una idea hace impresion en este admirable aparato. Solamente sabemos que esta idea es una impresion que persiste en el cerebro y que puede reproducirse de nuevo á cada momento, cuando la actividad del alma se vuelve hácia ella, cuando fijamos en ella la atencion; no se nos oculta tampoco que la dificultad de atender á muchos objetos á un tiempo es la única causa del olvido. Es preciso representarnos todas las imágenes en estado latente como otras tantas impresiones indelebles del cerebro, pudiendo una lesion de este órgano borrar algunas y aun todas. Háse visto despues de las lesiones cerebrales desaparecer la memoria de los nombres, de los verbos y de las divisiones del tiempo, y reproducirse al cabo de algun tiempo. Cuando la atencion se dirige sobre una sola imagen, se alteran la coexistencia y equilibrio de las otras, de suerte que si se conociese la fuerza de las ideas latentes coexistentes, sería posible saber cuáles son las ideas fijas que tal ó cual otra puede recordar, siempre que se conociese esta última.

Es probable que el cerebro encierre un elemento afectivo, cuya escitacion puede aumentar la fuerza de cada idea, que, cuando entra mas particularmente en accion, exalta toda idea, aun la mas sencilla, hasta el grado de la pasion, y que aun en los ensueños, da colores y matices afectivos á las imágenes; mas no tenemos medio de probarlo de un modo riguroso, ni en general, ni en particular. Aun nos es mucho mas imposible demostrar que, independiente-

mente del elemento afectivo del alma hay tambien en los hemisferios signos especiales para las diversas direcciones para las facultades del entendimiento y las diferentes pasiones. Esta hipótesis de Gall, sobre la cual se apoya lo que se llama la frenología, no presenta imposibilidad en sí misma; pero ni un solo hecho hay que pruebe, aun del modo mas remoto, ni que es verdadera, considerada bajo el punto de vista puramente general, ni exactas las aplicaciones que de ella se quieren hacer. No se pueden asignar puntos del cerebro en los cuales tengan su asiento la memoria, la imaginacion &c. La memoria puede ser abolida por la lesion de los hemisferios en un punto cualquiera de su contorno, y lo mismo sucede con todas las facultades fundamentales ó direcciones del espíritu. Reflexionando por otro lado en las facultades primitivas que Gall ha establecido, y que en parte son tan contrarias á todo lo que la sicología nos enseña, no puede uno menos de rechazar del santuario de la ciencia este cúmulo de aserciones arbitrarias y sin el menor fundamento real y positivo. Es curioso conocer lo que Napoleon opinaba acerca de la craneología: "Gall, decia, atribuye á ciertas eminencias inclinaciones y crímenes que no estan en la naturaleza, y que no existen sino en la sociedad por efecto de la convencion. ¿Qué sería del órgano del robo, si no hubiese propiedad, el órgano de la embriaguez, si no hubiese bebidas espirituosas, y el órgano de la ambicion si no hubiese sociedad (1)?" Aunque Gall no admite órgano de la embriaguez, la observacion del grande hombre no es menos justa por lo que hace á la base sicológica de este síntoma, sin embargo, recae sobre la puesta en práctica y no sobre el principio mismo. En cuanto á este último, nada se puede objetar en general contra su posibilidad; empero la organología de Gall no tiene base esperimantal, y la historia de las heridas de cabeza habla tambien contra la existencia de órganos distintos del cerebro para las diferentes facultades intelectuales. Estas heridas, en cualquier parte del cuerpo que sobrevengan, no atacan á las facultades superiores é inferiores de la inteligencia, el pensamiento, la imaginacion, la memoria; pero

(1) F.-J. GALL, *Sur les fonctions du cerveau*. Paris, 1825, t. VI, p. 385.

se ha notado con mucha frecuencia que las diferentes partes de los hemisferios pueden ayudar á la accion de las otras en las funciones intelectuales, y mas de una vez se ha visto no sobrevenir cambio alguno en las capacidades morales y la inteligencia de los sugetos en quienes habia sido preciso separar porciones de la superficie de los hemisferios. Magendie y Leuret colocan con sobrada razon la craneología en la misma categoría que la astrología y la alquimia.

Atendiendo á las mutuas relaciones de los dos hemisferios, parece que el uno puede suplir al otro en las funciones intelectuales. Por lo menos se han encontrado algunas veces lesiones profundas de un hemisferio sin haber ido acompañadas de alteracion de la inteligencia, y Cruveilhier cita el caso de un hombre de cuarenta y dos años, con su pleno conocimiento, en quien se encontró atrofiado todo el lóbulo izquierdo del cerebro; dicho lóbulo tenia poco mas ó menos la mitad del volúmen del otro, y todas sus partes se hallaban uniformemente atrofiadas, de suerte que el pedúnculo del cerebro, el cuerpo mamar, el tálamo óptico, el cuerpo estriado y el ventrículo de este lado eran mas pequeños. El cerebelo habia adquirido casi el mismo desarrollo en ambos lados; solo que el hemisferio derecho era un poco menor. El lado opuesto del tronco padecia una parálisis incompleta desde la juventud; sin embargo, el individuo podia andar todavía con un baston; los miembros de este lado estaban flacos.

Las comisuras parecen ser la causa de la unidad de accion de los dos hemisferios; pero aun no se sabe á punto fijo la parte que en esto toma el cuerpo caloso, aunque, segun una observacion de Reil (1), ni él, ni la bóveda parecen necesarios al ejercicio de las funciones inferiores del alma. El autor últimamente mencionado ha visto divididas estas dos partes, existiendo por otro lado las comisuras en una mujer idiota, que no por eso dejaba de tener aptitud para desempeñar sus ocupaciones vulgares, por ejemplo servir de guia. Si se ha observado el idiotismo en una hidrocefalia crónica con destruccion del cuerpo caloso, este caso nada prueba, atendida la complicacion: con todo, se han encontrado en muchos idiotas tumores é hidátides en el

(1) *Archiv fuer Physiologie*, t. III, p. 341.

cuerpo calloso, y Lapeyronie ha observado la pérdida de la memoria despues de la lesion de esta parte del cerebro. Hasta ahora solo tenemos un corto número de experimentos emprendidos con el fin de determinar las funciones que desempeña. Saucerotte cortó el cuerpo calloso en un perro, y sobrevino estupor con violentas sacudidas é hipo: el animal veia y oia, mas no tenia ya olfato, ni tampoco sentia nada cuando se le pinchaban las orejas, la nariz y los músculos. Rolando ha practicado esta operacion en una cabra: el animal permaneció inmóvil por algun tiempo, despues tuvo agitacion y se puso á correr hácia delante; se la conservó por espacio de dos dias, se fue debilitando poco á poco hasta el punto de no poder levantarse, y temblaba en todo su cuerpo, el cual se presentaba frio.

Los usos de las glándulas pituitaria y pineal puede decirse que son todavía completamente desconocidos. Es cierto que Greding ha encontrado frecuentemente enferma la primera de estas glándulas en los enagenados: pero estos enfermos han presentado degeneraciones en todas las partes del cerebro. Wenzel ha visto afectada no pocas veces esta glándula en la epilepsia. Por lo que hace á la hipótesis de Descartes, que miraba á la glándula pineal como el asiento del alma, hace mucho que está olvidada. Segun las observaciones de Georget (1), es raro que se la encuentre enferma en los enagenados.

Por lo demás, los resultados de la anatomía patológica jamás pueden tener sino una aplicacion muy limitada á la fisiologia del cerebro. No conocemos las leyes de la comunicacion entre las diversas partes de este órgano, y no podemos, sino en general, admitir como cierto que una lesion orgánica de una de sus partes ocasione cambios en las funciones de otros muchos, sin que nos sea dado siempre el sacar de aquí consecuencias positivas. Con frecuencia se encuentran en las regiones mas diversas del cerebro que, segun los experimentos, ninguna conexion inmediata tienen con los órganos centrales del sentido de la vista, degeneraciones que sin embargo traen consigo la ceguera; de lo cual debemos admirarnos tanto menos cuanto que muchas veces vemos sobrevenir la ambliopia, aun en enfermedades

(1) *Physiologie du système nerveux*. Paris, 1821.

de la medula espinal, por ejemplo en la tisis dorsal. Las mismas observaciones son aplicables á las lesiones orgánicas de las diversas partes del cerebro consideradas por el aspecto de las enagenaciones mentales, en las cuales sucede á menudo que varias partes de este órgano, que no son el asiento esencial de las facultades intelectuales, presentan degeneraciones; de lo cual nos suministran sobradas pruebas los preciosos cálculos de Burdach sobre la coincidencia de estas alteraciones con ciertos cambios de las funciones. Forzoso es notar además que una lesion crónica del cerebro, cuando no obra sino por presion y no ocasiona la atrofia total de las partes comprimidas, puede preparar en cierto modo y habituar á estas á su presencia por la lentitud de su desarrollo. De aquí la enorme diferencia que hay entre las lesiones repentinas y las crónicas del encéfalo relativamente á las consecuencias. Así, por ejemplo, partes tan importantes como el puente de Varolio y el pedúnculo cerebral han podido no sufrir alteracion notable en sus funciones por el hecho de un tumor esteatomatoso que se hubiese producido con lentitud, como lo demuestra un caso referido por Cruveilhier (1), en el cual ni el movimiento ni el sentimiento habian sufrido.

CAPITULO VI.

DE LA MECANICA DEL CEREBRO Y DE LA MEDULA ESPINAL.

Por mecánica del cerebro y de la medula espinal se entienden las leyes segun las cuales se verifica la propagacion de los efectos en las fibras de estos dos órganos; y así, la palabra mecánica tiene aquí para nosotros el mismo sentido que en física, cuando se habla de la mecánica de la luz. La mecánica de los nervios está tan adelantada como cubierta de oscuridad la de las partes centrales. Las fibras primitivas de los nervios, colocadas unas al lado de otras en una misma vaina, no se comunican sus estados, sino que obran aisladamente unas de otras de la periferia al centro y del centro á la periferia. Esta comunicacion es posible en las partes centrales. Sea de esto lo que quiera, la

(1) *Anat. pathol.*, 2.^a entrega in-fol.

propagacion en las fibras de la medula espinal no por eso dejaba de verificarse siempre con mas facilidad segun la direccion de estas fibras que en otro sentido: de lo contrario, no serian posibles la escitacion motriz de los órganos de ciertos nervios del tronco y la accion cruzada del cerebro sobre los nervios raquídeos. Las leyes de la propagacion de la sustancia gris en el interior del cerebro y de la medula espinal, así como en la superficie del primero de estos órganos, nos son totalmente desconocidas. Forzoso es tambien que nos resolvamos, en todo lo que concierne á las funciones intelectuales, á escluir de nuestras indagaciones los efectos que pueden pertenecer á las fibras.

Independientemente de los fenómenos que sobrevienen cuando un efecto se encuentra reflejado de las fibras sensitivas á las motrices por la medula espinal, y que no podemos explicar hasta ahora por la estructura de los órganos en que se efectuan, la mecánica del cerebro y de la cuerda raquídea ofrece todavía que estudiar los aparatos motores que obran en las partes centrales, y especialmente las vias que la trasmision sigue en las sensaciones y movimientos, y el cruzamiento que bajo este aspecto se verifica.

Entre los aparatos motores, aquellos cuya lesion determina convulsiones deben distinguirse de aquellos cuya lesion disminuye la intensidad del movimiento, sin provocar convulsiones; distincion esencial de que somos deudores á Flourens, y que no dejará de tener importancia algun dia para la patologia de las enfermedades cerebrales. La primera clase no comprende, segun los esperimentos de Flourens y de Hertwig, mas que los tubérculos cuadrigéminos, la medula oblongada y la medula espinal (1); á la segunda se refieren todos los otros aparatos motores contenidos en el encéfalo, especialmente los tálamos ópticos, los cuerpos estriados, el cerebro propiamente dicho; en tanto que influye en los movimientos el puente de Varolio y el cerebello. Despues de la lesion de estas partes, los movimientos pierden de su energía, pero no se observan convulsiones, siendo así que despues de las de la medula oblongada y de la cuerda raquídea sobrevienen infaliblemente movimientos

(1) Y aun solamente, segun Longet, los manojos anteriores de este último órgano. (N. del T. F.)

convulsivos. Aunque la relacion que háy entre las diversas partes del encéfalo indica que probablemente hay otras partes á mas de la medula oblongada y los tubérculos cuadrigéminos que puedan determinar simpácticamente convulsiones en las enfermedades, como por otra parte lo anuncia la patologia, sin embargo, de los hechos referidos mas arriba se sigue que, cuando la energía de las partes ha disminuido por causa de la enfermedad en los órganos centrales, estas causas pueden residir lo mismo en los cuerpos estriados, tálamos ópticos ó hemisferios, que en el puente de Varolio, cerebello, medula oblongada y medula espinal, pero que cuando el espasmo ó las convulsiones y las parálisis tienen su causa en las partes centrales, es preciso buscar esta mas bien en los tubérculos cuadrigéminos, medula oblongada y medula espinal que en ninguna otra parte.

Otra circunstancia importante para la mecánica de las partes centrales es el cruzamiento de los efectos. Las observaciones patológicas y los experimentos practicados en las heridas de la medula espinal y oblongada en los animales demuestran que los efectos de estas partes sobre los nervios no se cruzan. Una lesion de la medula espinal ó de la medula oblongada, siempre produce convulsiones ó la parálisis del mismo lado. El hecho se explica fácilmente por la medula espinal en la cual no hay cruzamiento de fibras de derecha á izquierda y recíprocamente. En cuanto á la medula oblongada, los resultados de los experimentos de Flourens y de Hertwig, no estan perfectamente acordes con su estructura; porque, como entre estos cordones estan las pirámides, que se cruzan, continuando los otros la direccion que tenian en la medula espinal, deberia esperarse este efecto, unas veces en el lado opuesto, y otras en el mismo lado, segun la region del órgano que recibiese la lesion. A la verdad, Lorry ha dicho que en caso de herida de la medula oblongada, las convulsiones siempre tienen lugar en el lado opuesto, mas los experimentos de Flourens y de Hertwig son enteramente contrarios á esta asercion. Sin embargo, es preciso tomar en consideracion que la mayor parte de estos experimentos no se han hecho sino en los cordones laterales de la medula oblongada, que no se cruzan, y es muy verosímil que, cuando una herida interesa las pirámides por encima del entrecruzamiento, hay tambien cruzamiento de los efectos. Con respecto á los efectos del cerebello, de los tubérculos

cuadrigéminos, de los hemisferios y de las partes que estos contienen, son casi siempre cruzados; la lesion del cerebello, de los tubérculos cuadrigéminos y de los hemisferios cerebrales produce siempre la debilidad del lado opuesto y la de los hemisferios y de los tubérculos cuadrigéminos determina la ceguera de este último lado. Este es el resultado general de los experimentos de Flourens y Hertwig. Los experimentos y observaciones patológicas de Caldani, Arneemann, Valsalva, Wenzel &c. (1), lo habian probado ya respecto del cerebro. Magendie lo afirma tambien para los hemisferios; estirpando un ojo en varias aves, ha ocasionado en poco tiempo la atrofia del lóbulo óptico opuesto. Segun los experimentos de Flourens, las lesiones de los tubérculos cuadrigéminos ejercen una accion cruzada por delante sobre los ojos, y por detrás sobre las otras partes del cuerpo. Las mas de las observaciones patológicas confirman esta regla, de la cual solo se han hallado raras excepciones. De las investigaciones de Burdach resulta que, de 268 casos de alteracion de un solo lado del cerebro, solo hubo 10 de parálisis de los dos lados; 258 de hemiplejia, de los cuales 15 solamente tenian la parálisis en el mismo lado de la lesion; las convulsiones sobrevinieron en el mismo lado en 25 casos, y en 3 en el opuesto.

En vista de esto, se esplica el antiguo axioma admitido ya en tiempo de Hipócrates que, en las heridas del cerebro, las convulsiones sobrevienen en el lado de la herida y las parálisis en el lado opuesto. Y así, con cierto modo de lesion se producen dos efectos á la vez para lo cual basta herir partes que determinen la parálisis y otras que dan lugar á convulsiones, partes que se crucen y partes que no se crucen. Nadie ha ilustrado mas esta materia que Flourens (2). Cuando se hiere la medula espinal y la medula oblongada, se da lugar á la parálisis y á convulsiones del mismo lado; cuando se obra sobre los tubérculos cuadrigéminos, se determina la parálisis y convulsiones del lado opuesto. A las lesiones de los tálamos ópticos, cuerpos es-

(1) TREVIRANUS, *Biologie*, t. VI, p. 117.—BURDACH, *loc. cit.* t. III, p. 365.

(2) *Recherches sur les fonctions du système nerveux*. Paris, 1842.

triados y hemisferios, tanto del cerebro como del cerebelo, sucede la parálisis del lado opuesto sin convulsiones; pero si al mismo tiempo se hiere el cerebelo y la medula oblongada de un lado, resulta una debilidad ó parálisis incompleta del lado opuesto, y convulsiones con parálisis del lado correspondiente. Sin embargo, por mas que los experimentos de Flourens hayan ilustrado el cruzamiento de las parálisis y de las convulsiones, parece haber sacado de ellos consecuencias demasiado absolutas contra la posibilidad de convulsiones en el lado correspondiente en los unilaterales del cerebro. Es muy notable, en efecto, que entre los casos de este género reunidos por Burdach haya habido 25 de convulsiones del mismo lado, y 3 solamente del lado opuesto; y en el número de estos casos los mas importantes para nosotros son aquellos en que á la parálisis del mismo lado se unian convulsiones del lado opuesto. De 42 casos de lesion de uno solo de los cuerpos estriados, se encuentran 36 de parálisis del lado opuesto; resultado que parece decir bastante en favor del antiguo axioma, á saber que cuando sobrevienen convulsiones en las parálisis del lado opuesto al de la lesion cerebral, tienen lugar con mas frecuencia en el lado de esta que en el opuesto.

La esplicacion del efecto cruzado por el cruzamiento de los cordones piramidales de la medula oblongada, es demasiado natural para que no se haya recurrido á ella despues del descubrimiento de este cruzamiento, y además nos suministra una prueba de que las pirámides son las que principalmente transmiten al tronco la influencia motriz del cerebro. Sin embargo, como los otros manojos de la medula oblongada no se cruzan, tampoco nos faltan medios para esplicar los casos escepcionales en que la accion del cerebro se ejerce sobre el lado correspondiente del tronco.

Hay una dificultad especial en el modo de conducirse los nervios cerebrales relativamente al cruzamiento y al no cruzamiento de los efectos; porque como los mas toman su origen por encima de la decusacion de los cordones piramidales, esta no puede dar razon de la accion cruzada que las lesiones del cerebro ejercen sobre los nervios cerebrales, y lo que mas embrolla todavía este asunto es que, en el hombre al menos, los nervios cerebrales reciben de parte del encéfalo una influencia directa con tanta frecuencia como una cruzada. Remito sobre esto á los hechos que Bur-

dach ha recogido con una paciencia admirable. Las lesiones de un solo lado del cerebro produjeron la parálisis de los músculos de la cara del lado opuesto en 28 casos, y del mismo lado en 10; la parálisis del párpado tuvo lugar en el mismo lado en 10, y en el opuesto en 5; la de los músculos oculares del mismo lado en 8, y del opuesto en 4; la del iris del mismo lado en 5, y del opuesto en 5. La lengua está inclinada generalmente al lado paralizado de la cara.

En el hombre la parálisis del ojo aparece con tanta frecuencia en el lado de la lesión cerebral como en el opuesto. Como los dos hemisferios contribuyen á la formación del nervio óptico de cada lado, puesto que cada raíz da fibras para los ojos en el quiasma, la igualdad numérica de los casos de efecto cruzado y no cruzado se esplican fácilmente; pero, según la teoría, una lesión de un solo lado del cerebro no debería producir la ceguera ni en un lado ni en otro, sino que debería sostener la parálisis de una mitad de las dos retinas, y por consiguiente la hemiopia; porque la raíz izquierda pasa á la parte izquierda de los dos nervios ópticos y la derecha á su parte derecha, atravesando el quiasma. Es cierto que muchas veces se ha observado la hemiopia como síntoma transitorio (1); pero en las lesiones de un solo lado del cerebro no es la hemiopia la que se encuentra, sino generalmente la pérdida de la vista de un ojo ó del otro ó de los dos á la vez. Hay bajo este aspecto una diferencia muy notable entre el hombre y los demás animales, puesto que en aquel las lesiones del cerebro producen igualmente la ceguera del lado opuesto, mientras que en estos siempre ocasionan la pérdida del ojo del lado opuesto. Sin embargo, esta diferencia se explica por la que presenta en los animales la mezcla de las fibras en el quiasma de los nervios ópticos; en efecto, parece que la mayor parte de los campos visuales de sus ojos divergentes perciben objetos enteramente distintos; solo los objetos comprendidos entre los dos ojos envían su imagen á los dos órganos á la vez, y por consiguiente solo una porción pequeña del campo visual de los dos ojos es idéntica. En el hombre, por el contrario, las partes geoméricamente correspondientes de las

(1) MULLER, *Physiologie des Gesichtsinnes*, p. 93.

dos retinas ven siempre el mismo objeto en la situación ordinaria de los dos ojos. La estructura del quiasma es conforme á esta disposicion, puesto que cada raiz suministra la fibras esternas del nervio correspondiente y las internas del lado opuesto.

Segun los hechos relativos á la mecánica del cerebro que acabo de bosquejar y los principios de la de la medula espinal, espuestos anteriormente, se puede establecer una clasificacion de las parálisis y de los espasmos con respecto á su origen.

I. *Parálisis.* Las parálisis tienen su asiento unas veces en un nervio solamente y otras en el cerebro y medula espinal. Las primeras son debidas á todas las causas que suspenden localmente la trasmision en los nervios, como la afeccion reumática, la seccion al través, los tumores de los nervios, &c. La segunda de estas causas no existe en los nervios, sino mas bien en las partes centrales. La mayor parte de las parálisis son del cerebro y de la medula espinal: unas veces son unilaterales y se las llama *hemiplejias*, y otras trasversales y se denominan *paraplejias*. En el primer caso, la causa está en un solo lado del cerebro ó de la medula espinal; en el segundo se encuentra en los dos lados ó en uno solamente, porque sucede con bastante frecuencia que la parálisis es trasversal, aunque la causa no ocupe mas que un lado del cerebro.

1.^o *Parálisis de la medula espinal.* Tiene de particular que puede apreciarse generalmente su asiento por la estension de las partes paralizadas; porque las lesiones de la medula espinal paralizan en general todas las partes cuyos nervios traen origen de la prolongacion raquídea por debajo del sitio afecto. En las parálisis de los nervios pelvianos y de los esfínteres, solo sufre por lo comun la parte inferior de la medula espinal, y si la causa se encuentra mas arriba, la estension de las partes paralizadas es mas considerable. Una causa que ha establecido su asiento por debajo del cuarto nervio cervical paraliza solo los miembros pectorales ó con ellos todas las partes inferiores, mas no los nervios frénicos, los cuales tambien se paralizan si la causa reside mas arriba. Cuando la causa está en la medula oblongada, paraliza todo el tronco y los nervios cefálicos que nacen de esta medula. Conozco un caso de enfermedad de la medula oblongada, producida por la presion de un

tumorcito, en el cual se fue apoderando poco á poco de todos los músculos del cuerpo á la vez una parálisis incompleta, hallándose afectados los brazos, las piernas, la lengua, los ojos y los músculos de la cara. En general, la altura de las partes paralizadas indica, segun el origen de sus nervios, el asiento de la lesion en la medula espinal. Cuando la region lumbar de esta es la que padece, las extremidades inferiores estan necesariamente paralizadas y nunca las superiores. En la parálisis de los brazos por lesion de la medula espinal la causa reside seguramente encima del origen de los nervios braquiales, pero esto no indica que siempre y necesariamente padezcan los nervios pelvianos la misma enfermedad. El efecto tiene lugar constantemente en el mismo sitio en que obra la causa. Si hay parálisis del sentimiento, es probable pero no cierto, que la causa tenga su asiento en los cordones posteriores de la medula; si el movimiento está paralizado, esta misma causa reside por lo comun, mas no de un modo constante, en los cordones anteriores. Las parálisis de la medula espinal unas veces son completas y otras incompletas. En el primer caso la propagacion de la influencia cerebral se encuentra interrumpida en un punto cualquiera de la longitud del cordón. En el segundo se verifica la trasmision, obra la voluntad en todos los músculos, pero falta la fuerza, como en la atrofia de la medula espinal, la tisis dorsal &c.

2.^o *Parálisis cerebrales.* Pueden manifestarse en todas las partes del tronco, en la cara como en los miembros, tanto superiores como inferiores. Una parálisis de los músculos de la pantorrilla ó de los esfínteres puede depender lo mismo del cerebro que de la medula espinal. Puede decirse que la parálisis es cerebral cuando las partes y funciones que afecta pertenecen á la clase de las que dependen de los nervios cerebrales, como los músculos oculares, la facultad visual, el oido, la palabra ó el movimiento de la lengua, los músculos de la cara &c. Estas parálisis recaen además sobre el sentimiento ó sobre el movimiento ó sobre uno y otro á la vez. En las parálisis del movimiento puede residir la causa en los cuerpos acanalados, los tubérculos cuadrigéminos, el puente de Varolio, la medula oblongada y el cerebello. Serres, Bonillaud y Pinel-Grandchamp pretenden, segun sus observaciones, que la parálisis de los miembros anteriores depende las mas veces de una lesion de los

cuerpos estriados. Esta distincion está muy bien establecida (1). En las parálisis del sentimiento la causa puede tener signos muy variados. La ceguera sigue las mas veces á las degeneraciones de los hemisferios, en particular de los tálamos ópticos y despues á la de los tubérculos cuadrigéminos; la falta de sensaciones tactiles en las enfermedades es debida á la medula oblongada. La parálisis unas veces es completa y otras incompleta. Las partes cuya lesion acarrea generalmente la pérdida de la energía del movimiento, son los cuerpos estriados, los tálamos ópticos, pedúnculos cerebrales y puente de Varolio. La parálisis incompleta se declara principalmente en las enfermedades de los hemisferios cerebrales y del cerebro. Las partes de este órgano que tienden á producir convulsiones, independientemente de la parálisis son los tubérculos cuadrigéminos, la medula espinal y las partes basilares del cerebro propiamente dicho. Los efectos de la causa paralizante son generalmente cruzados en el tronco; en la cabeza aparecen con tanta frecuencia en el lado de la lesion como veces se presentan cruzados.

II. *Convulsiones.* Tienen su causa en los nervios ó en la medula espinal ó en el cerebro.

1.^o *En los nervios.* Colócanse aquí las convulsiones provocadas por enfermedades nerviosas locales, tumores en el trayecto de los nervios, neuralgias, ó en general por sensaciones violentas, y en los niños por todas las afecciones locales. Dependen de que la escitacion centripeta, comunicada á la medula espinal y al cerebro, es reflejada por estos órganos sobre los nervios motores.

2.^o *En la medula espinal.* Las leyes que siguen las convulsiones se aplican igualmente á las convulsiones.

3.^o *En el cerebro.* Lo mismo sucede con el cerebro, solo que se debe notar que los hemisferios del cerebro, los del cerebello y el puente de Varolio provocan mas particularmente parálisis, mientras que los tubérculos cuadrigéminos y la medula oblongada dan lugar al mismo tiempo á la parálisis y á convulsiones.

(1) Como lo prueban los experimentos de Longet (*loc. cit.*) y las observaciones patológicas reunidas por Andral.

(N. del T. F.)

Recorridas ya las leyes de la mecánica del cerebro y de la medula espinal en la propagacion de los efectos, examinemos los fenómenos que sobrevienen cuando se pierde el equilibrio de los efectos del cerebro. Cuando ciertas partes de la víscera han sido heridas, ó manifiestan síntomas análogos á los que se presentarían si el equilibrio de las fuerzas se hallase destruido*, manifestándose estas aisladamente. Estos fenómenos forman una clase separada. Destruyese una parte, y la homónima del lado opuesto parece desplegar entonces una accion mas intensa. Los animales giran sobre sí mismos en un solo sentido, segun Magendie, despues de las lesiones de uno de los lados del puente de Varolio; la seccion del puente en el lado izquierdo los hace girar á la izquierda y la del lado derecho los hace girar á la derecha. Cuando de este modo se los obliga á dar vueltas sobre sí mismos, se puede hacer que cese el movimiento cortando el puente en el lado opuesto. Hertwig ha visto que la seccion del puente de un solo lado, no solo ocasionaba el movimiento giratorio, sino que tambien hacia que uno de los dos ojos mirase arriba y el otro abajo. Un perro, á quien se habia cortado transversalmente el puente de Varolio, se mantenía sobre sus patas, pero no podia dar un paso sin caer; los movimientos voluntarios no se hallaban suprimidos y las sensaciones no habian sufrido el menor cambio.

La seccion de las prolongaciones que el cerebelo envia al puente obliga igualmente, segun Magendie, á los animales á dar vueltas hácia un solo lado. Es á veces tan rápido el movimiento que, segun dicen, el animal verifica mas de sesenta revoluciones por minuto. Magendie asegura haberle visto persistir por ocho dias sin la menor interrupcion.

Segun el mismo fisiólogo, la ablacion de los dos cuerpos estriados da á los animales una inclinacion irresistible á caminar hácia delante, la cual subsiste aun despues de la pérdida de la vista (1).

El mismo ha visto igualmente una propension á los movimientos retrógrada en los mamíferos y en las aves cuyo

(1) Los esperimentos de Longet (*loc. cit.*, t. I, p. 515) no son favorables á esta asercion de Magendie. (*N. del T. F.*)

cerebelo habia sido herido; fenómeno que á veces sobreviene de las lesiones de la medula oblongada. Así que, Magendie ha visto á varios pichones, en cuya medula oblongada habia intrudido una aguja, andar siempre á reculac. Pretende por último que ciertas lesiones de la medula oblongada determinan una tendencia á moverse en círculo, ya á derecha ya á izquierda como en un picadero; ha observado este fenómeno en un conejo de tres ó cuatro meses, en el cual habia puesto al descubierto el cuarto ventrículo levantando el cerebelo y practicando una incision perpendicular en el seno romboideo á línea y media ó dos líneas del plano medio; cuando se habia practicado la incision en el lado derecho el animal daba vueltas en este sentido (1).

De estos hechos importantes dedujo Magendie que hay en el cerebro ciertas impulsiones que obligan al animal á ejecutar movimientos unos hácia delante y otros hácia atrás, á la derecha ó á la izquierda, y que en el estado de salud guardan equilibrio. No es posible decidirse todavía por la exactitud de esta esplicacion. Fácilmente se concibe que un animal podria ser impelido tambien á movimientos semejantes á los que nos ocupan, si por efecto del modo de lesion el impulso del principio nervioso en el cerebro sufriese tal modificacion que el animal creyese ver los objetos exteriores ó su propio cuerpo entregado á un movimiento giratorio que procurase resistir, ó del cual se dejase llevar.

Todos los fenómenos de que acabamos de hablar son de naturaleza motriz; pero los hay tambien análogos de naturaleza sensitiva. Ciertas impresiones sobre el cerebro determinan, no movimientos de rotacion, sino sensaciones rotatorias. Tales son las de vértigo que se verifican sobre todo en el sentido de la vista. Es un hecho conocido de todos que cuando se dan muchas vueltas con rapidez, no solo está uno

(1) El principio de este movimiento ó de picadero no tiene su asiento esclusivo en la porcion de medula oblongada indicada por Magendie, puesto que Longet (*loc. cit.*, t. I, p. 487) hiriendo uno de los pedúnculos cerebrales inmediatamente por delante del puente de Varolio, ha visto constantemente que los animales (conejos) efectuan tambien la evolucion de picadero hácia el lado opuesto á la lesion. (N. del T. F.)

á pique de perder el conocimiento, sino que cuando se para, se cree ver los objetos girando en el mismo sentido. Purkin-ge ha hecho observaciones notabilísimas sobre este fenómeno. Resulta de aquí que por la posición del cuerpo, y especialmente del cerebro, se puede modificar la dirección de la rotación de las imágenes y la situación que mas tarde tendrán cuando se pare. En mano del experimentador está el determinar por la torsión de su cuerpo, ya un movimiento circular horizontal, vertical ó oblicuo, ya un movimiento tangencial de los objetos. Solo cuando se dan vueltas con la cabeza recta es cuando los objetos giran horizontalmente en círculos cuando se para y se continúa manteniendo derecha la cabeza; pero si se inclina atrás esta mientras se gira y se la endereza al pararse, el movimiento aparente se parece al de una rueda que describe un círculo vertical al rededor de su eje. Variando así la situación de la cabeza mientras se está dando vueltas y en el momento de pararse, se puede hacer variar el movimiento aparente. Cuando el cuerpo está colocado sobre un plano con el cual gira, se percibe un movimiento aparente tangencial. Y así, el diámetro de la cabeza, como esfera al rededor de cuyo eje se ejecuta el verdadero movimiento, es el que determina el movimiento de que parecen animados los objetos cuando al pararse se da tal ó cual posición á dicha cabeza. De estos experimentos notables deduce Purkin-ge que el movimiento rotatorio de la cabeza y de todo el cuerpo comunica á las partículas del cerebro las mismas tendencias motrices que tienen las de un disco que gira sobre sí mismo, y que este desorden de su reposo se manifiesta por los movimientos aparentes del vértigo. Quizá se concebiría mejor el fenómeno atribuyéndole á la impresión que la sangre ocasiona en la masa cerebral en cierta dirección. Sin embargo, también sería posible que el movimiento rotatorio, destruyendo el equilibrio de las fuerzas, diese lugar á la aberración del mismo principio nervioso, que produciría en los sentidos el efecto de un movimiento aparente de los objetos. Al menos los narcóticos también determinan vértigos sin el concurso de ningún trastorno mecánico. Por lo demás, los fenómenos sensitivos de que aquí se trata son interesantes, pues hacen depender de los movimientos circulatorios la destrucción del equilibrio de las fuerzas en las partes motrices.

Ignórase aun si hay en el cerebro manojos fibrosos que

ejerzan una accion directa sobre ciertas visceras. Los fenómenos que Budge (1) y Valentin (2) han observado sobre el particular á consecuencia de ciertas partes del cerebro no son constantes.

(1) *Untersuchungen ueber en Nervoensystem*, 1841.

(2) *Repertorium*, t. VI, p. 359.

(3) V. & VOLKMANN, en MULLER'S *Archiv*, 1842, p. 372.—
STILLING, en HÆSER'S *Archiv*, fuer die gesammte Medizin, t. III, y IV.

LIBRO CUARTO.

De los movimientos, de la voz y de la palabra.

SECCION I.

DE LOS ORGANOS, DE LOS FENOMENOS Y DE LAS CAUSAS DEL
MOVIMIENTO ANIMAL.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS DIFERENTES FORMAS DE MOVIMIENTO Y DE ORGANOS MOTORES.

Cuando se considera á los animales en general pueden dividirse los movimientos que comunica la vida á las partes sólidas en dos clases absolutamente diferentes una de otra por la naturaleza de sus órganos, de sus fenómenos y sus causas. Comprenden estas clases, una el movimiento debido á la contraccion de las fibras y la otra, el que da origen á las oscilaciones de las pestañas libres en sus estremidades sin poderse percibir ningun aparato orgánico mas que ellas mismas.

En el primer caso, fibras fijas en sus dos estremidades, ó fibras curvas que vuelven circularmente sobre sí, se acortan, y su acortamiento da por resultado la reunion de las partes en que se fijan. La mayor parte de los movimientos de este género son producidos por fibras musculares. Algunos, en corto número, se efectuan por fibras cuya estructura y propiedades químicas difieren de las de las fibras musculares.

En el segundo caso se descubre con el auxilio del microscopio, que la superficie de ciertas membranas está cubierta de pestañas muy tenues que oscilan en direccion determina-

:

da, y cuyas estremidades libres describen segmentos de círculo al rededor de sus bases. Aquí no hay mas que la estremidad basilar del órgano motor fija.

El movimiento de las fibras, y especialmente el muscular, tiene por resultado, ya el reunir las partes sólidas, ya el hacer caminar los líquidos por tubos provistos de túnicas musculosas. El movimiento vibrátil se limita á empujar los líquidos y las partículas sólidas infinitamente pequeñas á lo largo de las paredes de las membranas, sin que los líquidos moviéndose de esta manera llenen toda la cavidad de los alvéolos, como lo hacen en el caso anterior, y sin que se contraigan las paredes en la superficie de las cuales se pasan estos fenómenos.

El movimiento por fibras se halla mas estendido que el movimiento vibrátil. Todos los movimientos de las partes sólidas comprendidas entre la piel y el esqueleto, todos los de los alvéolos, ó de sus partes, en tanto que dependen de acciones vitales, y no resultan de la sola elasticidad física, son producidos por contracciones de planos fibrosos. En cuanto al movimiento vibrátil no solo no se observa mas que en la superficie de las membranas, sino que aun es corto el número de las que lo presentan: se ve frecuentemente, en los animales inferiores, en la piel mucosa que forma los tegumentos externos; en los animales superiores, le presentan algunas membranas mucosas de lo interior del cuerpo.

La expansion del tejido fibroso contractil, especialmente del tejido muscular, forma tres capas cuya disposicion está ligada á la primera formacion del organismo. En efecto todos los sistemas provienen de hojas de la membrana prolígera que, en el principio cubre la yema en forma de disco; mientras que la hoja exterior y la interior de la membrana prolígera, y sus hojas rizosa y mucosa, como la vascular comprendida entre las dos, se encorvan sobre sí para producir una escavacion, y formando esta cavidad, la porcion embrional de la membrana prolígera se separa del resto de este por medio de una estrangulacion que corresponde á la region del ombligo futuro; nace de la hoja exterior la parte del cuerpo que es susceptible de movimientos sometidos á la voluntad, de la hoja interna, aquella que no es apta sino para los movimientos involuntarios, y de la hoja intermedia, el corazon con todas las dependencias del sistema vascular sanguíneo, que luego se

ramifican en las formaciones de la hoja esterna y de la hoja interna. La parte animal del cuerpo producida por la hoja esterna de la membrana prolígera, se separa á su vez para producir diversas fluctuaciones, que son las del sistema nervioso de la vida animal, del sistema huesoso, del sistema muscular que obedece á la voluntad y de la piel exterior. La parte orgánica del cuerpo, la que proviene de la hoja interna de la membrana prolígera, se divide igualmente en diferentes formaciones, como son las membranas fibrosas, que constituyen la base del sistema orgánico (túnica fibrosa del tubo intestinal, túnica nerviosa de los antiguos) las membranas serosas, las membranas mucosas, formando el límite interno de las cavidades que se comunican al exterior, la capa muscular estendida entre la túnica fibrosa y la membrana serosa; por último el sistema nervioso de la vida orgánica. A esta parte orgánica del cuerpo pertenecen el tubo intestinal, los órganos urinarios y los órganos genitales, cuyos alvéolos están cubiertos de una capa muscular. En todas las partes en que estos alvéolos son susceptibles de moverse, depende el movimiento de solo la capa muscular del sistema orgánico, exceptuando siempre los músculos de la faringe y del perineo que son susceptibles de movimientos voluntarios, y que dependen de la parte animal del cuerpo. También se extiende á los conductos escretorios de las glándulas anejas al sistema orgánico una capa muscular que es la prolongación del plano muscular de estos alvéolos; y aunque la delicadeza de las partes no haya permitido todavía el demostrar anatómicamente la existencia del tejido muscular en estos conductos con tanta certeza como lo ha sido en otras prolongaciones de la piel no es menos cierta, puesto que el conducto colédoco, los uréteres, los conductos deferentes, se contraen, ya espontáneamente, ya bajo la influencia de irritaciones ejercidas sobre ellos. Con efecto, los conductos escretorios y sus glándulas proceden también, en cuanto á su primera formación, de las paredes de los utrículos, las que se comunican, lo que al menos está probado en los órganos glandulosos del tubo digestivo.

Los músculos de la parte animal del cuerpo no se distinguen solo por su movimiento sometido al imperio de la voluntad, por su color rubicundo, y su consistencia, de las capas musculosas pálidas é involuntariamente movibles de la parte orgánica del cuerpo; su estructura microscópica es

tambien enteramente diferente. Mas adelante veremos que no hay sino los hacecillos musculares de la vida animal que presenten arrugas trasversales cuando se miran con el microscopio, que las fibras primitivas de estos músculos presentan engrosamientos varicosos regulares y muy reunidos unos á otros, mientras que los hacecillos musculares del tubo intestinal, de la vejiga, de la matriz, estan desprovistos de estas arrugas trasversales, y que sus fibras primitivas representan cilindros enteramente uniformes. En el esófago los dos sistemas estan separados uno de otro por una línea divisoria bien marcada, los músculos de la faringe pertenecen al sistema animal, y los del esófago hacen parte del sistema orgánico: tambien los primeros ofrecen al microscopio arrugas trasversales, y sus fibras primitivas son nudosas mientras que las otras no tienen arrugas trasversales y sus fibras son lisas. Pero el primer cuarto del esófago hasta una division bien marcada, presenta asas y aun hacecillos ascendentes y descendentes, fibras nudosas que Schwann ha descubierto, y que, perteneciendo al aparato de los músculos faríngeos propios, no se observan en el resto del esófago. En el ano el sistema animal de los músculos del perineo está ligado por medio del esfínter al sistema orgánico del tubo intestinal. Lo mismo sucede en la vejiga, porque segun mis observaciones los hacecillos musculares rubicundos que rodean la porción membranosa de la uretra, presentan arrugas trasversales, y sus fibras primitivas estan varicosas, y en la vejiga las fibras musculares son palidas, sin arrugas trasversales, y que sus fibras primitivas se parecen á las del tubo intestinal.

De la hoja media de la membrana vascular se desarrolla el aparato del sistema vascular con el corazon. Esta capa, que luego se ramifica con las otras, no tiene fibras contractiles sino en ciertos puntos, como en el corazon, en el principio de la vena cava y de la vena pulmonal, y en los corazones linfáticos de los reptiles. Las demás partes del sistema vascular no tienen fibras musculares; pero el sistema arterial entero contiene, en su túnica media, un aparato cuya extraordinaria elasticidad no debe confundirse con la contractilidad vital de los músculos, puesto que este tejido, como todos los que gozan de la misma propiedad, no la pierde, aun cuando permanezca muchísimos años en el espíritu de vino. El tejido muscular que se desarrolla en

la hoja vascular de la membrana prolígera, aun cuando no se mueve sino involuntariamente, en cuanto puede apreciarse segun el corazon, no pertenece á la misma categoría que los demás músculos de la parte orgánica del cuerpo que no estan sometidos á la voluntad; no solo es rubicunda sino que tiene una estructura absolutamente como todos los músculos voluntarios de la parte animal del cuerpo, es decir que estos hacecillos presentan arrugas trasversales al microscopio, y que estas fibras primitivas son nudosas.

Las fibras musculares no son las únicas que gozan de la contractilidad vital. Las hay de otra especie muy diferente que, con respecto á su forma microscópica y composicion química, se parecen á las del tejido celular, las cuales, químicamente hablando, se alejan del tejido muscular. En las partes donde existe este tejido presentan un grado débil é insensible de contractilidad, y no pueden producirse convulsiones como en el tejido muscular; la electricidad no las decide tampoco á contraerse, mientras que el frio y aun las escitaciones mecánicas provocan á menudo rápidamente la débil contractilidad de que gozan, por ejemplo el darto; pero esta clase contiene todavía otras varias partes, de que hablaremos despues. Lo que únicamente debo hacer notar en esto con anticipacion, es que esta especie de tejido contractil, que está poco estendido, puesto que no se encuentra sino en la piel y en las arterias mas pequeñas, se parece bajo el punto de vista químico, en tanto que puede apreciarse segun el darto, á los cuerpos que producen la cola por medio de la coccion, y no á los cuerpos albuminosos, á los que pertenecen las dos clases de músculos. No se ha averiguado suficientemente hasta qué punto es propia todavía de los demás tejidos la contractilidad orgánica, visto que la debilidad de los resultados producidos por esta contractilidad insensible, por esta tonicidad, en todas las partes donde los fenómenos son tan poco marcados, hace invencibles las dificultades en las investigaciones. Parece sin embargo que, como no puede negarse sino á muy pocos tejidos que contienen tejido celular, la aptitud de cambiar de coherencia bajo la influencia de algunos medicamentos que ejercen una acción química, estos tejidos tienen la propiedad de contraerse aunque débilmente. Durante la vida, las membras permeables á los líquidos no los dejan pasar; pe-

ro esta resistencia por su parte parece á menudo suspenderse en las enfermedades, y nunca se observa despues de la muerte. Las ideas que tenemos de relajacion y contraccion de los tejidos suponen tambien en tanto que basan sobre hechos, una variabilidad en la facultad de hacer el equilibrio á la penetracion pasiva de los líquidos segun las leyes de la física.

La segunda especie fundamental del movimiento animal, la que se verifica por medio de pestañas libres (1), se ha observado en ciertas membranas de la parte animal y de la parte orgánica del cuerpo, y es hasta cierto punto verosímil, que al menos en algunos animales inferiores se encuentre tambien este movimiento en la capa vascular, á saber, en lo interior de los vasos, en sus paredes. En muchos animales inferiores, se observa en la parte animal del cuerpo, es decir, en toda la superficie esterna. En los animales superiores no se ha notado en el estado de larvas, como con los renacuajos de los batracianos. En la parte orgánica del cuerpo, la presentan algunas membranas mucosas, y puede verse fácilmente hasta en el hombre, desde que Purkinge y Valentin la han descubierto en los vertebrados superiores. Generalmente este fenómeno no se ha observado mas que en las membranas mucosas, á cuya categoría pertenece tambien la piel de los renacuajos y de los animales inferiores. Sin embargo, Sharpey le ha observado en las paredes internas de la cavidad de los asterios, que contiene las vísceras de estos animales, y en la que entra el agua; la ha visto igualmente en la afrodita, en la superficie exterior del intestino y de sus ciegos, y en las paredes de los alvéolos dorsales en que estan situados sus ciegos. Podria suceder muy bien que todos los movimientos de los ju-

(1) Los principales escritores sobre el movimiento vibrátil son: PURKINGE y VALENTIN en MÜLLER'S *Archiv*, t. I, p. 391; t. II, p. 159.—PURKINGE y VALENTIN. *De phænomeno generali et fundamentalis motus vibratorii continui in membranis &c.* Breslau, 1825.—SHARPEY, en *Edinb. met. Journ.* 34, en *Edinb. new phyc. Journ.*, 19, n.º 37, julio 1835.—GRANT, *Edinb. new phil. Journ.* 1826. *Edinb. Journ. of scienc.*, n.º 13, julio 1827.—DONNÉ, *Cours de microscopie*, Paris, 1845, p. 170, lám. IX, fig. 34-34 bis.

gos nutricios que se han observado en los animales inferiores, sin corazón y sin contracción aparente de sus vasos no se efectúan sino por efecto del movimiento vibrátil, como es muy posible también que el movimiento circular de los jugos en los alvéolos de varias plantas se haga del mismo modo (1).

CAPITULO II.

DEL MOVIMIENTO VIBRÁTIL.

De Heide, Leeuwenhoek, Baker, Swammerdam y Baster conocían ya en los moluscos este fenómeno cuyas causas no se han descubierto sino mucho más tarde. De Heide y Leeuwenhoek habían observado las corrientes que se verifican en las agallas de los bivalvos; Swammerdam, Leeuwenhoek y Baster habían observado la rotación del embrión de los moluscos en el huevo, que depende de la misma causa. Las corrientes regulares en las agallas de los bivalvos han sido observadas en estos últimos tiempos por Erman (2) y Sharpey (3). Carus (4) ha descrito minuciosamente las rotaciones del embrión de los moluscos. Steinbuch y Mayen han demostrado las pestañas que existen en los brazos de los pólipos penicilados. Gruihuissen las ha descubierto en los planarios y en un gasteropodo de agua dulce (5).

(1) Hasta ahora no se han podido descubrir pestañas vibrátiles en los internudos de las charañas. Unger (*Die Pflanze im Momente der Thierwerdung*. Viena, 1843) atribuye á los órganos de este género los vivos movimientos de rotación que las esporas de varias confervas ejecutan á su salida del alvéolo materno; pero debe haber alguna diferencia esencial y todavía desconocida con respecto á este punto, porque el extracto acuoso de opio, la morfina y el ácido cianhídrico paralizaban los movimientos de las esporas, mientras que no ejercen influencia alguna sobre los movimientos vibrátiles de los animales.

(N. del T. F.)

(2) *Abandl. der Akad. zu Berlin*, 1816, 1817.

(3) Donné (*Cours de microscopie*, lám. IX, fig. 34) ha dado la figura de las pestañas vibrátiles de la almeja.

(4) *Nov. act. nat. cur.*, vol. XVI.

(5) *Salzb. med. Zeitung*, 1818, 4, 286.—*Mov. act. nat. cur.*, t. X.

Grant es el primero que las ha designado como causa de la rotacion de los embriones de los moluscos en el huevo y la de los huevos (sin duda embriones) de pólipos. En cuanto á los demás invertebrados, el movimiento vibrátil ha sido observado por Ehrenberg en todo el grupo de los animales que él llama turbilarios (*Gordius*, *Nemertes*, *Planaria* &c.) y tambien en la superficie del cuerpo y aun en el intestino de los fitozoarios rodadores y de los neidos. Débese tambien á este célebre naturalista una excelente descripcion de la variedad de las pestañas en los infusorios. Las primeras observaciones relativas á este fenómeno en los animales vertebrados se hicieron por Stembuch, que reconoció el movimiento del agua al rededor de las agallas de los batracianos, pero sin percibir la causa, y que ha buscado inútilmente las pestañas. Gruithuisen le descubrió en la cola de los renacuajos. Sharpey le ha descrito, no solo en las agallas de estos animales, sino aun en la superficie de sus cuerpos. Hânse hecho observaciones análogas acerca de las agallas por Huschke por Raspail (1) y por mí. Sin embargo, estaba reservado á Parkinge y á Valentin hacer el gran descubrimiento de que este fenómeno no depende de las pestañas vibrátiles en los batracianos y los invertebrados solamente, sino que sucede tambien, con la misma prontitud y por las mismas causas, en las membranas mucosas de los reptiles de las aves y de los mamíferos. Estos dos observadores han dado de él una descripcion completa en casi todas las clases de animales.

Partes en que se observa el movimiento vibrátil.

Se ha observado el movimiento vibrátil en diversos animales en la piel, en el tubo intestinal, en el sistema respiratorio y en el aparato genital (2).

(1) *Nouveau système de chimie organique*. Paris, 1838, tomo II, p. 472.

(2) En el hombre se ha observado el movimiento vibrátil en los ventriculos del cerebro, sobre todo en la superficie de los plexos coroides de los ventriculos laterales, en la prolongacion que la parte anterior del ventriculo lateral envía al nervio olfatorio en el embrión, en la cara interna del saco lagrimal y del conducto del mismo nombre, en las cavidades nasales, tanto en

Sistema cutáneo.

Percíbese el movimiento vibrátil de la piel en los infusorios, los corales y los acéfalos, en la cubierta de los bivalvos en toda la superficie del cuerpo de los gasteropodos, tanto terrestres como acuáticos, y de los turbilarios de Ehrenberg. En los animales superiores no se encuentra sino en los embriones y en las larvas muy recientes de los batracianos. En un principio toda la superficie de su cuerpo vibra, como lo han visto Sharpey, Purkinge y Valentin; pero con el tiempo este fenómeno se reduce á una estension siempre decreciente de la piel, de modo que concluye por no tener lugar mas que en la base de la cola y en los lados de la cabeza. Despues del desarrollo de los miembros, la superficie del cuerpo no presenta ningun vestigio de él.

Conducto intestinal.

En los reptiles, el movimiento vibrátil no se verifica mas que en la parte superior del tubo alimenticio, como lo han demostrado Purkinge y Valentin. Se observa en la membrana interna de toda la boca, de la trompa de Eustaquio y de la faringe. En algunos quelonianos y las serpientes se efectua tambien en el esófago hasta cierta distancia, es decir, en los primeros hasta el estómago, y en los segundos hasta el sitio marcado por la eminencia de los pliegues longitudinales de la membrana interna del estómago. No se descubren vestigios en la cavidad de la boca, la faringe y el

el tabique como en los cornetes y en el laberinto etmoidal, los senos frontales, los senos maxilares y la trompa de Eustaquio hasta la embocadura en la caja del timpano, y aun mas lejos en el vértice de la faringe y en una parte de la region superior del velo del paladar, en la laringe por debajo de la epiglotis y en la tráquea entera hasta en las vesículas pulmonales, en los labios y en el cuello de la matriz, en la superficie interna de este órgano y de las trompas hasta la estremidad de los cuerpos frangeados, en el origen de los conductitos uriníferos y en la porcion que rodea los cuerpecillos de Malpigio (segun Bowmann).

(N. del T. F.)

esófago de los mamíferos (1) y de las aves. En los moluscos, por el contrario, se efectúa, según Purkinge y Valentin, en la superficie interna de todo el tubo intestinal, y aun en la de los conductos biliares. Ehrenberg le ha observado en el interior del intestino de los fitozoarios rodadores y de los neidos; Sharpey en el estómago y los ciegos de los asterios, el intestino de los anélidos y el estómago de los actinios. Igualmente es preciso hacer mención aquí de los movimientos de los glóbulos que Lister (2) y Mayen han visto en el saco digestivo de los pólipos.

Organos respiratorios.

Purkinge y Valentin han visto el movimiento vibrátil en la membrana mucosa de la laringe, de la tráquea y de los bronquios de todos los animales vertebrados que respiran en el aire. En los mamíferos y las aves empieza en la glotis, porque la cavidad de la boca y la faringe no presentan vestigio alguno. En las aves se verifica no solo en la superficie interna de la tráquea y sus ramas, sino también, según Purkinge y Valentin, en la de los sacos aéreos que nacen de los pulmones. También se efectúa en las agallas de los renacuajos, de los reptiles desnudos, pero solo en las esternas; porque las internas de los renacuajos, que no se manifiestan sino en el segundo periodo del desarrollo, no las presentan; observación que había hecho ya Sharpey. No le hay tampoco en las agallas de los peces, como igualmente lo había conocido este autor. Puede presumirse que exista en las agallas esternas de los embriones, de las rayas y de las lijas. Es general en las agallas de los moluscos y en las agallas accesorias de los bivalvos; pero Purkinge y Valentin no le han observado en la superficie interna del pulmón de los gasterópodos pulmonados, ni tampoco en las

(1) Gruby y Delafond (*Comptes-rendus*, 1844) dicen que en la superficie del epitelio del intestino delgado del perro existen cuerpos vibrátiles, respecto de los cuales no dicen nada de particular. La existencia de estas pestañas es todavía para Valentin un problema; al menos afirma no haberlas visto en el hombre.

(N. del T. F.)

(2) *Philos. Trans.*, 1834.

agallas de los crustáceos propiamente tales. Steinbuch le ha visto en los brazos de los pólipos penicilados, Steinbuch y yo en las agallas de los sabelos.

Cavidad nasal.

El fenómeno es general en la cavidad nasal, donde Purkinge y Valentin le han hallado. No se verifica solamente en la cavidad nasal propiamente tal de los reptiles, de las aves, y de los mamíferos, ya en la pared esterna, ya en la pared interna; estos observadores lo han notado tambien en la membrana mucosa de las cavidades accesorias de la nariz de los mamíferos, como los senos frontales, los senos maxilares y las trompas de Eustaquio. Parece que no se efectua en el conducto lagrimal y saco del mismo nombre de los conejos, pero la membrana mucosa de la nariz de estos animales le presenta, y no le ofrece su conjuntiva. Esta particularidad está esenta de toda interpretacion; porque la existencia del movimiento vibrátil en la conjuntiva, ó solo en las vias lagrimales, esplicaria sin dificultad la admision de las lágrimas en los conductos lagrimales. Se observa tambien de una manera bien distinta en la cavidad nasal de los peces.

Organos genitales.

En los animales vertebrados, el movimiento vibrátil no se ve mas que en las partes genitales de la hembra, como lo han observado y visto Purkinge y Valentin. Se ve en la cara interna de los oviductos, de la matriz y la vagina de los mamíferos á menos que sean muy jóvenes; aun durante la misma preñez, las porciones de matriz no cubiertas por el **có-rion** no estan esentas de él. Se le observa tambien hasta en la estremidad de las trompas, en las aves y los reptiles. Yo le he visto, tanto en los mamíferos como en las aves y en los reptiles. Acaso el que se verifica en el orificio abdominal de las trompas toma parte en la admision de los huevos en estos conductos, en los reptiles; nadie duda que el modo como pasan los huevos de la rana y la salamandra del ovario á la abertura abdominal de las trompas que se halla situada mucho mas alta, ha sido un enigma hasta el dia.

Sin embargo, seria posible que la membrana mucosa del

oviducto hiciese providencia para este efecto, y que volviese de este modo su cara vibrátil hácia el ovario ó los huevos que caen en la cavidad abdominal. En los peces el movimiento vibrátil se efectua tambien en los órganos genitales femeninos, á saber, en la cara interna del oviducto, en las carpas, y muy distintamente hasta en la abertura exterior de la generacion. Henle le ha encontrado muy marcado en las partes genitales femeninas de los moluscos, en el ovario de los gasterópodos, y en la cara interna de las cavidades de este órgano en los bivalvos. Las partes genitales masculina no presentan vestigios de él en los animales vertebrados, ni se ha notado tampoco de un modo seguro en las de los invertebrados.

Organos urinarios.

El movimiento vibrátil no existe en este aparato en ningún animal vertebrado; pero Purkinge y Valentin le han hallado en el saco barroso de los caracoles, órgano cuyo conducto escretor se abre cerca del ano, y que puede considerarse como el riñon de estos seres, á causa del ácido úrico que contiene. Henle le ha visto tambien. Segun Purkinge y Valentin se verifica en los bivalvos en la superficie interna del órgano en forma de saco que se aboca cerca del orificio de los ovarios, órgano que algunos autores comparan al riñon, pero que podria tambien mirarse como un testículo, al menos hasta que esta última glándula haya sido descubierta definitivamente en los bivalvos.

Segun lo que llevamos dicho, se ve que el movimiento vibrátil es un fenómeno general del reino animal, y que no tiene la misma estension en las diferentes clases. Lo que es mas raro es verle estendido por toda la superficie del cuerpo como en los moluscos, los turbilarios, el embrión y los renacuajos jóvenes de los batracianos. Es constante en los órganos olfatorios de los animales que respiran en el aire y el agua, y en los órganos genitales femeninos; se halla con bastante generalidad en los órganos respiratorios, á escepcion de las agallas de los peces y de las internas de los renacuajos; se ve rara vez en el tubo intestinal, por ejemplo en los moluscos, así como en la boca y el esófago de los reptiles; falta en los órganos urinarios y en los genitales masculinos de los animales vertebrados. Ninguna clase del

reino animal está enteramente privada de él. Purkinge y Valentin creían que faltaba en los peces; pero si no existe en las agallas, en estos animales, es muy marcada, tanto en la membrana mucosa de la cavidad nasal como en las partes genitales femeninas.

A él se atribuye la causa de los movimientos del embrión en el huevo, en varios animales, y aun de los huevos libres, ó para hablar con mas exactitud, de los embriones no desenvueltos de ciertos animales inferiores, radiarios y corales. Cavolini ha observado el movimiento de los huevos de los gorgones; Tilesius, el de los huevos de los mileporos; Grant el de los huevos de los campanularios, de los gorgones, de los cariofilios, de las esponjas y los plumularios. Los huevos desprendidos de sus cápsulas se mueven, teniendo una de sus estremidades dirigida hácia delante. Rapp ha hallado igualmente las pestañas en los huevos de los corinos, y Grant en los embriones de los gasterópodos, donde son causa de la rotacion del huevo.

Organos del movimiento vibrátil.

Los órganos del movimiento vibrátil son, segun las observaciones de Purkinge y Valentin, filamentos muy delgados y transparentes, que tienen 0,000075 á 0,000908 de línea de longitud. Su base es casi siempre mas consistente que su vértice; me han parecido tales las mas de las veces en las membranas mucosas. Yo los he visto mas gruesos en la estremidad en las agallas de una especie nueva de anélides, inmediata á los sabelos, y que vive en el mar Báltico. su forma es difícil de determinar en todas partes, mas su existencia es bastante fácil de demostrar. Los he visto muy distintos en los anodontes, en las branquias del anélide citado, en la boca de las ranas, en los oviductos de los conejos, de las ranas y de los peces, en la tráquea de las aves y de los mamíferos, y no me esplico el cómo L. C. Treviranus no ha podido encontrarlas. Segun Purkinge y Valentin, la superficie de las membranas en las que se verifican movimientos vibrátiles, parecen estar compuestas de fibras microscópicas, rectas y paralelas, unidas por medio de tejido celular. Sin embargo, yo he hallado tambien una capa igual de fibras en la membrana mucosa no vibrátil del yeyuno de la tortuga. Si comprendo bien lo que dicen los au-

tores, estas fibras son perpendiculares al plano de la membrana mucosa, ó presentan pequeños cilindros rectos. Henle ha reconocido que frecuentemente se observan cilindros microscópicos semejantes en la bilis del hombre, y no son raros tampoco en la de los animales. Casi siempre estan unidos en pequeñas capas, de modo que en uno de los lados del grupo se ven sus estremidades en direccion del mismo plano. Estos pequeños cilindros de la bilis tienen, segun Henle, 0,0171 de línea inglesa de largo y 0,0031 de ancho; son mucho mas gruesos que las pestañas de las membranas mucosas, y si las pestañas estuviesen implantadas en tales cilindros, en las membranas mucosas vibrátiles era preciso que cada cilindro tuviese un número considerable de ellas. Henle ha hallado tambien una vez cuerpecillos análogos en la vejiga urinaria, y es mas verosímil que sean las partes de que hablan Purkinge y Valentin. Henle ha examinado en una ostra las pestañas desprendidas, y las ha visto configuradas de tal modo, que una ó mas estaban implantadas en la estremidad de un pequeño cilindro. Algunas veces ha visto en la base un pequeño glóbulo, hácia el sitio por donde la pestaña estaba adherida al cilindro. Gruithuisen ha observado igualmente las pestañas de los planarios despues de caidas y vió que se movian todavía en los sitios en que se disolvia el animal. Las que mejor se conocen de todas las pestañas son las de los infusorios, gracias á las investigaciones de Ehrenberg. Este naturalista ha visto en los grandes géneros *Stylonychia* y *Kerona*, la base de cada pestaña hinchada en forma de bola, y se ha convencido de que una lijera torsion del bulbo sobre un punto de apoyo, basta para causar grandes vibraciones circulares en la punta de las pestañas, lo que hace que cada una de estas describa moviéndose una superficie cónica, que tiene por vértice el bulbo. Ehrenberg ha visto á menudo, en los poligástricos, estendidas las pestañas en toda la superficie del cuerpo; algunas veces faltan, y otras rodean solo la boca. En ciertos infusorios, dan al cuerpo un aspecto belloso; Ehrenberg ha reconocido que en este caso estaban distribuidos con mucha regularidad, y que formaban series ordinariamente longitudinales, algunas veces tambien trasversales. Purkinge y Valentin han observado tambien esta disposicion en series, que además se hace probable segun el movimiento ondulatorio que han notado en las pestañas.

Ehrenberg no sospecha que haya músculos, ni longitudinales ni trasversales. Los órganos en forma de rueda de los rotatorios no se diferencian esencialmente, según él, de los órganos ciliares. La *Hydatina senta* tiene diez y siete, en forma de círculos, de los cuales cada uno se compone de seis pestañas implantadas en un pequeño músculo redondeado. Los músculos están rodeados de vainas y fijos en dos puntos de la cubierta del cuerpo por dos ligamentos. El órgano rotatorio de estos animales se divide, pues, en varias ruedas separadas unas de otras, y no produce tampoco la ilusión del movimiento rotatorio que se efectúa en los infusorios, cuyos órganos de rotación están reunidos (1).

(1) Donné (*Curso de microscopia*, p. 173) ha hecho observaciones muy importantes acerca de las pestañas de las membranas mucosas. Si se coge, dice, un pedazo de mucosa bronquial de un conejo, ó todavía mejor de la mucosa nasal del hombre, durante algunas horas, algunas veces por todo un día, y aun más, no se verifica cambio alguno notable, y el movimiento persiste, con tal que se renueve el agua á medida que se evapora; pero al cabo de cierto tiempo, más ó menos largo, según las circunstancias, según el estado y especie de animal, &c., principia el epitelio á separarse de la membrana mucosa y nadar en el agua en fragmentos más ó menos grandes y enteramente libres. Estos fragmentos llevan siempre sus pestañas móviles por su estremidad; pero la separación no concluye aquí. Un poco después, los fragmentos se dividen todavía, pero no irregularmente y por decirlo así por casualidad. La división llega hasta cierto punto, y se ven partículas regulares, con muy corta diferencia de las mismas dimensiones, que tienen todas la misma forma cónica, gruesas en un extremo que es redondo, y terminadas en punta ó en cola en el otro. Estas partículas son los elementos constituyentes del epitelio: estos son los conos que, puestos simétricamente unos al lado de otros, é imbricados, forman la membrana epidérmica. Estos conos elementales llevan siempre sus pestañas vibrátiles, que guarnecen la estremidad. Estas pestañas continúan moviéndose, y además *cada cono toma un movimiento propio independiente, que hace un individuo distinto, un ser viviente dotado de propiedades esenciales que caracterizan lo que llamamos la vida, es decir, que estas partículas tienen un movimiento espontáneo muy notable*, se dirigen á todas partes en medio del líquido en que nadan, se contraen y se alargan para ejecutar sus variadas evoluciones, y viven de esta manera por algún tiempo, por muchas horas hasta que la cesación del mo-

Fenómenos del movimiento vibrátil.

El movimiento vibrátil no se percibe en la mayor parte de animales sino por medio de una lente de mucho aumento. Se desprende un pedacito de membrana mucosa donde se efectúa; se humedece con un poco de agua, y se cubre con un cristal, la que manifiesta la membrana y hace que se distinga bien el borde. Con las lentes 1, 2 y 3 del microscopio de Schink, se ve pronto el movimiento vibrá-

vimiento y la destruccion, la muerte en una palabra, se efectúa, ya por los solos progresos del tiempo, ya por cualquiera circunstancia accidental. En efecto, estos animalillos mueren inmediatamente bajo la influencia de agentes físicos y químicos que destruyen y aniquilan la vida, como la temperatura muy elevada, los ácidos, los álcalis &c. &c. Donné los ha conservado vivos por espacio de mas de doce horas despues de haberlos visto separarse de un fragmento de mucosa nasal humana que no perdió de vista por espacio de un dia y una noche. Podian confundirse con los infusorios. Los compara á los espermatozoides, que segun él, se engendran por un procedimiento enteramente semejante, porque son igualmente un producto de los conductos seminales del testículo. Resultan de una especie de sensacion de las paredes de estos conductos secretores, y en su origen constituyen las aglomeraciones de las masas, en las que no hay mas que movimientos confusos. Los individuos se separan de estas aglomeraciones como los conos vibrátiles del epitelio, y constituyen seres dotados de un movimiento libre y espontáneo. Así, segun Donné, el epitelio vibrátil está formado de particulas organizadas, que concurren por su reseccion á la vida general del ser á que pertenecen, pero susceptibles de adquirir una vida propia é individual, separándose y aislándose. Por lo demás, esta es la idea que puede formarse de la composicion de varios de nuestros órganos y nuestros tejidos, y de la estructura general de muchos seres organizados, sobre todo en el reino vegetal. —F. Buehlmann (*Beiträge zur Kenntniss der kranken Schleimhaut der Respirationsorgane und ihrer Producte durch das Mikroskop*. Berna, 1843) ha reconocido que en el principio del catarro nasal, se disgregaba el epitelio en alvéolos aislados, cuya figura ha dado, y que las pestañas de estos alvéolos aislados continuaban viviendo por largo tiempo, despues que la masa habia salido de la nariz. (N. del T. F.)

til en el borde; se ve en general la impresion de un movimiento ondulatorio, y se ven los pequeños cuerpos que nadan en el agua pasar delante de este borde, siguiendo una direccion fija. Con una lente de mas aumento se reconocen las mismas pestañas: sin embargo, es raro distinguirlas claramente á causa de la rapidez de sus movimientos. Algunas veces el efecto del movimiento de estos innumerables órganos motores es tan grande, que es preciso procurar hacer la observacion cuanto antes si no se quiere que desaparezca el pedazo de membrana mucosa. La influencia del movimiento vibrátil en la espulsion de los líquidos y los cuerpecillos, puede apreciarse muy bien por medio de un polvo fino estendido en estas últimas. Tan fuerte es el movimiento en las branquias de las larvas de salamandra y de las almejas, que se ven pequeñas porciones desprendidas de estos órganos circular de un modo regular en el agua.

La direccion uniforme del movimiento de las pestañas da lugar en las membranas mucosas á corrientes regulares, que se conocen ya en las mas de las partes del cuerpo, por las investigaciones de Sharpey, de Purkinge y Valentin. Las corrientes de agua que se producen de este modo en las branquias de las almejas y las larvas de las salamandras, así como lo hemos dicho del cuerpo de los renacuajos. Su direccion, en las observaciones de Valentin y de Purkinge en una gallina, estaban de fuera adentro en la tráquea, y de dentro afuera en el oviducto; es, pues, mas fácil presumir que demostrar que es el movimiento vibrátil el que hace que llegue la semilla al huevo (1). Sharpey ha determinado la direccion de la corriente en el cornete inferior del conejo; era de atrás adelante hácia la abertura de la nariz; en la cueva de Higmoro la corriente parecia dirigirse hácia el orificio. En la boca de los batracianos va de adelante

(1) Bischoff (*Tratado del desarrollo del hombre y de los mamíferos*, traducido por A.-J.-L. Jourdan: París, 1843, p. 26) ha visto una porcion de veces que el movimiento vibrátil se dirige de dentro afuera en la matriz y la trompa, de modo que le parece mas á propósito para facilitar la marcha de los huevos del ovario á la matriz que el del esperma hácia el ovario.

(N. del T. F.)

atrás, tanto en la cara superior como en la inferior. En la cara palatina de la abertura naso-palatina de un lagarto, las partículas se dirigen hacia el lado interno en la abertura, y al esterno fuera de ella. Según la figura que ha dado Sharpey de la dirección en el sapo parece que las corrientes se efectúan solo de la nariz á la boca, tanto en el lado interno como en el esterno de la abertura naso-palatina.

Naturaleza del movimiento vibrátil.

Al indagar la naturaleza del movimiento vibrátil, lo primero que hay que examinar es su duración y la relación que hay entre él y los demás fenómenos de la vida.

Después de la muerte dura tanto tiempo como persiste la irritabilidad en las partes animales, y algunas veces mucho más. Parkinge y Valentin le han visto cesar al cabo de una hora ó dos en las ranas y los lagartos, y persistir nueve ó quince días en una tortuga á la que habían cortado la cabeza. A la verdad, los músculos de este último animal conservaron su irritabilidad hasta el séptimo día (1), pero los movimientos vibrátiles duraron tanto tiempo en las partes separadas del cuerpo como se conservaron en el agua. En las aves y en los mamíferos duran desde tres cuartos de hora hasta cuatro horas. La luz no influye en ellos, pero el calor lo hace de un modo sensible: la inmersión de las partes de un mamífero ó de un ave en el agua á 65 grados R. no los perturba si no dura más que un instante, pero se paran cuando se prolonga más. Persisten á 10 grados del termómetro de Reaumur en las aves y los mamíferos, pero se paran á cinco grados. La conmoción de una botella de Leyden no los suspende en las almejas de estanque, ni tampoco la acción de una pila de treinta pares, sino es en los puntos de aplicación de los alambres conductores, donde se efectúa su cesación por la descomposición química. El ácido cianhídrico, el áloe, el extracto de belladona, el

(1) Una tortuga fluvial en la que se practicó la sección de la médula oblongada, nos presentó varios días después de la operación un fenómeno de movimiento reflejo, la retracción de las estremidades al tocarla.

cachu, el almizcle, el acetato de morfina, el opio, la salicina, la estricnina y la decoccion de pimienta, no los destruye, aun cuando esten muy concentradas estas sustancias. Las sales alcalinas, térreas y metálicas, los álcalis y los ácidos las perturban, segun la fuerza de la dilucion. La sangre es el liquido que mas los prolonga; pero el suero de los mamíferos paraliza inmediatamente el movimiento vibrátil de las almejas, y la bilis destruye este movimiento. Lo que hay de mas notable, es que las sustancias que obran sobre el sistema nervioso, como los narcóticos no perturban en lo mas mínimo el movimiento vibrátil, de donde puede concluirse que este es un fenómeno fundamental é independiente del sistema nervioso. Purkinje y Valentin han matado pichones y conejos con el ácido cianhídrico y la estricnina, ya introduciéndolos en la faringe, ya aplicándolos sobre las heridas recientes en la piel; parece ser que jamás se alteró el movimiento vibrátil. Tuvieron el cuidado de no abrir los animales sino cuando no se percibian ya convulsiones en ningun punto del cuerpo, cuando al picar los miembros no habia reaccion patente por movimientos automáticos. Para hacer el experimento mas concluyente todavía mataron juntamente un animal de la misma especie y de la misma edad, desangrándole. Las diferencias que notamos en todos estos experimentos, dependian únicamente de la edad y de las particularidades individuales de los animales. La intoxicacion no produjo ningun efecto en parte alguna (1). Estos últimos experimentos son menos concluyentes que aquellos en los que los venenos han sido aplicados inmediatamente sobre las partes vibrantes; porque las ranas muertas por los narcóticos conservan por largo tiempo su irritabilidad muscular y nerviosa para los estímulos empleados localmente, mientras que los nervios y músculos la pierden siempre con rapidez despues de la aplicacion local de un veneno narcótico sobre ellos. Exceptúase con respecto á esto únicamente el corazon; porque continúa moviéndose por largo tiempo despues de haber puesto en contacto con su superficie exterior una dissolution de opio ó de extracto de nuez vómica, mientras que la misma sustancia, puesta en contacto con su super-

(1) MULLER'S *Archiv*, 1835, p. 159.

ficie interna, agota inmediatamente su irritabilidad. La pequeñez de los órganos vibrátiles, comparativamente á las fibras primitivas de los nervios, no me parece ser un motivo para no admitir que estos fenómenos dependen del sistema nervioso; porque las fibras musculares son mucho mas tenues que las de los nervios, y estas son tan raras en los músculos, que el fenómeno de su influencia en estos no podia concebirse sin una accion á distancia. Además, hay partes (que no son músculos) que parecen recibir fibras nerviosas mucho mas delgadas que las fibras primitivas de los troncos nerviosos y sus ramificaciones. Schwann, examinando el mesenterio del *Bufo igneus*, ha visto salir fibras nerviosas ordinarias de los filetes, las cuales me ha enseñado, y se reducian á fibras sumamente tenues y presentaban á gran distancia pequeños engrosamientos fusiformes.

Sin embargo, la persistencia del movimiento vibrátil, despues de la aplicacion local de los venenos narcóticos, prueba de un modo suficiente que este fenómeno es de naturaleza particular, y que no está bajo la dependencia inmediata del sistema nervioso. Bajo este punto de vista debe considerarse tambien como un hecho importante la existencia del movimiento en la superficie de lo que se llama los huevos de los corales, cuerpos ovalados que no son indudablemente otra cosa que embriones animados, no desenvueltos. Pero el movimiento vibrátil de los embriones de los corales y de los órganos rotatorios de los infusorios representan en cierto modo los dos términos extremos de una serie. El primero se verifica en membranas que no tienen aun estructura determinada, y puede unirsele el que se observa en las membranas mucosas de animales superiores, que no se destruye por la estriecinina y otros venenos narcóticos; el segundo por el contrario, se verifica por una verdadera accion del sistema muscular, y está sujeto á la voluntad, por consiguiente es dependiente del sistema nervioso; tambien la estriecinina le paraliza, como lo praeaban los experimentos de Ehrenberg.

Pregúntase ahora si en el movimiento vibrátil existe en todo el reino animal, como en los órganos rotatorios de los fitozoarios rodadores el efecto de las contracciones de un tejido musculiforme situado en la base de las pestañas. Este tejido contractil de los órganos rotatorios, que Ehrenberg

ha descubierto ¿constituye un sistema particular, cuya estructura anatómica se extiende hasta las membranas mucosas vibrátiles de animales superiores, de modo que, si los demás tejidos de estos últimos seres tienen una testura ordinaria, conserven la delicadeza de ellos en la estructura de los órganos vibrátiles? ¿O bien no hay mas que el movimiento de los órganos rotatorios de los fitozoarios rodadores que pertenecen á la misma categoría que los movimientos musculares de todos los animales superiores, y el movimiento vibrátil de los demás animales se diferencia totalmente del movimiento muscular en cuanto á su esencia? No puedo menos de citar aquí las mismas palabras de Ehrenberg en lo que concierne al mecanismo del movimiento vibrátil de los órganos rotatorios. "Si se observan los animalillos cuando empiezan á moverse, se ve siempre distintamente una estension y una retraccion, pero al instante sucede á estas el movimiento de rotacion que es de otra especie. Se ve tambien el primero de estos dos fenómenos cuando se matan los animalillos por el tétanos echando un poco de estricnina en el agua, lo que apaga poco á poco la actividad de los órganos rotatorios; en este caso el movimiento giratorio cesa antes." Ehrenberg ha intentado explicar el movimiento vibrátil del modo siguiente: "Cada pestaña se mueve aparte por el músculo situado debajo de ella; puede suceder que los hacecillos musculares pasen debajo de varias pestañas, aun por debajo de toda una serie, y les comuniquen un movimiento unilateral; luego, si otro hacecillo muscular obra del mismo modo pero en sentido inverso, en el otro lado de la base engruesada de las pestañas; si estos diversos músculos estan fijos á las pestañas á diferentes alturas y obran alternativamente, debe resultar un movimiento oscilatorio en cuatro direcciones que comunica un movimiento de rotacion á la estremidad de cada pestaña, y esta debe describir un cono cuyo vértice debe corresponder al punto de implantacion. Durante este movimiento, si se miran las pestañas, un poco ó totalmente de lado, unas veces estan mas reunidas y otras mas apartadas del ojo, de modo que se distinguen con mas ó menos claridad. Estas alternativas en la claridad de la percepcion de las pestañas durante el movimiento en cono, me parece ser la causa que hace creer que se ve girar una rueda, porque debe resultar de aquí una ilusion que se extiende á todo el círculo." Que la accion muscular supuesta por Ehrenberg debe

hacer describir un cono á cada pestaña, es lo que se concibe muy bien por los músculos oculares de los animales superiores, en los cuales los músculos rectos pueden mover el bulbo en cierto modo como sobre un pedículo. Efectivamente la influencia que ejerce la voluntad en los fitozoarios rodadores sobre los órganos rodadores y el órgano muscular descubierto por Ehrenberg, no dejan duda que esta especie de movimiento pertenece á la categoría de los verdaderos movimientos musculares. ¿Pero qué debe creerse de los movimientos vibrátiles de las membranas mucosas, que no dependen de la voluntad, y que el envenenamiento por medio de los narcóticos no modifica? Resulta de las observaciones de este fisiólogo que la estriquina paraliza los órganos rotatorios, pero ella no influye tampoco como los demás narcóticos en los movimientos vibrátiles de las membranas mucosas. Además, cómo se explica la existencia del movimiento vibrátil en los huevos de los corales? Conservan estos todavía una reliquia de la energía que tenían en el momento en que estaban sometidos á la influencia vital del ovario y la manifiestan aun por algun tiempo, como lo hacen los pedazos de membranas mucosas desprendidas de los animales superiores? ¿Sus fenómenos vitales pertenecen á la misma clase que los de los sacos de huevos de cercarios, que Bojanus y Bær han observado? Es mas probable que estos pretendidos huevos sean embriones vivos aun no desenvueltos. En todo caso, me parece necesario establecer, hasta nuevo aviso, una distancia entre los movimientos vibrátiles de los órganos rodadores de los fitozoarios y de los de las membranas mucosas. Los primeros son modificables por la voluntad, cuya influencia no reconocen los segundos ni tampoco la acción directa del sistema nervioso. En los órganos rotatorios, las pestañas parecen el órgano pasivo del movimiento cuyo órgano activo es el muscular. En los movimientos vibrátiles de las membranas mucosas y aun de la superficie del cuerpo de los infusorios, los músculos nos son desconocidos todavía; ignórase si se mueve la misma pestaña, y se encorva, ó si no obra mas que como un remo puesto en acción por el tejido contractil situado en su base. Meyer ha visto las pestañas desprendidas del *Leucophry sol* moverse todavía. Por otro lado, hay en los animales otros órganos que obran como ruedas, que tienen mucha analogía con las pestañas respecto de sus movimientos involuntarios y continuos, pero se diferen-

cion de ellos por su forma, y cuyo movimiento no puede explicarse sino por medio de un tejido contractil situado en su base. Segun las observaciones de Grant, los Beroes presentan desde la boca hasta el ano ligamentos dispuestos como líneas meridianas; cada uno de ellos lleva cuarenta chapas pequeñas, que son las pestañas destinadas al movimiento, las chapas se componen de fibras paralelas, reunidas por una membrana. Aun hay mas, las grandes chapas constantemente en accion, y ciertamente movidas por músculos, que se ven sin microscopio en el abdómen del *Gammarus pulex* y otros crustáceos inferiores, deben citarse aquí, aunque sus movimientos sean debidos á otro tejido contractil que el que determina movimientos vibrátiles de las membranas mucosas.

Hasta ahora no se pueden establecer mas que las proposiciones siguientes:

1.^o Los movimientos vibrátiles de las membranas mucosas dependen de un tejido contractil todavía desconocido.

2.^o Este tejido se halla en la sustancia de las pestañas ó en su base.

3.^o Por su contractilidad, en general, se acerca al tejido muscular y otros tejidos contractiles de los animales.

4.^o Estas propiedades se parecen á las del tejido muscular, ó al menos de los músculos involuntarios del corazon y de los músculos de las laminillas vibrátiles de los crustáceos, en que los movimientos que ejecuta se repiten continuamente con la misma intensidad.

5.^o Se parece al tejido muscular del corazon, porque continúa moviéndose por largo tiempo despues de haberse separado del cuerpo.

6.^o Pero se diferencia esencialmente del tejido muscular en que sus movimientos no se modifican con la aplicacion local de los narcóticos.

7.^o El movimiento vibrátil se separa tambien del movimiento muscular en que persiste largo tiempo despues que la parte ha sido separada del todo.

El movimiento vibrátil es análogo á las oscilaciones de ciertas plantas, especialmente al de las oscilarias, en que los nervios no concurren á él de un modo inmediato. Necesítanse investigaciones mas estensas para determinar hasta qué punto pueden compararse estas dos especies de movimientos uno con otro. Por lo demás, sea de esto lo que quiera, bajo este punto de vista las membranas mucosas,

vibrátiles contienen un agente que domina tambien el juego de estos órganos microscópicos, puesto que se ven tan frecuentemente obrar las pestañas en serie. Hay aquí una fuerza superior á la individual de cada pestaña, y aun cuando se llegase á esplicar esta accion en serie, ó esta ondulacion, por la insercion de un gran número de pestañas en una misma banda contractil, no es menos cierto que se ven á menudo en la fuerza vital estensiones considerables de una membrana vibrátil, cierta disminucion y cierto aumento, que deben tener una causa mas general. Las branquias de una nueva especie de anélide, inmediata á los sabelos, que he traído de los mares de Copenague han presentado frecuentemente grandes estensiones de pestañas que estaban inmóviles por largo tiempo, y luego empezaban otra vez de repente á moverse. Fenómenos análogos no son raros en el reino vegetal, de modo que no hay necesidad obligatoria de recurrir para explicarlos á una variabilidad de la influencia nerviosa.

La esplicacion de las corrientes producidas por los movimientos vibrátiles ofrece grandes dificultades. Una simple oscilacion de las pestañas de un lado á otro no puede comunicar ninguna direccion á un líquido. El movimiento de una pestaña en un espacio cónico, como Purkinge y Valentin lo han visto las mas veces, no puede tampoco determinar un círculo de líquido al rededor de este apéndice. Para que los movimientos vibrátiles produzcan una corriente en direccion determinada, es necesario que las pestañas choquen y se encorven en un sentido dado, carácter que Purkinge y Valentin han reconocido algunas veces en el movimiento, y que yo he hallado casi siempre. Pero, aun en esta hipótesis, no se estableceria una corriente en tanto que la pestaña presentase menos superficie al agua al enderezarse que al bajarse.

CAPITULO III.

DEL MOVIMIENTO MUSCULAR Y DE OTROS QUE SE LE PARECEN.

Tejidos contractiles.

Dejando á un lado el tejido contractil, que es la causa del movimiento vibrátil, y respecto del cual no puede decirse nada exacto hasta ahora, podemos admitir cuatro formas de tejidos aptos para contraerse, el tejido contractil de los vegetales y el de los animales que se resuelve en cola, el tejido contractil de las arterias y el muscular.

Tejido contractil de los vegetales.

Los fenómenos mas esenciales de la irritabilidad vegetal han sido espuestos en los Prolegómenos. Aquí solo tenemos que ocuparnos de la comparacion entre el tejido contractil de los vegetales y el de los animales. Dutrochet ha publicado investigaciones acerca del tejido contractil de los vegetales (1). Las hojas de la sensitiva tienen un pedículo largo, en la base del cual se nota un rodete oblongo que le rodea. Cuando se hace una seccion longitudinal en este y se examina el pedazo con el microscopio, se ve que el eje está ocupado por los tubos que hacen la comunicacion vascular entre la hoja y la rama. Su tejido se compone de gran cantidad de alvéolos redondeados y trasparentes, cuyas paredes estan cubiertas de pequeños glóbulos. Esta estructura

(1) *Investig. anat. y fisiol. acerca de la estructura íntima de los animales y los vegetales.* Paris, 1824.—Dutrochet ha modificado de un modo singular estas ideas primeras en sus *Memorias para servir á la historia anat. y fisiol. de los vegetales y animales.* Paris, 1837, t. I, p. 497. Da otra descripcion de los órganos incubadores de los vegetales y otra teoría de la incubacion, que él divide en dos especies, segun que se verifica por endósmosis ó por oxigenacion. El dar una idea, aun muy superficial, de este nuevo sistema nos alejaria demasiado de nuestro objeto y debemos remitir al mismo libro del autor

se diferencia bajo ciertos aspectos de la que tiene la planta en las demás partes. La medula de la sensitiva está formada de alvéolos exágonos que contienen algunos glóbulos pequeños. Durante la juventud de la planta, estos alvéolos medulares contienen un líquido trasparente, que coagula el ácido azoótico frio, pero cuyo coágulo vuelve á disolver este mismo ácido por medio del calor. La vaina de la medula está compuesta de tráqueas. La capa leñosa que la cubre está formada de fibras leñosas. Además del rodete, de que hemos hecho mencion mas arriba, se hallan análogos, pero mas pequeños, en la insercion de las hojuelas en el pedículo comun. Estos diversos rodetes son la causa de que se muevan las hojuelas sobre el pedículo comun y este sobre el tallo.

Las células del rodete situadas en la base del pedículo se diferencian de las de la medula por su forma redondeada y no exágonas. El ácido nítrico las vuelve opacas. Aunque separadas unas de otras por intervalos bastante considerables, y sin tocarse por consiguiente, estan dispuestas ó colocadas en series longitudinales. Entre ellas se halla un tejido celular mucho mas delicado, que contiene una multitud de pequeños cuerpos de un color mas oscuro. El ácido azoótico caliente obrá sobre su contenido como sobre el tejido las células medulares del tallo, es decir que lo disuelve. Cuando se toca la sensitiva, ó se la conmueve, las hojuelas se aplican una á otra por partes, lo que hace que se junten á su eje comun, ó al pedículo. Por el contrario, este último se mueve en direccion inversa y se baja hácia el tallo. Durante el reposo las hojuelas y el pedículo vuelven á tomar su situacion natural. Cuando el pedículo se baja, el rodete de su base se encorva de modo que su cara convexa mira hácia arriba y su concavidad hácia abajo.

Cuando Dutrochet quitaba el parénquima cortical ó celular de un rodete sin interesar el hacecillo vascular, no moria la hoja, pero sus hojuelas permanecian varios dias sin abrirse. El pedículo perdía su movilidad. Esta no tiene, pues, su asiento en el hacecillo central, sino en el parénquima celular del rodete. Despues de la estirpacion de la parte inferior del rodete, conservaba el pedículo su posicion inclinada y permanente hácia la tierra, y esta operacion hecha antes de bajarse le quitaba la facultad de apro-

ximarse al tallo. Segun este experimento, varias veces repetido, y siempre con el mismo resultado, pareció que es la capa superior del rodete la que inclina el pedículo hácia abajo, y la inferior la que le obliga á enderezarse, lo que se confirmó con la observacion de las partes separadas del mismo rodete. Las capas estirpadas quedaban rectas mientras no estaban humedecidas; pero al instante que se sumergian en el agua, se encorvaban constantemente, de tal manera que el lado interno se hacia cóncavo. Quedó, pues, probado que el rodete se compone de capas cuya encorvadura del lado interno ejercia una presion sobre el pedículo. Cuando llega á perderse el equilibrio en esta presion, el peciolo y las hojuelas se mueven segun una ú otra direccion. Dutrochet concluyó de estos experimentos, que la incurvacion de las capas del rodete depende de la aproximacion de los alvéolos redondos separados por un tejido celular delicado. Hay pues mucha analogía entre la contractilidad de los vegetales y la de los animales, pero con la diferencia de que en los animales, los elementos que se atraen forman filamentos continuos, mientras que en la sensitiva, estan bien arreglados en línea, pero separados unos de otros por intersticios.

L. C. Treviranus (1) y Mohs (2) admiten los hechos anatómicos descubiertos por Dutrochet, pero parecen deducir otra interpretacion del fenómeno. En efecto los dos dicen que está probado por los experimentos del fisiólogo francés, que la irritabilidad vegetal depende de la expansion del tejido celular parenquimatoso. Sin embargo, esta esplicacion dimana directamente de los experimentos de Dutrochet, que lejos de esta admite una opuesta, la union de los alvéolos redondos situados á distancia los unos de los otros. La cuestion principal es esta: ¿La inclinacion del pedículo depende de una expansion del lado superior del rodete, que ejerce una compresion de alto abajo, ó es preciso atribuirle á que la parte superior del rodete se encorve hácia abajo, lo que deberia igualmente dar lugar á una presion de arriba abajo? Como la rápida expansion del tejido celular ni está probada ni aun es probable, como los alvéolos

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. I, p. 176.

(2) *Flora*, 15.^a entrega, p. 499.

no pueden atraer con bastante prontitud al través de sus paredes los líquidos necesarios para su expansión, y como las porciones estirpadas al rodete no experimentan expansión, sino se conservan en el agua, la explicación de Dutrochet, que atribuye el fenómeno á la atracción, á la contracción, es mas verosímil. No conocemos otro movimiento rápido por expansión que la erección; luego, esta se verifica por el derrame de un líquido en cavidades que hasta entonces estaban vacías; pero un derrame tan repentino se concibe muy bien en los alvéolos cerrados del rodete de la sensitiva, y no puede pensarse tampoco en una expansión rápida y activa en todos sentidos de solas las paredes alveolares. Yo debo, pues, acomodarme á la opinión de Dutrochet, tanto mas cuanto que mantiene la analogía entre la contractilidad animal y la vegetal.

Admitiendo que los fenómenos se verifican por contracción, hay dos modos de explicarlos.

Segun Dutrochet, la elevación del pedículo es la consecuencia de la acción de la mitad inferior del rodete, y su inclinación á la acción de la mitad superior. Segun esto, en el estado ordinario, y en tanto que la sensitiva permanece en reposo no hay mas que la unidad inferior que obra; la superior no manifiesta su irritabilidad sino á consecuencia de un sacudimiento; ó en otros términos, que la unidad inferior del rodete, que comprime sin cesar el pedículo de abajo arriba no es accesible á los estímulos externos y no obra sino bajo la sola influencia de los escitadores generales de la vida, y que cuando los escitantes instantáneos llegan á obrar, no presenta su contractilidad. Esta explicación no se deduce necesariamente de los hechos descubiertos por Dutrochet, y se suscitan los hechos contra ella. Las porciones cortadas del rodete se contraen en el agua, ya se hayan cortado por arriba, por abajo ó en los lados: su contractilidad, pues, debiera ser la misma en todos los puntos del pedículo.

La siguiente explicación que supone un antagonismo de elasticidad y contractilidad, es mucho mas verosímil. Si se admite que todo el rodete oblongo que rodea la base del pedículo se contrae sin cesar de fuera adentro (como lo hacen las partes que se meten en agua), se encuentra en el estado de reposo atraído hácia la inserción del pedículo y enderezado. Pero toda la conmoción debe alterar la vida

de la planta, y por consiguiente la contractilidad del rodete; desde entonces, mientras dura la conmocion, no puede mantenerse recto el pedículo, y se inclina (obedeciendo á su elasticidad) Cuando cesan las consecuencias de la conmocion, obra de nuevo la contractilidad del rodete en totalidad, y el pedículo se endereza en direccion de su insercion.

La aproximacion de las hojuelas deberia considerarse tambien como el estado de reposo de la contractilidad viviente; en efecto, se verifica igualmente durante el sueño de la planta. La expansion de las hojuelas coincidiria tambien con volver á entrar en accion su rodete. Se ve que el fenómeno se explica tambien de este modo.

Los movimientos alternados de las hojuelas del onobri- que oscilante no son un obstáculo para adoptar esta hipótesis. En este caso, en lugar del antagonismo de estas dos fuerzas vivientes, se admite una fuerza viviente sometida á un ritmo, ó una contractibilidad que alterna con los efectos de sola la elasticidad.

Si la última explicacion fuese justa, la contractibilidad de los vegetales se diferenciaria de la de los animales ó de los seres que tienen nervios, en un punto esencial, á saber, que las influencias que la perturban la suprimian por un momento; mientras que, en los animales, estas influencias, obrando sobre los nervios, los determinan á efectuar una descarga de su potencia, y producen un aumento de contraccion, una convulsion. Sin embargo, miro la explicacion de Dutrochet como mas verosímil, porque, segun algunos observadores, el pedículo inclinado por efecto de una conmocion resiste á los esfuerzos que se hacen para enderezarle, de modo que su inclinacion se presenta como resultado de un estado activo.

Las partes inmediatamente irritadas no son solo las que presentan la contractibilidad. La irritacion se propaga de un modo que nos es todavía desconocido, y segun todas las probabilidades, por un cambio que los líquidos de los manojos vasculares experimentan en su curso hácia otras ó hácia todas las partes irritables de la planta. En efecto, esta irritacion, aun cuando no resulta de una conmocion, y se verifique por medio del calor ó de un ácido, se estiende poco á poco desde su origen á las partes inmediatas, y sucesivamente á las mas distantes. Dutrochet ha intentado establecer que su propagacion se efectua no por la medula y las

fibras leñosas, sino por los vasos. La oscuridad prolongada y la temperatura baja hacen á la sensitiva incapaz de manifestar su contractibilidad despues de irritaciones bruscas, aunque continúe al principio ejecutando movimientos que coincidan con su sueño y su vigilia.

Tejido animal capaz de disolverse y resolverse en cola.

Los primeros vestigios de contractilidad viviente se manifiestan en los animales en un tejido tan análogo al celular, tanto por su estructura como por su composición química, que pudiera creerse que hay identidad completa entre ellos, y atribuir á este último no solo la elasticidad, que conserva aun despues de la muerte, sino tambien la contractibilidad orgánica. Daremos el epíteto de tejido contractil al susceptible de volverse cola, denominacion que expresa suficientemente en qué se diferencia de los músculos, los cuales estan formados de fibrina. Como es el tejido celular con quien tiene mas analogía, vamos á echar una ojeada rápida sobre la estructura y propiedades químicas de este.

El tejido celular consiste en manojos entrelazados de diverso modo, compuestos de fibras primitivas paralelas, transparentes y enteramente lisas. Estas fibras son muy delgadas. Krause les asigna por diámetro $\frac{1}{1200}$ á $\frac{1}{3500}$ de línea, y Jordan (1), 0,0007 de línea inglesa. Su conformacion es tan particular, que es muy fácil distinguirlas con el microscopio de todas las demás especies de fibras. Independientemente de sus bordes lisos y de su transparencia, tienen algo de característico en su disposición tortuosa. Cuando no estan tensas, jamás representan filamentos rectos: siempre afectan una forma arqueada ú onduosa. Sin embargo, todas las de un manajo primitivo quedan paralelas en sus flexuosidades. Esta particularidad depende de la grande elasticidad del tejido celular. Si se consigue estender los manojos, vuelven á tomar la forma tortuosa cuando cesa la tensión.

Por el aspecto químico, el tejido celular, despojado de

(1) MULLER's *Archiv*, 1834.

sangre y de linfa por la lavadura, pertenece á la clase de los que se vuelven cola por la ebullicion. Este carácter distingue estas fibras de las de los músculos que entran en la categoria de los cuerpos albuminosos. El tejido celular tiene tambien de comun con el fibroso, con el cartilaginoso y tambien con el tejido elástico (que no da cola cuando se hace hervir con agua), el modo de reaccionar con el cianuro férrico-potásico. En efecto, esta sal no enturbia su dilucion acética, como lo hace con la de los tejidos albuminosos, y por consiguiente del tejido muscular. Las reacciones químicas del tejido celular son importantes de conocer, sobre todo para distinguir el que es contráctil de aquellas fibras musculares que forman filamentos no varicosos, como las de la matriz, del iris y del tubo intestinal. Sin embargo, estas últimas no presentan nunca las arqueaduras ú ondulaciones características de las fibras del tejido celular.

La contractilidad del tejido comparable al celular se conoce hace ya mucho tiempo; pero se ha confundido á menudo, en ciertas partes del cuerpo, con la contraccion muscular, y como es muy fácil no percibir un cambio de diámetro tan poco notable como el que resulta de esta especie de contraccion, algunos fisiólogos han descuidado totalmente el fenómeno y aun le han puesto en duda. El mejor medio para demostrarle es el buscarle en las partes que le manifiestan del modo mas sensible, y en donde es mas fácil aislar los tejidos por medio del microscopio y de los reactivos químicos. La parte que mejor conviene es el dartos, tan conocida por la viva contractilidad que ofrece á la accion del frio, y cuya estructura ha sido estudiada cuidadosamente por Jordan.

En el sitio donde empiezan los pliegues del escroto en la cara esterna de este saco, el tejido celular subcutáneo cambia tambien de aspecto y de estructura. Los alvéolos adiposos, que existen todavía en gran número en el pubis, cesan de repente, y en su lugar se ve aparecer un tejido fibroso rubicundo en los individuos robustos que tienen el escroto muy plegado. Estas fibras son estensibles y elásticas. Se reunen en pequeños manojos, y estos en otros mas gruesos, dirigidos todos de arriba abajo, de suerte que forman ángulos rectos con los pliegues de la piel, á los cuales se adhieren tan íntimamente que cuesta mucho trabajo y precauciones el separarlos. Pero los manojos no estan

perfectamente paralelos unos á otros; se anastomosan entre sí frecuentemente por medio de lengüetas que se envían recíprocamente, de modo que forman numerosas mallas, todas las cuales tienen el diámetro vuelto de arriba abajo y constituyen un tejido retiforme muy denso y consistente. Lo mismo que los pliegues de la piel, este tejido está también más pronunciado en la cara anterior del escroto; en la cara posterior no se ve las mas veces vestigio alguno. Se encuentra en los niños pequeños y los recién nacidos. Hay fibras rubicundas análogas debajo de la piel del pubis; pero no forman más que un tejido irregular y mucho más delgado. Independientemente de las fibras que acabamos de describir, se hallan todavía en este tejido muchos cilindros largos, delgados, amarillentos muy elásticos, y poco ramificados, que van de arriba abajo. Jordan se ha convencido, por medio de inyecciones, de que son arterias que vienen de la pudenta esterna á la parte anterior del escroto, y de las escrotales posteriores á la parte posterior. Entre la piel y el dartos no ha encontrado este anatómico tejido celular de union: los hacecillos fibrosos del dartos están adheridos inmediata y muy íntimamente á la piel, que por consecuencia debe siempre obedecer al movimiento de la membrana interna. Pero, entre la cara interna del dartos y las partes subyacentes (cremáster y túnica vaginal), se halla un tejido celular tan flojo que el testículo puede levantarse con su túnica al través del cremáster, dejando de este modo la parte inferior del escroto enteramente vacía.

Los hacecillos que constituyen el dartos pueden reducirse á fibras elásticas sumamente delgadas. Examinadas con el microscopio compuesto, presentan estas fibras cilindros onduosos del mismo volumen en toda su longitud, cuyo diámetro, según Jordan, varía entre 0,0005 y 0,0009 de línea inglesa, y puede evaluarse, término medio, en 0,0007. El mismo observador ha notado que el diámetro de las fibras primitivas onduosas del tejido celular, era también en otros puntos del cuerpo, de 0,0005 á 0,0009, y las mas veces de 0,0007 de línea inglesa. Las fibras musculares varicosas, tales como se ven en los músculos sometidos á la voluntad y en el corazón, tienen según la medida de Schwann, un diámetro menor, que no es, término medio, mas que de 0,0004 de línea inglesa. El diámetro de las fibras musculares cilíndricas no varicosas del tubo intestinal, de la

matriz y del iris, se diferencia tambien del de las fibras del tejido celular. Es de 0,0007 á 0,0011 y 0,00013, segun Schwann, en las fibras musculares primitivas del intestino grueso, por consiguiente, superior al de las fibras del tejido celular y del dartos. Schwann ha encontrado el diámetro de las fibras del iris del cerdo 0,0002 á 0,0003 de línea inglesa; son pues, mas finas que las del tejido celular y las del dartos. Pero además de esta diferencia de diámetro, las fibras del dartos se parecen perfectamente á las del tejido celular, por su aspecto onduoso y su elasticidad, y no tienen la menor analogía con las fibras musculares cilíndricas.

Como los hacecillos fibrosos del dartos tienen un color gris rubicundo cuando se los considera en masa, mientras que los del tejido celular son de un color gris blanquecino; como tambien los primeros, aunque formando mallas, siguen sin embargo la misma direccion longitudinal, en lugar de que los del tejido celular se cruzan en todos sentidos, preguntase si la analogía microscópica de las fibras del dartos con las del tejido celular basta para autorizar y comprender unas y otras en una sola y misma clase. La solucion de este problema se ha hecho muy difícil, sobre todo por la analogía tan sorprendente que hay miradas con el microscopio entre las fibras del tejido tendinoso y las del tejido celular, á pesar de la gran diferencia que existe bajo el punto de vista de sus propiedades entre las primeras y las del dartos. Lo que aumenta mas todavía la dificultad, es la existencia de una clase entera de músculos cuyas fibras primitivas, en lugar de ser varicosas, como de ordinario, presentan cilindros de un diámetro igual en todas partes, por cuya conformacion estos músculos parecen aproximarse mucho al dartos. Añadamos á esto que los movimientos del dartos, aunque sean ordinariamente provocados por el frio, dependen sin embargo algunas veces tambien de estados internos del sistema nervioso, cuyo resultado es determinar la contraccion del cremáster, al mismo tiempo que arrugar la piel del escroto, que no puede atribuirse á la accion de este músculo, como se consigue demostrar sin dificultad.

Por otro lado, vemos realmente vestigios de contractibilidad del verdadero tejido celular en otras partes, por ejemplo, en el tejido celular subcutáneo comprendido en-

tre las dos láminas del prepucio, que se reduce algunas veces á pliegues sumamente apretados en los hombres muy irritable, cuando se bañan en agua fría. Debe citarse aquí el fenómeno llamado *carne de gallina*: sábese que consiste en pequeñas elevaciones redondeadas, que provienen probablemente de los folículos del órgano cutáneo: se manifiesta siempre que la piel recibe la impresión de una corriente de aire frío, ó cuando una influencia capaz de escitar el calor obra sobre el sistema nervioso. En todo caso la causa de la elevación debe depender de un elemento de la piel diferente del tejido muscular, y todo tiende á creer que este elemento es el tejido celular que rodea los folículos cutáneos. Por último el fenómeno de la turgencia de los pezones pertenece también á la misma categoría, porque no se puede colocar entre los de erección, como se acostumbra, sin examinarlos; varios motivos perentorios se oponen á ello. Efectivamente, 1.º en el pezon no se halla el tejido esponjoso de los cuerpos cavernosos del pene, esas venas anatómicas que pueden llenarse de sangre, ni las arterias helicinas que caracterizan al verdadero tejido erectil, y sobresalen en los senos venosos de los cuerpos cavernosos; 2.º la erección del pezon no se efectúa solo en la mujer á consecuencia de tocamientos voluptuosos: se observa también en el hombre, sin haber la menor conexión entre este fenómeno y el apetito venéreo; 3.º en el hombre, se endereza el pezon casi instantáneamente, cuando uno se le tienta brusca y rudamente, menos cuando se le rocía con agua fría y mas cuando se sumerge uno de repente en un baño frío; 4.º esta elevación no va acompañada de plenitud en el pezon, porque se verifica en el espacio de algunos segundos, se adelgaza el órgano y pierde de ancho lo que adquiere de largo. Todas estas particularidades hacen análogo este fenómeno á la elevación de los folículos cutáneos en la carne de gallina, y de la retracción del prepucio en el agua fría. Es, pues, por una contracción del tejido celular subcutáneo que rodea el pezon como mejor se explica. Lo que hay de notable, es que el tejido celular contractil se halla con preferencia en las regiones donde la piel tiene un color oscuro, como en el pene, el escrotó, ó el pezon. Si se añade que toda la piel del hombre tiene un grado débil de contractilidad, independiente de todo músculo cutáneo, y que el efecto no puede atribuirse con razón á fibras musculares es-

parcidas, se hace muy verosímil que todos los fenómenos en cuestion tengan por causa comun un tejido contractil que no se diferencia del celular ordinario por la estructura de sus fibras primitivas. La analogía de este tejido contractil con el tejido muscular propiamente dicho y su separacion del tejido muscular de fibras cilíndricas no varicosas se hacen mas sensibles todavía cuando se considera la analogía de composicion química entre el tejido del dartos y el tejido celular, y la diferencia que hay bajo este punto de vista entre el primero de estos tejidos y el de los músculos.

Jordan ha hallado que bastan tres horas de coccion para reducir una parte del dartos á cola, y que su disolucion acética, lo mismo que la del celular, la de todos los tejidos que dan cola y la del tejido elástico, no se enturbia ni precipita por el cianuro férrico-potásico. Ha hecho experimentos acerca de la contractilidad del dartos. El frio es de los estímulos que le determinan ordinariamente á contraerse; el calor le relaja; el galvanismo no obra sobre el, y esta circunstancia tiene tanto mas interés cuanto que suministra un carácter propio para distinguir la contractilidad del tejido celular de la de los músculos. El dartos no toma parte alguna en la retraccion de los testículos hácia los anillos inguinales, que es el hecho del cremáster. En los animales que no tienen escroto plegado, como el perro y el conejo, no hay tampoco dartos, sino solo tejido celular ordinario; esta membrana está por el contrario, muy desarrollada en el carnero, cuya piel se arruga con mucha fuerza aunque de un modo irregular; esta retraccion se verifica tambien rociándola con agua fria, y al mismo tiempo los testículos suben por la contraccion del cremáster: cuando se deja de rociar, se despliega el escroto por efecto del calor, pero el testículo vuelve á bajar al instante, y casi con la misma rapidez que sube. Una pila galvánica de 65 pares de láminas no obra en la superficie interna del escroto, al paso que hace instantáneamente elevar los testículos por la accion del cremáster.

Tejido elástico y contractil de las arterias.

Los experimentos galvánicos y las propiedades de la túnica elástica de las arterias, prueban como ya hemos dicho

mas arriba, que esta túnica no goza de la contractilidad muscular. Sus fibras amarillas pertenecen á la misma categoría que los demás ligamentos y membranas elásticas amarillas, como el ligamento cervical de los mamíferos, los ligamentos intervertebrales, los ligamentos amarillos de la laringe, las fibras amarillas de la parte membranosa de la tráquea y de los bronquios, el ligamento elástico del ala de las aves, los ligamentos elásticos de las falanges inguinales de los mamíferos del género *Felis*, el ligamento elástico que he descubierto en la porcion retractil y protractil del pene del avestruz de América, y el ligamento que sirve para cerrar la concha de los moluscos bivalvos. La elasticidad de la túnica media de las arterias hace volver á la arteria despues del impulso de la sangre á su calibre natural hasta el próximo movimiento del corazon, se conserva perfectamente en el alcohol por mucho tiempo; de lo cual me he convencido en un pedazo de aorta de una ballena jóven que habia permanecido largos años en este liquido, que despues de cortada en cintas delgadas, presentaba por efecto de la traccion, una elasticidad igual á la de la goma elástica. Pero á todo tejido elástico le sucede lo mismo, y yo me he convencido de ello en todos los ligamentos citados anteriormente, despues de haberlos tenido en el alcohol largo tiempo. En suma, la túnica fibrosa de las arterias es contractil por sus cualidades físicas, y no por sus propiedades vitales; vuelve á contraerse despues de haberse alargado ó estirado, luego que deja de obrar la causa de la distension. Parry y Tiedemann admiten en las arterias, además de su elasticidad, una tonicidad vital, que á la verdad, no contribuye esencialmente á los fenómenos del movimiento rítmico de la sangre, pero que se hace sensible, en las arterias desnudas, por una contraccion lenta y progresiva, que hace que en el momento de la muerte, antes de la cesacion completa del movimiento circulatorio, se estrechen los vasos un poco mas que lo que pueden hacerlo por su sola elasticidad despues de la estincion total de la vida.

Se sabe hace mucho tiempo que el agua fria es conveniente para atajar las hemorragias causadas por la seccion de las arterias. Schwann ha llegado á esplicar este importante fenómeno por un buen experimento. Cuando se echa agua fria sobre las arteriolas de una parte trasparen-

te en donde estos vasos no tienen quien los sostenga, porque no tienen á su rededor ningun tejido denso, se ve desenvolverse la contractilidad orgánica lenta puesta en accion por la influencia del frio. El mesenterio del *Bufo igneus* es mas conveniente para este experimento que el de la rana, porque se manifiesta con mas facilidad. Despues de haberle estendido debajo del microscopio, Schwann le echó algunas gotas de agua cuya temperatura tenia algunos grados menos que la del ambiente (en verano); á poco tiempo despues principiaron los vasos á contraerse sobre sí, y en diez ó quince minutos se estrecharon hasta tal punto que la luz de una arteriola, que tenia primeramente 0,0724 de línea inglesa, se redujo á 0,0276, es decir se hizo dos ó tres veces menor, y la arteria misma pareció de cuatro á nueve veces mas pequeña. El vaso se dilató despues, y al cabo de media hora, tenia casi sus dimensiones normales. Si entonces se le rociaba de nuevo con agua, se volvía á retraer. El experimento podia repetirse así varias veces seguidas. En cuanto á las venas no cambiaban de calibre. Las observaciones de Schwann se han repetido tan á menudo, que no hay la menor duda acerca del hecho. Yo mismo me he convencido de su exactitud. Como las arterias de grueso calibre no son tan á propósito como las otras para esta especie de experimentos, es conveniente medir el diámetro del vaso sobre que se opera. En el experimento de Schwann tenia 0,0724 de línea de diámetro. Las arterias de un décimo de línea de diámetro tienen, pues, este grado extraordinario de contractilidad lenta bajo la influencia del frio. El autor últimamente citado lo ha observado tambien, pero en débil grado, en las de un calibre un poco mayor. Con una lente de mucho aumento se descubren todavía fibras trasversales muy delgaditas en las mas pequeñas arterias del mesenterio de las ranas, aun en los vasos capilares, lo que establece que estos vasos tienen realmente paredes. Como las fibras de que se trata tienen la misma disposicion que las trasversales elásticas de todas las arterias, se duda si son ellas las que producen la contraccion de las arteriolas por la accion del agua fria, si el tejido elástico de las arterias posee, además de la elasticidad de que una larga inmersion en el alcohol no llega á privarle, una tonicidad particular de que no goza sino durante la vida y que se disipa con la muerte, ó si la contraccion insensible de las ar-

teriolas impresionadas por el frío depende de elementos desconocidos todavía que entran en su composición. Me repugna atribuir esta tonicidad á la túnica celulosa, porque las venas no presentan ningun vestigio de ella. Por lo demás, se diferencia de la contractilidad muscular en que, no solo no determina jamás contracciones repentinas, sino que tampoco se pone en juego sensiblemente por la electricidad, y se manifiesta sobre todo por la influencia del frío, como la contracción del tejido contractil reducible á cola.

TEJIDO MUSCULAR.

Propiedades químicas de los músculos.

Por el aspecto químico, pertenecen á los músculos la clase de las sustancias animales que no suministran cola por la ebullicion, haciendo siempre abstraccion de la que puede dar el tejido celular interpuesto entre los manojos fibrosos, y cuya disolucion acética se precipita por el cianuro-férrico-potásico. Es el modo de reaccionar de todos los cuerpos albuminosos, como la clara de huevo, la caseína, la fibrina, el tejido fibroso de los cuerpos cavernosos del caballo y del tejido fibroso de los músculos. Por estos caracteres se distinguen sin dificultad de los que ya hemos examinado en el artículo precedente. Pero es difícil y no pocas veces imposible, el conocer segun las reacciones químicas, si un cuerpo albuminoso es sustancia muscular, albúmina propiamente tal &c. A la verdad, la albúmina líquida está caracterizada por su solubilidad en el agua fría y templada, por su coagulabilidad bajo la influencia de 70 á 75° C., del alcohol, de los ácidos minerales, de las sales metálicas, la fibrina líquida por la coagulacion espontánea que experimenta fuera del cuerpo vivo, y la caseína líquida por su solubilidad, aun al calor de la ebullicion; pero la albúmina coagulada y la fibrina también coagulada de la sangre y de los músculos no se diferencian una de otra, bajo el punto de vista químico, sino en que la segunda descompone el agua oxigenada, lo que no sucede con la primera. La química no nos presenta además ningun medio de distinguir la fibrina de la sangre y de los músculos.

El único medio que poseemos para distinguir unos de otros los tejidos fibrosos de naturaleza albuminosa, con-

siste en observar las propiedades de que gozan durante la vida.

Así, por ejemplo, el tejido fibroso de los cuerpos cavernosos del pene del caballo se diferencia de los músculos, porque no tiene, como estos, la facultad de contraerse bajo la influencia de los estimulantes.

Si todas las fibras musculares fuesen moniliformes ó varicosas, si no las hubiese perfectamente cilíndricas, sería fácil establecer la distinción con el auxilio del microscopio; pero la existencia de las fibras musculares cilíndricas la hace imposible.

Aun la contractilidad misma no basta siempre para distinguir las fibras musculares, puesto que se la observa en el tejido contractil, susceptible de convertirse en cola y en el tejido arterial. Hay, pues, necesidad de hacer concurrir juntamente este carácter y las reacciones químicas.

El color rubicundo de los músculos se ha atribuido á la materia colorante de la sangre; en efecto, se aviva al aire, como la de esta última. Sin embargo, Schwann ha visto los músculos de la carpa, que naturalmente son pálidos, subir de color despues de algun tiempo de maceracion fria durante el invierno.

Estructura de los músculos.

Los elementos de los músculos son fibras moniliformes, ó cilíndricas, lisas, paralelas unas á otras, y reunidas en manojos, segun Krause, por un líquido viscoso y trasparente. Los manojos ó haces primitivos contienen de quinientas á ochocientas fibras; Krause les da un diámetro de $\frac{1}{32}$ á $\frac{1}{260}$ de línea. Segun Schwann, tienen de 0,0210 á 0,0250 de línea inglesa, en la faringe del hombre. Estos manojos estan envueltos y unidos por vainas de tejido celular. Por su union forman otros secundarios &c. Es raro hallarlos ya contenidos en vainas fibrosas sólidas, lo que sin embargo sucede en la lamprea. No solo los músculos laterales de este animal estan divididos en segmentos, como en los peces en general, por un gran número de ligamentos intermusculares oblicuos, sino que tambien se observan entre estos segmentos tabiques pequeños muy sólidos, y apretados unos contra otros, en el intervalo de los

cuales se hallan colocados los manojos complanados de la carne muscular, que es muy blanda.

Las opiniones de los fisiólogos no están conformes por lo que toca á la forma de las fibras elementales. Los unos, como Schultze, las creen simples y homogéneas; otros como Baner, Home, Milne Edwards, Prevost y Krause, las suponen compuestas de glóbulos; también hay quien las supone nudosas.

Por contradictorias que sean la primera y la tercera opinión, no son menos exactas las dos, según los músculos que se examinen, puesto que estos órganos se refieren efectivamente á las dos fibras principales.

Músculos de fibras primitivas varicosas y hacesillos primitivos con estrias trasversales.

Esta categoría, de la cual se han ocupado mucho más que de la otra, comprende los músculos sometidos, y los que no lo están á la voluntad, notables generalmente por un color rojo. Contienen todos aquellos cuyos movimientos arreglan la voluntad, á escepcion de la vejiga urinaria y entre los que la voluntad no tiene imperio, los del corazón. Sin embargo, todos los músculos rubicundos no se pueden poner en esta clase, porque la carne muscular roja de la moleja de las aves pertenece á la segunda clase, como la capa muscular de todo el tubo digestivo. Los músculos de esta primera clase no son rubicundos tampoco en todos los casos. En general, los de los peces tienen un color pálido; no hay más que los del opérculo que sean algunas veces rubicundos, como también en las carpas, una capa delgada situada por debajo de la línea lateral.

Por otra parte los músculos rubicundos y los de los peces no se diferencian en nada unos de otros por su testura íntima; se presentan exactamente del mismo modo al microscopio (1).

(1) Mandl (*Anat. micr.*, 1.^a entrega, p. 11) sostiene que las estrias trasversales paralelas pertenecen á los músculos que se hallan continuamente en contacto con los fluidos alcalinos del organismo y que aquellos que durante la vida están espuestos á la acción continua de los líquidos ácidos, no presentan nada se-

Todos los músculos de esta clase se distinguen por movimientos que no solo tienen mas energía sino que tambien son mas rápidos y suceden instantáneamente á la irritacion. Los manojos primitivos presentan al microscopio estrias trasversales, apretadas unas contra otras, paralelas, casi siempre rectas, y rara vez un poco curvas. Estas estrias son mucho mas difíciles de percibir en el corazon: sin embargo, existen tambien, segun la observacion de R. Wagner. Es raro que los manojos primitivos sean onduosos en el borde.

Las fibras primitivas de estos músculos presentan engrosamientos regulares, que les dan el aspecto de rosarios, y cuyo color es un poco mas oscuro que el de las estrangulaciones muy estrechas por las que estan separados unos de otros. Sin embargo, no será exacto decir que consisten en una simple agregacion de glóbulos sin sustancia intermedia, y la hipótesis que los representa como formados por los núcleos de los glóbulos de la sangre, puestos en fila unos de otros, no se puede sostener, puesto que segun las observaciones de R. Wagner y las mias, se diferencian de estos núcleos por el volúmen en un gran número de animales. Pre-

vost y Dumas evalúan su diámetro en $\frac{1}{8100} = 0,00012$ de

pulgada; yo las he hallado de $\frac{1}{800}$ á $\frac{1}{1000}$ de línea en todos los animales vertebrados é insectos, en el cangrejo marino y en el corazon del caracol de las viñas. Krause las ha encontrado de $\frac{1}{800}$ á $\frac{1}{1060}$ de línea. Los glóbulos de la

sangre del conejo son cinco ó seis veces mas gruesos que las fibras primitivas de los músculos de este animal.

Schwann, que se ha ocupado durante un invierno entero en investigaciones microscópicas acerca de los músculos, me ha participado los resultados para consignarlos aquí.

mejante, no estan compuestos sino de fibras elementales. Las líneas trasversales se borran por una fuerte compresion; desaparecen tambien por la inmersion en los ácidos. Este autor las atribuía á la presencia de un filamento de tejido celular torcido en espiral al rededor del manajo elemental.

(N. del T. F.)

La latitud de los manojos de primer orden es de 0,0216 á 0,0250 de línea inglesa. Para aislar las fibras primitivas, es preciso hacer macerar los músculos durante ocho dias ó tres semanas en agua cuya temperatura no pase de ocho grados de Reaumur. A un calor mas elevado, todo se trasforma en una papilla en que no se reconoce nada. Pero aun á la de uno á ocho grados, los músculos de todos los animales no se conducen del mismo modo. Unas veces las estriás trasversales desaparecen antes que las primitivas se aisen; y otras un músculo se divide longitudinalmente antes que separase en fibras primitivas, aunque queden arrugas trasversales perceptibles. Los músculos del conejo son los que mejor convienen. Las fibras primitivas son filamentos moniliformes. Examinando estos filamentos con el microscopio, se ven puntos oscuros de 0,0006 á 0,0008 de línea inglesa de ancho colocados regularmente unos detrás de otros, y unidos por porciones de color claro y un poco mas delgadas. La distancia entre estos puntos no es la misma en todas partes. Puede medirse con mucha precision tomando la longitud de un pedazo que contenga cierto número de puntos. Y así, cinco puntos tomados juntos en la faringe del hombre tenian una estension de 0,0060 de línea, lo que por consiguiente da 0,9012 de línea para cada uno de ellos, con la pequeña porcion clara que le corresponde. De esta cantidad pertenece casi 0,0008 á la porcion clara, y 0,0004 á la oscura. Las observaciones siguientes demuestran que las estriás trasversales de los manojos circulares provienen de la aplicacion de unos contra otros de los puntos oscuros de las fibras primitivas: 1.º Su distancia se halla perfectamente conforme con la de estos puntos. Schwann ha hallado en el conejo que cinco estriás trasversales de un manajo muscular comprendian una estension de 0,0045; luego, la de cinco puntos oscuros, medidos sobre una fibra primitiva que nace del mismo manajo, era de 0,0046. 2.º Sucede algunas veces que en la estremidad de un manajo muscular macerado, las fibras primitivas se separan en sentido de su estension, sin desprenderse unas de otras en el sentido de su longitud; entonces se ve, en sus porciones manifiestan estriás trasversales que estau tan distantes como el resto del manajo, pero que estan formadas por puntos oscuros fáciles de distinguir unos de otros y desprovistos de toda coherencia. 3.º Por último, se nota algunas veces

tambien separacion de las fibras primitivas en sentido de su longitud; entonces parece el músculo á primera vista, no estriado al través sino punteado; sin embargo, mirando con cuidado, y siguiendo los puntos oscuros en la direccion de las fibras, se ve que se siguen de un modo regular, pero la serie está irregularmente interrumpida en sentido de su latitud. Así, como la apariencia de las estriás trasversales en los músculos es producida por los puntos oscuros de las fibras primitivas, basta medir la distancia de estas estriás para conocer la de los puntos. En un manajo muscular de primer orden las estriás trasversales son siempre paralelas y por consiguiente tambien los puntos oscuros de las fibras primitivas se hallan á iguales distancias. Por el contrario las estriás trasversales de dos manajos de primer orden, colocados uno al lado del otro, pueden aproximarse en uno y separarse, ó alejarse en el otro. Esta disposicion en ningun punto es mas sorprendente que en la faringe del hombre. La distancia de cinco estriás era de 0,0065 á 0,0068 en un punto, y de 0,0053 á 0,0056 en otro; en un tercero, las estriás estaban todavía mas próximas, de manera que no podian contarse. En otro cadáver encontró Schwann en la faringe la distancia de cinco estriás = 0,0034 en un manajo, y 0,0080 en otro situado al lado. En el conejo, la distancia ordinaria en los músculos sometidos á la voluntad es de 0,0047 á 0,0046.

La distribucion de las fibras musculares varicosas, cuyos manajos tienen estriás trasversales, es muy notable en el hombre y en ningun punto hay transicion. Se encuentra en todos los músculos no dependientes del sistema cerebro-raquídeo; entre los músculos no dependientes de la voluntad, no hay mas que el corazon que presente todavía las estriás trasversales y no son muy distintas. No se encuentran de estas en el tubo intestinal, ni tampoco en la matriz y vejiga urinaria. Los músculos de la faringe pertenecen á la primera clase; sus manajos tienen estriás trasversales bien distintas, y sus fibras primitivas las tienen nudosas. Por el contrario, las fibras musculares del esófago no tienen nudosidades ni estriás trasversales. El limite está bien marcado, pero no se halla, como pudiera creerse, en el principio del esófago: Schwann ha conocido que corresponde á la estremidad del primer cuarto. La parte superior del conducto está provista aun de una capa de fibras musculares

de la primera clase, con estrías trasversales y nudosidades perfectamente aparentes. Deben considerarse estas fibras como la continuacion de la faringe, pues tienen la misma estructura. En la cara posterior del vértice del esófago, forman manojos delgados, que bajan por un lado y vuelven á subir en arco por el otro. Lo mismo sucede en el recto; el sistema de la primera clase y el de la segunda estan separados uno de otro por un limite claro en el esfínter del ano, y lo mismo se verifica en el cuello de la vejiga. La parte membranosa de la uretra está tapizada de manojos musculares sonrosados y delgados, que, segun mis observaciones, presentan estrías trasversales, y pertenecen á la primera clase, mientras que las fibras musculares pálidas de la vejiga y su cuello no presentan ningun vestigio de estas.

Uno de los órganos contractiles mas notables en todo el reino animal, es el órgano palatino de las carpas y otros ciprinos, que sin embargo no es muy general en la familia de los ciprinoides, porque no le he hallado en el *Cyprinus aspius*. La porcion contractil de este órgano es la que guarnece esta superficie, y debajo hay tejido celular. El órgano recibe gran número de filetes nerviosos que le suministran las ramas del par vago. E. H. Weber ha encontrado su modo especial de contraccion. Cuando se pone el dedo encima se siente desenvolverse en el mismo sitio una elevacion cónica, que persiste mas de un minuto. Si se le frota á lo largo con un cuerpo puntiagudo, se produce una cresta. Si se le hacen describir líneas paralelas á este se presentan elevaciones paralelas. Apoyando estensamente el dedo, la elevacion que se presenta es tambien ancha. Distendiendo el órgano, he producido una elevacion y una convulsion en sentido de la distension. El ácido nítrico, el sulfúrico y el alcohol no me han dado ningun resultado; pero el ácido sulfúrico ha producido el efecto que se buscaba en los experimentos de Weber. La descarga de una pila de cuarenta pares de láminas ha ocasionado convulsiones de las mas fuertes en el órgano, siempre segun la dirección de la corriente. Este órgano contractil pertenece tambien á la primera clase de órganos musculares. Cuando se examina en la superficie, no se perciben ni fibras ni manojos; pero si se levanta la membrana mucosa bucal, arrancando el órgano se ve que se descarga mas fácilmente en un sentido que en otro, y se descubren manojos carnosos rubicundos entre-

lazados, donde se descubren con el microscopio estrías transversales y fibras primitivas varicosas. Los manojos tienen todos casi el mismo grosor que los primitivos de los músculos del hombre. La mayor parte de ellos marchan de adelante atrás; pero están cortados en diversos sentidos por manojos oblicuos. Entre los manojos, se encuentran gran número de gotas de aceite. Esta disposición anatómica explica perfectamente el modo especial de acción del órgano.

Las fibras musculares nudosas con estrías transversales de los manojos primitivos no pertenecen exclusivamente á los vertebrados. Se encuentran, por ejemplo, en los insectos, en todos los músculos sometidos á la voluntad. Cada manajo primitivo tiene una vaina muy delgada, que se consigue á menudo distinguir bajo la forma de un borde trasparente.

R. Wagner ha buscado los manojos musculares estriados en un gran número de animales de las clases inferiores (1), y los ha encontrado en los insectos crustáceos, cirrípedos y arácnidos.

Músculos con fibras primitivas no nudosas, con manojos primitivos sin estrías transversales.

Estas fibras musculares se hallan en todo el tubo intestinal de los animales superiores, desde el esófago propiamente dicho hasta el ano. Esta particularidad es tanto más chocante cuanto que los músculos voluntarios de la faringe pertenecen á la primera clase. Según las observaciones de Schwann, la anchura de las fibras primitivas era de 0,0007 á 0,0011 ó 0,0013 de línea inglesa, en el intestino grueso del hombre. R. Wagner no ha hallado estrías transversales en los manojos de la molleja de las aves, aunque esta carne muscular es encarnada, y yo no he sido más feliz que él. No las hay tampoco, según Schwann, en las fibras de la matriz humana, de la matriz llena del producto de la concepción en la coneja, ni de la vejiga urinaria. Este autor no ha podido aislar ninguna fibra del iris del hombre ni del conejo: sin embargo, esta membrana le ha presentado,

(1) MULLER'S *Archiv*, 1835, p. 318.

como tambien á Lauth (1) una estructura evidentemente fibrosa; las fibras eran concéntricas en la inmediacion del borde pupilar, y radientes en la periférica. Las fibras circulares del iris del buey se componen, segun Lauth, de fibras musculares primitivas reunidas en manojos entrelazados unos con otros. Este anatómico no ha distinguido mas que fibras longitudinales, y no ha percibido las trasversales. Schwann ha conseguido aislar las fibras del iris del cerdo, sin recurrir á la maceracion, separándolas unas de otras; son muy finas, de 0,003 á 0,0003 de línea inglesa de ancho, perfectamente cilíndricas, y no moniliformes. Entre los animales invertebrados, todos los moluscos que R. Wagner ha examinado (cefalópodos, gasterópodos, bivalvos, ascidios), y los equinodermos, le han presentado fibras sin estrias trasversales (2).

Propiedades vitales de los músculos.

Las propiedades vitales que se hallan en los músculos son, independientemente de las que pertenecen á todas partes animales, la sensibilidad y la contractilidad. La primera no es propia de los mismos músculos sino solo de las fibras nerviosas sensitivas que se esparcen por ellos; la segunda es la energía esencial del músculo, la que se manifiesta despues de una irritacion cualquiera, mientras que otros órganos, cuando llegan á recibir la misma irritacion, desenvuelven otras energías, por ejemplo, las sensaciones, las secreciones &c.

La sensibilidad de los músculos para las impresiones exteriores es bastante débil, como se ve cuando llegan á ser atacados por heridas hechas con instrumentos punzantes ó cortantes. Un alfiler que haya atravesado la piel puede introducirse profundamente en un músculo sin causar dolor; el corazon mismo, puesto al descubierto, no presenta sino un grado débil de sensibilidad. Sin embargo, los músculos tienen un grado de sensibilidad muy esquisito en sus esta-

(1) *L'Institut*, n.º 57, 70, 73.

(2) Ya he dado á conocer las observaciones de Valentin acerca del desarrollo de los músculos. Para las propiedades físicas de estos órganos, consult. á HALLER, *Elem. phys.*, lib. XI, s. 2, § 2.

dos propios, ó mas bien sus nervios conducen perfectamente los estados en que los pone la contraccion; porque por este medio no solo sentimos el cansancio y el espasmo de nuestros músculos, sino tambien la contraccion de estos órganos, en nuestros movimientos para el tacto nos proporciona una sensacion muy clara de la disposicion de los cuerpos en el espacio, calculando y comparando tambien su pesadez y la resistencia segun la fuerza de contraccion que tenemos que emplear. El sentimiento de los músculos, no puede depender de las mismas fibras nerviosas sino de las que determinan su movimiento.

Cuando se cortan las raices posteriores de los nervios de una de las patas traseras de una rana, sin tocar á las anteriores, pierde el animal toda la sensibilidad, no solo en la piel, sino tambien en los músculos de la pata, mientras que conserva íntegramente el poder de hacer ejecutar movimientos voluntarios á estos músculos. Pueden quitársele porciones enteras de la pata, sin que esta lesion la haga moverse. Si se cortan á una rana las raices posteriores del lado derecho y las anteriores del izquierdo, la pierna derecha pierde el sentimiento y conserva el movimiento, mientras que la izquierda conserva el sentimiento y pierde el movimiento: el animal siente en la pata izquierda dolores que le hacen saltar, lo que no puede hacer sino con la pata derecha, arrastrando la otra.

Los músculos se mueven cuando ellos ó sus nervios motores llegan á ser escitados de un modo cualquiera. Todos los irritantes producen el mismo efecto, sean mecánicos ó químicos, frio, calor ó electricidad. Pero todos determinan á los músculos á ejecutar movimientos cuando obran sobre sus nervios. Los ácidos producen con mas facilidad este resultado cuando se ponen en contacto con el músculo que cuando se hacen obrar sobre los nervios: sin embargo, aun se observa con frecuencia en este último caso, como lo han probado Bischoff y Windischmann. La propiedad que tienen los músculos de contraerse bajo la influencia de todos los irritantes ha sido estudiada de un modo especial por Haller, el cual le ha dado el nombre de irritabilidad, por oposicion á la irritabilidad específica de los nervios á la cual llaman sensibilidad. A pesar de todo, tantas hipótesis y errores se han acogido á la palabra irritabilidad, tomada en este sentido, que mas vale de-

jarla figurar en la historia de la medicina que en la misma fisiología.

La contractilidad que los músculos desenvuelven cuando ellos ó sus nervios son irritados se manifiesta todavía algun tiempo despues de la muerte. Persiste tanto mas en las partes musculares cuanto menos complicada es la estructura del animal.

A medida que la organizacion se complica, las partes se hacen mas dependientes unas de otras, y necesariamente la duracion de los fenómenos vitales disminuye, segun la misma proporcion, en las partes despues de la muerte del todo. Entre los animales vertebrados, los de sangre blanca se distinguen bajo este aspecto de los de sangre roja. El corazon conserva su irritabilidad durante algunas horas en los peces y los reptiles; la de los demás músculos persiste lo mismo en las ranas, sobre todo cuando la estacion es fria, y los músculos de una tortuga mutilada no han perdido la suya al cabo de una semana. En los animales superiores, la irritabilidad de los músculos no se sostiene en general mas que una hora ó dos: sin embargo hay ciertos casos en que no se ha estinguido al cabo de muchas horas, por ejemplo en el músculo cutáneo del erizo. Nysten (1) en sus experimentos en los cadáveres humanos, que eran robustos antes de decapitarlos, ha encontrado que los músculos perdian su aptitud para contraerse en el órden siguiente: el ventrículo aórtico del corazon era el primero que dejaba de ser irritable, el tubo intestinal al cabo de 45 á 55 minutos, la vejiga casi al mismo tiempo, el ventrículo derecho al cabo de una hora, el esófago á la hora y media, el iris á las dos horas menos cuarto, los músculos de la vida animal todavia mas tarde, despues las aurículas del corazon, y por último la del lado derecho, que se presenta todavia sensible al galvanismo al cabo de diez y seis horas y media. En las aves, la contractilidad de los músculos se apaga con mas rapidez que en los mamíferos; no dura mas que de 30 á 40 minutos hasta una hora. En las ranas persiste despues de la muerte varias horas en el corazon, diez y siete á diez y ocho en los músculos de la vida animal: de 14 á 20 horas des-

(1) *Recl. de physiol. et de chim. pathol.* Paris, 1811, página 321.

pues de la muerte se notan todavía vestigios en las aurículas y venas cavas; en general persiste mas tiempo en los animales jóvenes. El autor últimamente citado ha visto en los gatos recién nacidos contraerse los músculos todavía al cabo de 3 horas y 45 minutos cuando se los irritaba, y que la accion de los irritantés determinaba el mismo fenómeno en la aurícula derecha despues de seis horas y media. Puede deducirse en general de estas observaciones que, cuanto mas influye en un animal la respiracion y mas imperiosa es la necesidad que tiene de respirar, menos persiste la irritabilidad en sus músculos despues de muerto (1).

Ciertas sustancias disminuyen la irritabilidad de los músculos por la accion que ejercen sobre ellos. Los músculos de los animales que han muerto en el gas ácido carbónico, hidrógeno, óxido de carbono, y en el vapor de azufre, no se contraen sino poco ó nada bajo la influencia de los irritantes; los de los animales muertos en el aire atmosférico y en

(1) Wilgenroth (*Pericula nonnulla in animalibus violenter necatis facta*. Berlin, 1833) indica del modo siguiente la duracion en minutos de la irritabilidad de las fibras musculares simples y estriadas al través, en los mamíferos (perros, gatos, conejos) decapitados: ventrículo izquierdo del corazon, 16; intestino grueso, 25; músculos del cuello cortados por el instrumento cortante del lado de la cabeza, 26; aurícula izquierda, 30; intestino delgado, de 35 á 40; músculos que dependen del nervio facial, 40; ventrículo derecho, 40; esófago, 44; músculos del cuello, cortados por el instrumento, del lado del tronco, 45 á 50; tronco, de 60 á 70; músculos de las patas de atrás, 70; músculos de las patas delanteras, de 80 á 90. La vejiga dió resultados muy variados; unas veces permaneció insensible al galvanismo, mientras que se contraía débilmente, en un gato 34, y en un perro 49 minutos despues de la muerte. Habiéndose ensayado comparativamente la accion del aire atmosférico, de un irritante mecánico y del galvanismo, se halló que despues de la muerte, el intestino grueso permanecia impresionable al primero durante 15 minutos, al segundo, 20, al tercero, 25, y el intestino delgado al primero, durante 25 minutos, al segundo, 30, al tercero, de 35 á 40, de donde se deduce que los músculos permanecen por mas tiempo accesibles á la accion del galvanismo que á la de los irritantes mecánicos y á esta mas que á la del aire atmosférico. (*N. del T. F.*)

el gas oxígeno permanecen contractiles por mas tiempo (1). El agua pura disminuye notablemente la irritabilidad de los músculos, cuando permanece por largo tiempo en contacto con ellos. Esta observacion, hecha primero por Nasse, ha sido comprobada despues por Stannius. Los muslos de rana preparados que hayan permanecido algun tiempo en agua, no son buenos para hacer esperimentos delicados acerca de la irritabilidad de los nervios y de los músculos (2). Las sustancias narcóticas, aplicadas localmente sobre los músculos aniquilan su irritabilidad; si se ponen en relacion con los nervios de los músculos, los hacen inhábiles para provocar la contraccion muscular desde el punto de su aplicacion, mientras que el nervio conserva su poder en toda la estension comprendida entre el punto narcotizado y el músculo. Cuando los narcóticos matan introduciéndose en el torrente circulatorio, no disminuyen tanto la irritabilidad como lo hace su aplicacion local estando concentrados. Despues de haber matado las ranas narcotizándolas, se pueden todavía por horas enteras determinar contracciones en sus músculos irritando estos mismos órganos ó los nervios que se distribuyen por ellos. Las sustancias que ejercen una accion química descomponente, como los álcalis cáusticos, los ácidos concentrados, el cloro &c, hieren instantáneamente de muerte á la irritabilidad muscular en el punto que tocan. No se conocen sustancias que exalten esta propiedad de los músculos. A la verdad el cloro y los carbonatos alcalinos en los que se empapaban los nervios han hecho en los esperimentos de Humboldt mas aptas las preparaciones para sentir la irritacion eléctrica; pero Plaff ha hecho ver que este resultado dependia de la accion galvánica en la cadena cerrada, y no de una exaltacion real de la irritabilidad animal.

La contractilidad de los músculos está sometida á las leyes generales de la irritabilidad animal. Cuando estos órganos se ponen en accion por estímulos internos raras veces disminuye su fuerza; por otro lado, á cada esfuerzo que

(1) NYSTEN, *loc. cit.*, p. 328.—TIEDEMANN, *Traité de physiologie de l'homme*, trad. por A.-J.-L. Jourdan, Paris, 1831, t. II, p. 597.

(2) HÆCKER'S *Annalen*, 1832, diciembre.

hacen disminuir momentáneamente la aptitud para repetirlo y se verifica el cansancio. Escitacion y reposo son igualmente necesarios á la conservacion y aumento de la fuerza muscular. La escitacion parece determinar á la naturaleza á inclinar con preferencia hácia los músculos los cambios materiales indispensables para la nutricion y la formacion de su tejido. Sin embargo, el cansancio, á consecuencia de cada esfuerzo no es menos necesario, porque la accion y la irritacion de los músculos imprimen cambios materiales de sus tejidos. Pueden observarse tambien estos hechos hasta cierto punto en los músculos de una rana muerta. La aplicacion moderada y periódica de la electricidad, fortifica las contracciones de estos músculos, cuando eran débiles en un principio; pero las agota tambien rápidamente cuando se repite muy á menudo; y si escitaciones reiteradas disminuyen las contracciones, el reposo restablece á menudo hasta cierto grado la aptitud para producir otras nuevas.

La contraccion de los músculos, durante la cual son mas consistentes y mas duros, es solo su estado activo; cuando se hallan prolongados, estan en estado de relajacion. Nada justifica la hipótesis de una expansion activa de estos órganos. Oesterreicher la ha impugnado muy bien con esperimentos palpables. Ha notado en efecto, que, colocando un guisante en el corazon de una rana desprendido del cuerpo, le eleva cuando se contrae y le deja caer cuando se estiende. Además, no hay que figurarse que los músculos vivientes estan nunca en un estado completo de relajacion. Constantemente, aun durante el reposo, estan bajo la influencia del principio de los nervios; lo cual prueban claramente las dos estremidades de un músculo cortado al través, el temblor de aquel cuya superficie se halla á descubierto, y la distorsion del rostro y de la lengua en la hemiplejia.

Si se observa un músculo en el momento en que se contrae, se reconoce que gana en volúmen lo que pierde en longitud y á menudo se ve en estos manojos un movimiento ondulatorio que tiene la rapidez del rayo. Como los músculos se ponen mas consistentes cuando se contraen, pudiera creerse que adquieren entonces mas densidad, y que por consiguiente deben disminuir de volúmen, aunque su aumento de solidez pueda tambien depender de la fuerza con que ciertas de sus moléculas se atraigan recíprocamente. Dejando á un lado las observaciones incompletas de los anti-

guos, de Glison, y Swainmerdam (1), no hablaré aquí más que de las investigaciones hechas acerca de esto por los modernos.

Se introducen las partes contractiles en un tubo afilado á la lámpara y lleno de agua, donde se observa la altura en el momento de la contraccion provocada por el galvanismo. Barzellotti, Mayo, Prevost y Dumas, que han operado en pequeñas porciones de carne, no han notado ningun cambio de nivel; pero Gruiithuisen y Erman han observado uno muy débil en verdad. Erman introdujo en un vaso de cristal la mitad inferior de una anguila, quitadas las entrañas, con los dos hilos de metal, el uno en la medula espinal y el otro en la carne; dispuso estos dos hilos de modo que pudieran ponerse en relacion con los polos de una pila galvánica. Entonces echó agua en el vaso, teniendo cuidado de que un tubo estrecho de cristal en que terminaba el aparato por su parte superior, estuviese lleno de líquido. Cerrando la cadena se contraian los músculos, y constantemente subió el agua de cuatro á cinco líneas en el pequeño tubo: volvía á bajar cuando se abria la cadena. La condensacion de la masa muscular es, pues, tan poco considerable que no puede de ningun modo contarse con ella para esplicar el fenómeno de la contraccion. Acaso no dependia en el experimento de Erman sino de la compresion de los pequeños vasos de los músculos que, habiendo sido cortados al través, se hallaban por esto llenos de aire; al menos se explica perfectamente por esta circunstancia. Si se repitiese el experimento, sería preciso preparar el pedazo de anguila debajo del agua, é introducirle en el tubo sin ponerle en contacto con el aire atmosférico.

Las causas que producen el acortamiento de los músculos durante su contraccion pueden ser de tres especies:

1.^a La reflexion en zig-zag de los manojos musculares; fenómeno que puede verse á simple vista en los músculos que se contraen, y mejor con un antejojo de aumento, y del cual se han ocupado Prevost y Dumas (2). Considerán estos las fibras musculares como compuestas de cierto número de líneas pequeñas rectas, susceptibles de inclinarse

(1) V. á HALLER, *Elem.*, lib. XI, p. 2, § 22.

(2) *Journ. de physiol.*, por Magendie, t. III, p. 311.

unas sobre otras. La longitud de estas líneas era de diez á doce milímetros en los músculos del muslo de una rana: la distancia de las estremidades de las líneas reñidas por la flexion angulosa ascendia á diez y seis ó diez y siete milímetros; diez y seis de estas líneas formaban juntas ciento setenta y dos milímetros y medio, lo que espresa la longitud de la parte muscular en estado de reposo. La distancia de los ángulos en el estado de irritacion de las líneas era de ciento treinta milímetros. El acortamiento, pues, era de 0,22 en una fibra muscular. Prevost y Dumas han medido tambien el acortamiento total del mismo músculo en contraccion; ascendia á 0,27. Como estas medidas estan bastante acordes entre sí, concluyeron de aquí que el acortamiento de los músculos por efecto de su contraccion depende realmente de sus ángulos, que forman porciones de diez á doce milímetros de las fibras musculares. Varios motivos hacen sin embargo muy probable que la reflexion angulosa de las fibras musculares, observada por Prevost y Dumas y tan fácil de ver sin el auxilio de lentes de aumento, no es la sola, ni aun puede ser la causa mas esencial de su acortamiento (1).

(1) Donné aconseja recurrir á la lengua de una rana viva (*Curso de microscopia*, 113) para estudiar el fenómeno de la contraccion muscular. Una lente de poco aumento basta para distinguir el sistema vascular dibujado sobre un fondo gris, semitransparente, en el cual se distinguen una multitud de fibras dirigidas en diversos sentidos y formando algunas veces varios planos sobrepuestos y entrecruzados. Estas fibras pertenecen á los músculos de la lengua. Es verdad que no se reconocen ellas, dice Donné, el carácter fundamental de la fibra muscular elemental, tal cual se ve en los músculos en general, en los de los miembros, por ejemplo, en la rana. En lugar de estos manojos, compuestos de fibras cortadas por pequeñas líneas negras trasversales, formando especies de escalas finas muy elegantes, perfectamente regulares, los músculos de la lengua de las ranas no presentan mas que fibras grises lijeraente puntiagudas, mal acabadas y poco distintas; pero no se pueden equivocar y desconocer por su propiedad esencial de contraerse, que se manifiesta á cada instante, durante el experimento. Esta misma contraccion, añade Donné, no se hace en zig-zag ni en espiral; se efectúa por un simple acortamiento de la fibra, como en un hilo de goma elástica sin percibir ninguna otra modificacion de la sustancia. (*N. del T. F.*)

2.^a Lauth ha hecho algunas observaciones importantes acerca de este punto (1). Cogiendo un músculo todavía irritable, y poniéndole debajo el microscopio á la accion de una pila galvánica, vió que la contraccion se verificaba de dos modos. La mas fuerte consistia en una produccion de corvaduras en zig-zag de toda la fibra secundaria; pero cuando la accion galvánica era mas débil, notaba un encogimiento de toda esta fibra secundaria, sin flexion en zig-zag. En este caso la superficie de la fibra secundaria (ó del manajo), en lugar de ser lisa, presenta en todo su contorno arrugas trasversales, que se observan tambien en las fibras plegadas en zig-zag, y que son enteramente independientes de esta última flexion. Es pues evidente, dice Lauth, que este menor acortamiento debe atribuirse á la contraccion de las fibras primitivas, la cual segun él, depende de la aproximacion de los glóbulos que las constituyen. Examinando los primitivos manajos musculares de los insectos, he observado especies de líneas trasversales, que es preciso distinguir bien de las que estan apretadas unas contra otras. Las fibras de que hablo se ven sobre todo en los insectos que han permanecido en el alcohol: sin embargo, se hallan con bastante frecuencia, al menos en algunos puntos, en los individuos recién nacidos. Estan mucho mas distantes unas de otras que las líneas trasversales primitivas; pero su distancia es regular, y despues de haber estado en alcohol el manajo, parece como articulado de un modo regular; sucede con frecuencia tambien que despues de la inmersion en el espíritu de vino, los manajos primitivos se rompen por el sitio de las líneas trasversales. La distancia de las líneas secundarias es un poco menor que la mitad de lo ancho de los manajos primitivos de los insectos. Cinco líneas trasversales grandes tenian juntas una estension de 0,010; de modo que la distancia entre dos era de 0,002 de línea inglesa. La mayor parte de líneas trasversales secundarias eran rectas; alguna vez sin embargo eran un poco oblicuas ó arqueadas; pero siempre caminaban paralelamente unas á otras en grande estension de los manajos. Examinando los manajos primitivos de los músculos conservados en el alcohol, se ve distintamente que

(1) *L'Institut*, n.º 57, 70, 73.

están como estrangulados en el sitio de las líneas trasversales, y engrosados entre ellas: la estrechez y engrosamiento parecen oscuros ó claros, según la luz con que se observan.

Algunas veces la estrangulación es clara y el vientre oscuro; otras también sucede lo contrario, por efecto de un ligero cambio de la distancia del foco. La porción clara de la línea trasversal de la estrangulación ascendía á 0,007 de línea inglesa, y la porción oscura del vientre á 0,0013. Estas estrangulaciones no provienen de un simple fruncimiento de la vaina de los manojos primitivos; porque se distingue fácilmente esta en su borde, bajo el aspecto de una lengüecita clara, que no es solo lo que presentan las estrangulaciones; sucede á menudo el distinguir claramente que la sustancia muscular del manajo compuesto de fibras primitivas con arrugas trasversales primitivas está tan estrangulado como la vaina. Luego, como las fibras musculares de los insectos se parecen á las de los animales superiores por la forma de sus fibras y las líneas trasversales primitivas, la aparición de las líneas trasversales secundarias en las primeras es una circunstancia importante para la explicación de la contracción de los músculos; y como las fibras trasversales secundarias faltan en ciertos puntos mientras que existen en otros, por eso es más verosímil todavía sean la expresión de la contracción de los manojos primitivos. Este modo de contracción se diferencia de la contracción en zig-zag de los manojos gruesos, en que el pequeño no describe flexiones alternativas, y las fibras primitivas se separan las unas de las otras entre dos líneas trasversales secundarias, lo que produce la anchura de la parte ventrada. Naturalmente un manajo de fibras puede acortarse de dos modos, ó por flexiones alternativas del manajo entero, quedando paralelas las fibras, lo que sucede en el acortamiento visible de los manojos gruesos; ó por la separación de las fibras del manajo entre porciones trasversales alícuotas de este último. Este último modo de contracción coincide muy probablemente con el primero en los músculos de los insectos y acaso también en los de los animales superiores.

3.^a Es posible que las fibras musculares de la segunda clase, las que pertenecen á la parte orgánica del cuerpo se contraigan del primero y segundo modo á la vez. A pesar

de esto, todavía es posible un tercer modo de contraerse las fibras musculares del sistema animal, las que presentan engrosamientos varicosos; esto se verificaría por medio de la aproximación de los engrosamientos de las fibras primitivas y el acortamiento de las porciones estrechas que los separan. No puede alegarse ningún hecho ni en pro ni en contra de la realidad. Como las nudosidades faltan en toda la segunda clase de músculos, cualquiera teoría de la contracción muscular que se funde únicamente en ellas es viciosa. Sin embargo, la aproximación de los glóbulos puede muy bien coincidir en los músculos de la vida animal con los demás medios de contracción que se observan en los manojos secundarios y primitivos, y algunas circunstancias especiales hacen casi probable que así se verifique realmente. En efecto las nudosidades no son tan necesarias para la contracción por engrosamiento de las partes alícnotas de los manojos pequeños como para la contracción en zig-zag, puesto que se halla una serie entera en cada flexión. Por otra parte, como nos lo han manifestado las investigaciones de Schwann, las nudosidades de las fibras y las líneas trasversales primitivas de los manojos más pequeños del sistema animal no están siempre igualmente distantes unas de otras en los manojos que están colocados unos junto á otros. No hay medio de llevar más adelante esta hipótesis; pero si las nudosidades se aproximan realmente, pudiera explicarse el fenómeno de dos modos, ya por una atracción mutua ejercida por los glóbulos, suponiendo estos últimos llenos, ya suponiéndolos huecos, por su aumento de volumen, á la acumulación de un fluido, que abandone entonces las porciones de las fibras primitivas situadas entre ellas. Inútil y aun peligroso sería el profundizar más en esta materia, porque sería preciso estralimitar los hechos. El estado de imperfección de nuestros instrumentos nos impide saber si partes tan delicadas como las fibras primitivas de los músculos están huecas ó llenas, y es preciso dejar á la historia de las hipótesis fisiológicas el cuidado de reproducir las atrevidas opiniones de los antiguos acerca de este punto.

Rigidez cadavérica.

Llámase así la rigidez de los miembros producida por los músculos, que sobreviene después de la muerte y cesa

al cabo de cierto tiempo. Según Sommer (1) esta rigidez empieza ordinariamente en el cuello y en la mandíbula inferior, desde donde se estiende á las estremidades superiores, de arriba abajo y despues á los miembros inferiores. Es raro que empiece por estos últimos ó que principie á la vez por los cuatro miembros. En doscientos casos no ha hallado Sommer más que uno en que no empezó por el cuello. Pone los músculos, tanto estensores como flexores, mas consistentes y mas densos. Asegura este autor que va acompañada de un ligero movimiento. Combate la asercion de Nysten, que los miembros que la experimentan conservan siempre la posicion que antes tenian. Lejos de esto, ha notado, que aun en el caso en que la boca estaba abierta en el momento de la muerte, la mandíbula inferior se aproximaba fuertemente á la superior al invadirla la rigidez cadavérica. También ha observado que se ejecuta una flexion mas considerable en las estremidades; que, por ejemplo, el pulgar se aplica contra la palma de la mano, y aun que el antebrazo se dobla un poco. Si se vence á la fuerza la rigidez cadavérica, una vez desenvuelta en un punto totalmente, no se presenta mas; pero si se obra de este modo antes que se haya llegado á su maximum, se reproduce. La relajacion principia ordinariamente en la cabeza, de donde se estiende á los brazos, y despues á los muslos. Según las numerosas observaciones de Sommer, que merecen plena confianza, aunque no conformes en todos los puntos con las de sus antecesores, la rigidez cadavérica no se presenta nunca antes de diez minutos despues de la muerte, ni mas tarde de siete horas. Dura en general tanto mas cuanto mas tarde se ha presentado. Si la fuerza muscular no estaba debilitada antes de morir, como en los asfixiados, la rigidez se declara mas tarde y dura mas. Despues de las enfermedades agudas que abaten las fuerzas, se presenta mas pronto, por ejemplo, algunas veces al cabo de quince á veinte minutos en el tifo. Lo mismo se ha observado despues de las enfermedades

(1) *Diss. de signis mortem hominis absolutam indicantibus.* Copenhague, 1833.—Cons. á GUENTZ, *Der Leichnam des Menschen.* Leipzig, 1827.—NICOLAI, en RUST, *Magazin*, 34, k.—BURDACH, *Traité de Physiologie*, trad. por A.-J.-L. Jourdan, Paris, 1839, t. V, p. 530.

crónicas debilitantes. Cuando la muerte ha sido efecto repentino de una enfermedad aguda, dura mas tiempo y se presenta mas pronto. Hunter é Himly no la observaron en un individuo muerto por el rayo: Sommer la ha visto declararse tan pronto como de ordinario en un perro muerto por la electricidad. La observacion de Orfila, de que se presenta mas tarde en los asfixiados por el vapor del carbon, no le parece exacta; hace notar que si algunas veces se manifiesta la rigidez cadavérica mas tarde en los asfixiados, debe atribuirse el fenómeno menos á la asfixia de que ha sido precedida la muerte, que al género de muerte. Sus experimentos en los animales le han probado como á Nysten que el envenenamiento con sustancias narcóticas no la impide. Ya habia visto este autor que en los hemiplejicos, tiene la misma intensidad en los músculos paralizados que en los que no lo estuvieron; Sommer confirma la exactitud de esta observacion, pero añadiendo que no es preciso que la parálisis haya modificado considerablemente la nutricion de los músculos, ó su hidropesía, caso en el que la ha visto faltar una vez totalmente en el lado enfermo. El mismo autor observó que el espasmo cesa en el momento de la muerte, ó muy poco despues, en los tetánicos, y que el cadáver conserva por algunas horas su flexibilidad antes de ponerse rígido; sin embargo, Sommer ha visto una vez el espasmo tetánico de las mandíbulas ser reemplazado inmediatamente por la rigidez cadavérica. Esta sobreviene, en general, con mas prontitud en los recién nacidos; y en los viejos no es tan fuerte, y desaparece antes. Sommer ha observado, contra la asercion de Nysten, que se manifiesta desde antes del enfriamiento completo. Se verifica lo mismo en el agua que al aire libre: sin embargo, un cadáver sumergido en el agua cuya temperatura sea de 0 á 15 grados se pone mas rígido y permanece de este modo mas tiempo que en el aire á la misma temperatura. En cuanto á lo que concierne á la influencia del cerebro y de la medula espinal acerca de la manifestacion de la rigidez cadavérica, confirma Sommer las observaciones de Nysten, de las que resulta que la destruccion de las partes centrales del sistema nervioso no varía ni su invasion, ni su grado ó su duracion.

Nysten coloca el sitio de la rigidez cadavérica en los músculos, porque persiste despues de la seccion transversal de las cápsulas y aun de los ligamentos laterales de las arti-

culaciones, mientras que desaparece despues de la de los músculos. Sommer es de la misma opinion, pero advirtiendo que si un miembro recobra su movilidad despues de la seccion de los músculos, los dos bordes de estos no quedan menos rígidos y consistentes, como ya lo habia observado Rudolphi. Nysten atribuia la rigidez á la contractilidad orgánica de las fibras musculares. Entre los motivos que alega en apoyo de esta hipótesis, el mas importante es que cuando la rigidez sobreviene durante la mayor flexion de un miembro, los músculos flexores se hallan entonces en el mismo estado que cuando se contraen voluntariamente. Sommer no reconoce este hecho; cuando un brazo está en flexion antes de la aparicion de la rigidez y el otro en estension, el biceps de este último, se pone rígido igualmente, aunque su rigidez no se parezca á la contraccion vital.

El punto esencial aquí es el saber si en el momento en que la rigidez los invade, conservan todavía los músculos vestigios de contractilidad orgánica bajo la influencia de los estímulos. Ya Nysten habia observado algunas señales débiles en este caso. Sommer no ha visto resultar ningun efecto en general de la aplicacion de los estimulantes, y le ha sucedido algunas veces ver contracciones notables, aunque no tuviesen influencia alguna en la situacion de los miembros. Generalmente hablando, el fenómeno de la rigidez cadavérica se manifiesta tanto mas pronto cuanto antes se estingue la irritabilidad de los músculos: así, en las aves es donde se verifica con la mayor prontitud; se le ve volver despues y durar menos en los reptiles, cuyos músculos conservan por largo tiempo su irritabilidad. Sommer lo atribuye á una contractilidad física, y no orgánica, de las fibras musculares; porque, dice, se manifiesta cuando todos los fenómenos vitales han perdido su energía: luego, una contraccion física análoga sucede despues de la muerte en partes no musculosas, como la piel, el tejido celular, las membranas y los ligamentos. Orfila, Beclard y Treviranus achacan la rigidez cadavérica á la coagulacion de la sangre. Sommer juzga inexacta esta esplicacion, porque se observa una rigidez fuerte algunas veces antes de coagularse la sangre, ó cuando esta coagulacion es incompleta. Algunas veces permanece líquida la sangre de los ahogados, en quienes la rigidez cadavérica es considerable: lo mismo sucede con los hombres y los animales muertos por el ácido cianhidri-

co. Sin embargo, Sommer reconoce la analogía de los dos fenómenos: la coagulación es la muerte de la sangre y la rigidez la de los músculos. No creo que pueda desecharse la hipótesis de la producción del fenómeno por la coagulación de la sangre en los vasos pequeños. Nadie ignora que la coagulación de la sangre y de la linfa en los capilares sanguíneos y linfáticos no debe aumentar la cohesión de los músculos, y todo se reduce á saber si este aumento de cohesión basta por sí solo para explicar los fenómenos de la rigidez. Aunque no haya medio de probar que es suficiente, sin embargo, la hipótesis explica muy bien el cómo la coagulación de la sangre debe ocasionar mas tarde una disminución de la cohesión, que habia aumentado en un principio. En efecto, la coagulación de la sangre y de la linfa es tal en un principio, que la masa total de estos líquidos se pone consistente y semejante á la gelatina. Despues, y algunas veces solo al cabo de cierto tiempo, el coágulo fibrinoso que contenian las partes líquidas se hace consistente en términos de dejar ir el suero que contenia en sus intersticios. Desde que se verifica este fenómeno en la sangre y la linfa coagulada de los vasos pequeños debe disminuir la cohesión de todas las partes. La coagulación de la sangre y de la grasa, despues de la muerte de los animales de sangre caliente, hace las partes mas coherentes; pero la primera solo contribuye mas tarde á hacer desaparecer el exceso de cohesión que ella habia determinado en un principio, porque la grasa conserva su estado sólido. A pesar de todo estoy lejos de mirar esta hipótesis como absolutamente exacta y darle mi aprobacion; quiero decir solamente que el estado de las cosas parece hacer creer que pudiera ser verdadera, y que si no se ha probado hasta ahora, nada la reprueba. Si alguna vez se llegase á establecer de un modo cierto que la rigidez cadavérica depende de una contractilidad física de las fibras musculares al tiempo de morir, que cesa en el momento de la descomposicion, tendria mas analogía el fenómeno con la contraccion física, que hace que la fibrina ya coagulada se reduzca á un cuerpo mas pequeño y mas sólido (1).

(1) E. Bruecke (*MULLER'S Archiv*, 1842, p. 178) ha combatido la hipótesis de Sommer en cuanto á la causa de la rigidez

CAPITULO IV.

DE LAS CAUSAS DEL MOVIMIENTO ANIMAL.

Cuando se buscan las causas del movimiento de las moléculas orgánicas sólidas es preciso primero distinguir los movimientos de las partes que no tienen nervios, y los que se verifican con choque entre el tejido contractil y el sistema nervioso. Los movimientos de las plantas se hallan en el primer caso, y quizá también los de algunas partes no musculosas de los animales.

Los primeros vestigios de contractilidad orgánica, en el estado más sencillo, nos los presentan los oscilarios, filetes entrelazados en los que no se percibe ninguna composición de estructura, y que consisten en tubos llenos de granitos formando líneas y apretados unos contra otros. A ciertas épocas del desarrollo de la planta, salen estos granos fuera del tubo, que por esto no pierde su contractilidad. He observado con el microscopio las flexiones lentas, pero bien marcadas, de estos filamentos. La simplicidad de la estructura las hace sumamente importantes para la teoría del movimiento orgánico. Cuando los filamentos empiezan á moverse, se inclinan insensiblemente y lentamente hacia uno de los lados; después al cabo de cierto tiempo, se enderezan, y luego se inclinan al lado opuesto; los cuerpecillos que contienen quedan en completo reposo. Como estos movimientos se efectúan sin atracción de parte de los filetes vecinos, y no se nota circulación, ni cambio de sitio del líquido en lo interior de los tubos, no hay más que un solo medio de explicarlo; debe admitirse que las moléculas de las paredes del filamento se aproximan en virtud de una es-

cadavérica. Atribuye este fenómeno á la coagulación de la fibrina que llega á la sustancia muscular para nutrirla. A la verdad, Wöhler no ha podido extraer la fibrina de los músculos; pero hizo los experimentos mucho tiempo después de la muerte, mas esto no prueba que la fibrina no estaba líquida todavía en época anterior. Sería pues necesario repetir los experimentos en los músculos de un animal inmediatamente después de la muerte.

(N. del T. F.)

citabilidad que se aumenta ya en un lado ya en otro, y que las paredes de dicho filamento se condensan alternativamente en uno y en otro lado, ó que atraen mas agua, primero por un lado y luego por otro, lo que determina en ellas un estado alternativo de tumefaccion y aplanamiento. La idea de una crispatura ó de un encogimiento, no se concilia de ningun modo, si hemos de atender á lo que nuestros ojos nos dicen.

Los movimientos espontáneos y rítmicos de la esparcilla oscilante, que se efectuan sin el concurso de ningun estímulo exterior, nos presentan el mismo fenómeno en un vegetal superior con respecto á su estructura. Es preciso aquí igualmente que, por efecto de causas internas, se aumenta la escitacion ya en un lado ya en otro del tejido contractil de la base de los peciolo, y que de esto resulte una aproximacion de las moléculas, ó una turgencia alternativa determinada por los líquidos internos.

En los movimientos de la sensitiva, esta escitacion puede ser provocada tambien por escitantes exteriores, y todo nos conduce á creer que depende de la atraccion de los glóbulos que forman líneas en el tejido celular del rodete, glóbulos que, segun Dutrochet, son huecos.

No ha llegado el tiempo de indagar las causas del movimiento vibrátil de los animales, puesto que no conocemos ni aun el mecanismo por medio del cual se efectua. Lo que solo sabemos y de que estamos ciertos, es que no depende del sistema nervioso.

Pueden aproximarse hasta cierto punto á estos movimientos los que tienen lugar en el tejido celular contractil susceptible de convertirse en cola, y que suceden tan fácilmente á las irritaciones verificadas en el mismo tejido, especialmente á la accion del frio ó del calor y á las impresiones mecánicas. Estos se parecen tambien á los de los vegetales, en el sentido que la electricidad no escita ni unos ni otros: con todo, no estan enteramente independientes del sistema nervioso. La contractilidad de la piel y del darto no se verifica solo por irritaciones exteriores: lo es frecuentemente tambien por causas internas, que residen en el sistema nervioso. El darto se arruga á menudo en casos en que no puede desconocerse una iritacion nerviosa en las partes, en que el mismo cremáster se contrae, y la crispatura de la piel se manifiesta frecuentemente bajo la influen-

cia de afecciones no menos patentes del sistema nervioso, por ejemplo el calofrío, es decir, á la vez como sensacion y movimiento muscular. Sin embargo, por sernos tan embarazoso analizar movimientos tan difíciles, para evaluar la parte que tiene el sistema nervioso, fijamos toda la atencion en el sistema muscular, donde el choque de este sistema con el tejido contractil se presenta del modo mas evidente. El acortamiento del tejido contractil susceptible de resolverse en cola es debido probablemente á una crispatura, efecto de la atraccion mutua de las partículas alícotas de las fibras.

La facultad que tienen los músculos de contraerse está íntimamente unida á dos influencias diversas, la de la sangre y la de los nervios.

Influencia de la sangre.

Stenson ha demostrado el primero que los músculos cesan en movimientos cuando la sangre, particularmente la arterial, deja de fluir á ellos. Se observa algunas veces este fenómeno en el hombre despues de la ligadura de un tronco arterial considerable; los músculos se hacen sordos en parte ó en totalidad á las órdenes de la voluntad, hasta que poco á poco se establece la circulacion colateral. Arneemann, Bichat (1) y Emmert, han probado este hecho (2). Segallas (3) y Longet (4), han visto que la ligadura de la aorta abdominal ocasionaba una debilidad tal de los miembros abdominales, que al cabo de ocho ó diez minutos casi no podia el animal arrastrarlos (5). Nadie se ha ocupado aun

(1) *Anatomie générale*, París, 1812, t. III, p. 279.

(2) TREVIRANUS, *Biologie*, t. V, p. 281.

(3) MAGENDIE, *Journal*, 1824.

(4) *Mém. sur les condit. nécess. à l'entret et à la manifest. de l'irritabil. muscul.*, en *l'Examineur médical*, julio, 1841.

—Cons. tambien á ENGELHARDT, *De vita musculorum observationes et experimenta*. Bonn, 1811.

(5) Además, Longet se ha aplicado en sus experimentos, á determinar rigurosamente la duracion de la irritabilidad muscular en los músculos que no reciben sangre arterial, y ha probado que en perros adultos, el término medio era de dos horas y cuarto en los músculos de la pierna, despues de la ligadura de la aorta abdominal. (N. del T. E.)

de indagar si la necesidad de la sangre depende de que alimenta la contractilidad de los músculos, ó de que sostiene la influencia de los nervios que sirven á la voluntad (1). Treviranus adopta la primera de las dos hipótesis, fundándose en que la division de los troncos arteriales de los miembros en un gran número de ramas anastomosadas entre sí, en algunos animales trepadores (*Bradypus Lemur*), parece tener por objeto el poner la circulacion de la sangre al abrigo de todo riesgo durante las contracciones ó esfuerzos de los músculos (2). Probablemente la sangre es necesaria por los dos aspectos; sin embargo, es cierto que, aun despues de la suspension total de la circulacion en los animales muertos y en los miembros separados del cuerpo, son susceptibles todavía los nervios, cuando se los irrita, de determinar contracciones en los músculos, como estos mismos son aptos para contraerse cuando la irritacion obra sobre ellos mismos inmediatamente. La ligadura de una arteria no suprime enteramente la influencia de la sangre, puesto que existe todavía cierta cantidad de este líquido en los menores vasos de los músculos; pero ella se opone á que afluya de nuevo sangre arterial hácia los músculos y los nervios. Los experimentos de Segalas manifiestan tambien que la simple suspension de la circulacion determinada por la ligadura de la parte in-

(1) *Cons.* acerca de esto la Memoria de Longet sobre la irritabilidad muscular.—Erichsen (*Mond. med. Gaz.*, 1842, p. 571) ha ligado los vasos coronarios del corazon en los perros y conejos asfixiados cuya respiracion se sostenia por medios artificiales. La accion del corazon cesó mas pronto que de ordinario, á saber: término medio, 23 $\frac{1}{4}$ minutos despues de la ligadura y 32 despues de la asfixia. Cuando la vena coronaria, abierta, derramaba sangre, como entonces el corazon se vaciaba por completo de sangre, dejaba de latir 12 minutos despues de la ligadura y 18 despues de la muerte. La ligadura de la aorta, que hacia llegar la sangre al corazon en mayor cantidad que de ordinario prolongaba la duracion de estos latidos, que era entonces de 82 minutos. (*N. del T. F.*)

(2) Las redes admirables son tan comunes en las partes no musculosas como en las musculosas. Entre las primeras, se distingue el de la carótida interna de los rumiadores, y el que ha descubierto Eschricht y yo en la vena porta del atun. Este último es el mas considerable de todos.

ferior de la vena cava, disminuye la fuerza motriz. Es pues cierto, que la sangre arterial experimenta en los órganos del movimiento, un cambio que la hace acuosa, no pudiendo despues sostener las facultades de estos órganos como antes lo hacia, y que el órgano motor no conserva la plenitud de su contractilidad sino á condicion de hallarse bajo la influencia de la sangre arterial. De lo que se adquiere el convencimiento considerando los fenómenos que pasan en los casos de cianosis, en que la persistencia del agujero de Botal, la del agujero oval, la estrechez de la arteria pulmonal &c. obligan á las dos sangres á mezclarse, ó no permiten á la arterial formarse completamente. Los individuos que padecen esta anomalía no pueden esforzar sus músculos. En los reptiles, la influencia de la sangre sobre los nervios y los músculos no es tan necesaria para el complemento de los movimientos voluntarios. Las ranas conservan la influencia de la voluntad sobre los músculos despues de quitado el corazon; pues aun mueven voluntariamente sus miembros amputados hasta los nervios inclusive. Yo he hallado los músculos de uno de estos animales todavía irritables despues de haber quitado toda la sangre de los vasos por medio de una corriente de agua que entraba por las arterias y volvia por las venas.

Influencia de los nervios.

Es preciso distinguir bien la accion por medio de la cual los nervios impelen los músculos á moverse, de la influencia que ejercen sobre la conservacion de su aptitud para contraerse. Haller consideraba la contractilidad de los músculos como una propiedad vital, peculiar é independiente de los nervios. Fontana, Sæmmerring, Bichat, Nysten y otros, le han imitado en esto. Este gran fisiólogo demostraba que todos los estímulos que obran sobre los músculos provocan su facultad contractil, que no necesitan del intermedio de los nervios para accionar, y que el estímulo nervioso no es mas que una de las numerosas causas que pueden ejercer una accion escitante sobre ellos. Las pruebas señaladas por él y sus sucesores se destruyeron hace tiempo. El corazon no se mueve independientemente de toda influencia nerviosa, y sus nervios no son, como se creia antes, insensibles á las irritaciones exteriores. Se conduce

del mismo modo que los demás músculos dependientes del gran simpático. El galvanismo no es el solo que lo determina á contraerse; de lo cual se han convencido como yo Humboldt, Pfaff, Fowler y Wedemeyer: Humboldt y Burdach han conseguido cambiar los movimientos con irritaciones dirigidas sobre los nervios cardiacos. En el gánglio celiaco es, segun mis propios experimentos, donde se ve mejor sobresalir la influencia motriz del gran simpático sobre los músculos orgánicos. Si despues de abierto el vientre de un conejo, se espera el momento en que los movimientos peristálticos, primeramente exasperados por la impresion del aire, empiezan á retardarse, y entonces se toca el gánglio celiaco con la potasa cáustica, se ven aparecer, al cabo de algunos segundos, movimientos peristálticos muy enérgicos. La opinion emitida por Scarpa á lo último de su existencia, que el gran simpático no tiene ninguna conexion con las raices anteriores ó motrices de los nervios raquídeos, ni tampoco con los nervios cerebrales motores, está suficientemente impugnada por mis propias investigaciones, como tambien por las de Wutzer, Retzius y Mayer. De todo esto no resulta, sin embargo, mas que una sola cosa, y es que los nervios del corazon son tan conductores de la influencia motriz como los de los demás músculos, y la cuestion de saber si son necesarios para mantener la contractilidad del órgano no está todavía resuelta.

Otros fisiólogos, como Whytt, A. Monro, Prochaska, Legallois y Reil, se han opuesto á la doctrina de Haller, y han sostenido que la fuerza motriz depende del choque con los nervios. En este caso la contractilidad de los músculos se diferenciaria esencialmente de la de los vegetales que, sin ningun concurso de los nervios, se escita por los estímulos internos inmediatamente. Estos fisiólogos se fundan en que los nervios cuando se los irrita, ocasionan el movimiento de los músculos; que los narcóticos, cuya accion ataca de preferencia á los nervios, aniquilan la contraction muscular, y que la destruccion del cerebro y de la medula espinal disminuye esta propiedad. Es preciso confesar, sin embargo, que estas pruebas no son concluyentes. Los músculos permanecen irritables, despues de destruido el cerebro y la medula espinal, por todo el tiempo que sobrevive su irritabilidad á la muerte general, y el envene-

namiento de un animal por los narcóticos no destruye sino la influencia del cerebro y de la medula espinal sobre los músculos. La irritabilidad de los nervios y de los músculos está tan poco apagada en las ranas despues de este envenenamiento, que precisamente en ellas me ha sido posible observar por largo tiempo los fenómenos á que dan lugar puestos en contacto con los irritantes.

Treviranus ha tomado un término medio. Llevado de la analogía de las plantas que poseen la irritabilidad por influencia de la luz, pero que todavía son escitables por otros estímulos, cree que los nervios son la condicion de la acilabilidad muscular, pero que todos los irritantes no tienen necesidad de su intermedio para obrar sobre los músculos.

Tiedemann piensa (1) con Haller que la facultad de contraerse es una potencia especial, inherente á los músculos, pero que su sosten depende de la nutricion y de la influencia nerviosa, que es tambien la opinion de Longet, y demuestra que los nervios, además de servir de conductores á los irritantes para determinar la contraccion muscular, deben suministrar, aun á los músculos, una condicion esencial á la manifestacion de un modo propio de vitalidad. Esta condicion consiste en que los nervios musculares comunican á los músculos la amplitud de ser afectados por los estimulantes, ó en que las escitaciones que mueven los músculos obran primero sobre los nervios, y no provocan la contraccion sino como consecuencia de esta accion primitiva.

La cuestion abraza, pues, dos problemas totalmente diversos. 1.^o ¿Son necesarios los nervios para que subsista la aptitud para contraerse los músculos en cuanto propiedad vital del órgano, la cual se destruye despues de destruida la influencia nerviosa? 2.^o ¿Son los nervios los conductores al través de los cuales obran todos los irritantes sobre los músculos, y las irritaciones dirigidas en apariencia á los músculos solamente son eficaces en razon de las ramas nerviosas que se distribuyen por estos? Puede responderse afirmativamente á la primera de estas dos cuestiones sin hacerlo del mismo

(1) *Traité de physiologie de l'homme*, trad. por A.-J.-L. Jourdan, París, 1831, t. II, p. 771.

modo á la segunda; pero es imposible conceder el segundo punto y negar el primero.

1.^o ¿Son necesarios los nervios para que los músculos conserven su aptitud á contraerse bajo la influencia de las irritaciones, como propiedad vital que los caracteriza? Nysten habia observado que despues de un ataque de apoplejía se contraen los músculos todavía cuando se los irrita con la electricidad á pesar de la parálisis cerebral, y Wilson, apoyándose en Brodie, queria todavía mas, que un nervio cuya comunicacion está interrumpida con el cerebro y la medula espinal, conserve por largo tiempo la facultad de recibir los estímulos para la escitacion al movimiento voluntario (1). Yo tenia algunas razones para sospechar que esta duracion de perceptibilidad es muy limitada cuando el nervio no se reproduce. Varios esperimentos que yo he hecho con Sticker nos han iluminado acerca de este punto (2). Se cortó el nervio ciático á dos conejos y un perro, se impidió la reunion por la estirpacion de un gran trozo. Dos meses y tres semanas despues de la operacion, se observó en el primer conejo que la parte inferior del músculo, escitado por el galvanismo de un simple par de láminas no producía el menor vestigio de convulsiones en los músculos de la pierna y de la pata; pero los músculos habian perdido tambien su aptitud totalmente de sentir la accion del simple par de láminas y las irritaciones mecánicas, mientras que subsistia esta facultad sin ninguna alteracion en el nervio del muslo sano y los músculos por donde se distribuía. En el perro, al cabo de dos meses y medio la parte inferior del nervio cortado era insensible á la electricidad de la simple cadena y á las irritaciones mecánicas; pero los músculos en los cuales terminaban daban algunas ligeras señales de contraccion cuando se los irritaba mecánicamente; las mismas irritaciones dirigidas sobre los nervios ó solamente sobre los músculos de la pata sana, daban lugar á las contracciones mas violentas. En el segundo conejo, el nervio habia perdido, al cabo de cinco semanas, toda sensibilidad al galvanismo, á las irritaciones mecánicas y á la accion de la potasa cáustica; tampoco habia ningun vestigio de contractilidad

(1) *Philos. Trans.*, 1833, P. I, p. 62.

(2) *FRORIÉP'S Neu Notizen*, 1834, 202.

en los músculos de este lado, mientras que los del opuesto se contraían con energía. Estos experimentos demuestran, pues, no solamente que el poder en virtud del cual los nervios determinan á obrar á los músculos queda abolido despues de la destruccion de toda comunicacion entre ellos y las partes centrales del sistema nervioso, sino que tambien pierden los músculos su irritabilidad despues de una larga parálisis de los nervios. Sin embargo, hubieran dado un resultado mas decisivo, si en lugar de un simple par de láminas, se hubiese empleado una pequeña pila galvánica para ensayar la irritabilidad de los nervios y músculos. Entonces solamente hubiera sido posible distinguir con precision si la potencia muscular estaba completamente apagada en dos de los casos. Sin embargo, los experimentos prueban de una manera bastante perentoria que la irritabilidad de los músculos no sobreviene largo tiempo á la pérdida de la de los nervios.

2.º ¿Son solo los nervios los conductores á cuyo través pasan todas las irritaciones para llegar á los músculos?

Los argumentos siguientes demuestran que sucede así.

a. Las irritaciones que, aplicadas á los músculos, los inducen á moverse son las mismas que dirigidas sobre los nervios, escitan los músculos á contraerse. A la verdad, he observado muchas veces una diferencia, que consiste en que los ácidos minerales y el alcohol puestos en contacto con los nervios, no provocaban convulsiones, mientras que las determinaban cuando se los aplicaba á los músculos. Pero esta diferencia parece no ser constante. Humboldt ha ocasionado una especie de temblor en los músculos por el alcohol, el cloro, el arsénico blanco y algunas sales metálicas aplicadas á los nervios. Bischoff y Windischmann han visto tambien algunas veces los ácidos minerales puestos en contacto con los nervios de las ranas promover convulsiones.

b. Las sustancias que privan á los músculos de su irritabilidad, destruyen tambien la de los nervios. Aunque los narcóticos, cuando penetran en el torrente de la circulacion, y matan por el ataque dirigido al cerebro y á la medula espinal, no destruyen inmediatamente la irritabilidad de los músculos y nervios, pues que estos órganos en las ranas así muertas, permanecen irritables durante largo tiempo; sin embargo la aplicacion local de los narcóticos á los nervios y músculos ocasiona la pérdida de la irritabili-

dad en todos los puntos de las partes con las cuales la sustancia se pone en contacto. Sumergidos algunos nervios en una disolucion de opio, pierden la irritabilidad en toda la parte sumergida, mientras que la conservan entre esta y el músculo. Tratados del mismo modo, son heridos de muerte los músculos en toda la estension puesta en relacion con el licor opiado. Esta identidad de accion de los narcóticos sobre los nervios y músculos hace probable que, aniquilando la irritabilidad de los nervios musculares, es como destruyen la aptitud de los músculos para sentir la influencia de los estímulos.

Humboldt puso al descubierto y cortó los nervios de las partes musculosas, hasta los ramos mas pequeños, en la parte superior del muslo de una rana, ó en las aletas de pescado; estos órganos dejaron de ser sensibles inmediatamente á la irritacion galvánica.

d. Algunas descargas eléctricas violentas, ya sobre los músculos, ya solamente sobre los nervios, destruyen muy pronto, segun dice Tiedemann, la facultad que tienen los músculos de contraerse por la influencia de las irritaciones exteriores.

e. Se puede igualmente citar aquí la diferencia que he observado en el modo como los nervios sensitivos y motores irritados galvánica y mecánicamente se conducen con respecto á los músculos que reciben de aquellos algunos ramos. No he podido escitar convulsiones, ni en los músculos de la lengua por el nervio lingual, ni en los del hocico por el nervio suborbitario. Se ve, pues, que la sola influencia nerviosa, en general, no iguala á las otras irritaciones, por el aspecto de la escitacion de las contracciones musculares y que es preciso para determinar este efecto otra especial de una clase particular de nervios.

f. En fin, la estincion de la irritabilidad de los músculos despues de la parálisis prolongada de la seccion de sus nervios, cuya reproduccion se ha impedido, demuestra tambien, y aun mas perentoriamente que ninguna otra prueba, que la integridad de los nervios que se distribuyen en los músculos es necesaria á la escitacion de estos nervios, y que los músculos no son accesibles por sí á las irritaciones. Por positivo que parezca ser este resultado, la facultad de contraerse solo puede ser una propiedad inherente á los músculos, y Tiedemann hace notar con razon que los nervios

vivos no podrían comunicarles una fuerza que no tienen por sí. Pero la aptitud á contraerse, inherente á los músculos, supone el concurso de los nervios para su manifestacion, y la descarga de un agente imponderable, que parte de los nervios, es tan necesario para determinar á las fibras primitivas de los músculos á que aproximen entre sí sus partes pequeñas y grandes, como lo es esta atraccion para verificar el acortamiento (1). Ya he dicho en el capítulo precedente cuáles son las especies de atraccion que se verifican en los músculos impregnados del agente nervioso. Pero lo que mejor da una idea de la fuerza con que debe ejercerse la atraccion entre los ángulos de las fibras musculares encorvadas, es la actitud que tienen los músculos vivos en el esta-

(1) Longet es el primer experimentador que ha pensado en aislar los nervios del sentimiento de los del movimiento, con el objeto de indagar la importancia relativa de su accion sobre la irritabilidad de la fuerza muscular. Ha probado siguiendo esta nueva idea, que *aun tres meses despues de la estincion de toda fuerza nerviosa motriz*, la fibra carnosa revela todavía toda su irritabilidad bajo una influencia puramente mecánica, pero inmediata, lo que permite establecer que la descarga de un agente imponderable *que parte de los nervios motores*, no es necesaria para la manifestacion de esta propiedad, y que el estímulo especial transmitido por los nervios de esta clase á los órganos musculares, es uno de los numerosos escitadores de su irritabilidad. Dicho autor cita en apoyo de estos experimentos algunas pruebas patológicas recogidas en el hombre. Sin embargo, hace notar que *seis semanas* despues de la supresion de los nervios del sentimiento, habiéndole parecido muy notablemente disminuida la irritabilidad muscular, por consecuencia de la nutricion no puede mirarse esta propiedad como independiente de la accion nerviosa en general. La conclusion que ha sacado de sus indagaciones es la siguiente (*Anat. du syst. nerv.*, t. I, p. 61, 69): "La irritabilidad es una fuerza inherente á los *músculos vivos*. Si, aunque seguramente independiente de los nervios motores, reclama la irritabilidad muscular para su conservacion el concurso de otro orden de nervios (*sensitivos ú orgánicos*) y el de la sangre arterial, espero haber demostrado que estas dos condiciones son necesarias, no para dar ó comunicar á los músculos la fuerza ó propiedad de que se trata, sino solamente para sostener la nutricion, sin la cual toda propiedad vital desaparece en cualquier órgano."

do de contraccion para resistir á la mayor distension, mientras que despues de la muerte, cuando sus moléculas han perdido el poder de atraerse, se desgarran con suma facilidad.

No sabemos todavía nada del modo como se ejerce el choque entre los nervios y músculos durante la contraccion. Prevost y Dumas (1) dicen haber observado que las ramificaciones delicadas de los nervios marchan de parte á parte en los hacecillos de las fibras musculares, y esto precisamente en los puntos en que, cuando estas se contraen, corresponden los ángulos de sus flexiones en zig-zag, de manera que las partes del músculo sobre las que pasan los nervios serian los puntos hácia los cuales se encontrarian atraidos, y que tambien se atraerian recíprocamente. Green igualmente haber observado que los nervios forman algunas asas, y que las fibras nerviosas descienden en un lado en estas asas para remontarse en el otro en el tronco. Schwann ha examinado el modo como estos nervios se conducen en los músculos, y ha empleado para esto los músculos laterales del vientre de una rana; en efecto es posible obtener en esta parte una capa muscular tan delgada que con una lente que aumente cuatrocientas cincuenta veces el objeto, se tiene bastante luz para distinguir todo con claridad. Pero una que aumente cien diámetros es suficiente. He aquí lo que Schwann ha observado: el tronco nervioso que penetra en el músculo envia numerosos ramos que no tardan en dividirse en otros mas pequeños, y así continuan hasta que se encuentran reducidos á las fibras primitivas. Los hacecillos y las fibras primitivas aisladas se separan muchas veces de su tronco en ángulos rectos. En su trayecto, los hacecillos y aun la mayor parte de las fibras primitivas aisladas se abrazan muy frecuentemente á otros manojos, y sobre todo á los que siguen la misma direccion, algunas veces sin embargo tambien á otros que marchan en sentido inverso. Esta circunstancia no ha permitido decidir si hay realmente algunas fibras que, describiendo una asa, vuelven al tronco. La union de las fibras y haces es tan frecuente, que da al músculo la apariencia de estar entrelazado en una red nerviosa muy irregular; pero los filamentos nerviosos que

(1) MAGENDIE, *Journal*, t. III.

constituyen esta red no tienen la posición determinada con relación á los haces musculares. Schwann ha observado algunas veces la disposición siguiente: un hacecillo nervioso que contenía pocas fibras primitivas, por ejemplo cuatro, marchaba de parte á parte por los hacecillos musculares; una fibra nerviosa primitiva se separaba desde luego en ángulo recto, entre dos de los mas delgados hacecillos musculares; despues pasaba una segunda igualmente en ángulo recto entre el segundo de los hacecillos musculares precedentes, y un tercero situado al lado, otra tercera entre esta última y una cuarta vecina, y solo la cuarta fibra restante se unia con los otros hacecillos nerviosos. Cada una de estas fibras aisladas marchaba entonces paralelamente á los hacecillos musculares en cierta estension, y despues desaparecia, sin que fuese posible decir lo que despues se hacia de ella, pudiendo muy bien suceder se dividiese en filetes mucho mas delgados, que se uniesen entre sí á manera de red. Al menos Schwann ha observado esta disposición en una parte no musculosa provista por el gran simpático en el mesenterio de la rana y del *Bufo igneus*. Las fibras que forman aquí la red son infinitamente mas delgadas que las primitivas ordinarias; lo que prueba que eran realmente nerviosas, es su semejanza con estas fibras mas gruesas de donde provienen. Pero estas fibras mas fuertes del mesenterio, aun cuando tenían el volúmen de las fibras primitivas ordinarias, dejaban percibir algunas señales confusas en su interior, absolutamente como si los filetes muy delgados que suministran estuviesen ya preformados en las mismas. Pregúntase aquí si esta estructura elemental tan delicada de las fibras nerviosas, ha principiado en sus estremidades periféricas, pues que no se percibe nada semejante en las fibras nerviosas primitivas ordinarias, tales como se les observa examinando con el microscopio algun nervio.

La teoría del movimiento muscular que Prevost y Dumas han propuesto, está basada sobre el hecho observado por estos físicos, que las fibras nerviosas cortan trasversalmente los hacecillos musculares en el mismo punto en que se encuentran los ángulos de flexion en zig-zag y en la suposición de que las asas oblicuas de estas fibras se atraen recíprocamente, de donde resulta el acortamiento de las fibras musculares. Procurando repetir los ensayos de Prevost y Dumas en los hacecillos musculares vivos, se ve que, en

cuanto concierne á la coincidencia de las fibras nerviosas transversales con los ángulos de flexion de las fibras musculares, no debe pensarse en las fibras primitivas, sino solamente en los haces enteros de las fibras nerviosas, pues que no hay posibilidad de percibir las fibras primitivas de los nervios en un haz muscular bastante voluminoso para poder determinar algunas contracciones irritándole: no se los llega á seguir en los músculos sino cortando la sustancia muscular por cortes sumamente finos, y examinándola con el microscopio compuesto. Además de esto, las figuras dadas por Prevost y Dumas prueban claramente que solo han hecho uso de la lente. Su teoría no parte, pues, de la accion recíproca ó del choque de los elementos de los músculos y de la sustancia nerviosa. Suponen además una corriente eléctrica en los nervios, y confiesan sin embargo no haber podido descubrir nunca ninguna señal de esta á beneficio del galvanómetro; es menester aplicar los hilos del instrumento á la vez al nervio y al músculo, pues que una cadena de sustancias heterogéneas, tales como el nervio, el músculo y el metal, bastando ya para desarrollar la electricidad, el galvanómetro descubriria en otro experimento semejante, no la electricidad que se supone obrar en los nervios, sino la que hubiese sido producida por la cadena. Se deben, pues, aplicar los hilos conductores solamente á un nervio en comunicacion con el eje cerebro-espinal, y observar la aguja durante las contracciones musculares. Verificándose la desviacion, se podria mirar el agente irritador transmitido por el nervio como de naturaleza eléctrica, sobre todo si, como dice Longet (1), invirtiendo la corriente, es decir, haciéndola pasar en el hilo del galvanómetro en sentido opuesto al que habia seguido en el primer caso, se obtenia tambien una desviacion de la aguja opuesta á la primera: porque se sabe que una corriente eléctrica, en el supuesto que parte del polo positivo para dirigirse al polo negativo de una pila, hace volver la aguja imantada de modo que la pone en cruz con él, quedando el polo austral á la izquierda; si pues, el sentido de la desviacion de la aguja de un galvanómetro indica la de la corriente que

(1) *Anat. et physiol. du syst. nerv.*, t. I, p. 133.

circula en el hilo, invirtiendo esta corriente, se invierte tambien la direccion de la aguja. Es verdad que Prevost y Dumas han procedido examinando de este modo el par vago de los animales sanos y el plexo ciático de un animal en estado de tétanos; pero el galvanómetro no les ha demostrado ningun indicio apreciable de electricidad. No he sido yo mas feliz que ellos repitiendo el experimento. Para explicar la insensibilidad del galvanómetro, y responder á la objecion que resulta de esto contra su teoría eléctrica del movimiento muscular, Prevost y Dumas dicen que es probable haya en los nervios dos corrientes galvánicas, la una ascendente, la otra descendente, que se neutralizan, de manera que destruyen todo el efecto electro-magnético. Aconsejan las dos corrientes, á las que recorren en sentido inverso los brazos del galvanómetro, y los músculos de la aguja imantada que sienten la influencia de las dos corrientes opuestas. Se ve que por ingeniosa que sea esta idea, carece sin embargo de base experimental, y, si es muy arriesgada, lo es todavía mas el modo como Prevost y Dumas querian reducir la accion del fuego y algunas influencias químicas sobre los nervios de los músculos á un fenómeno eléctrico. Ya he dado á conocer y apreciado en su justo valor, en la física de los nervios, los argumentos que se alegaban en apoyo de esta hipótesis. En fin, es menester tomar en consideracion que, segun su teoría, la atraccion mutua de las asas nerviosas contenidas en los músculos es la causa del acortamiento, y que la masa del músculo es mirada como una cosa puramente accesoria. A la verdad, se podria hacer desaparecer esta objecion modificando la hipótesis y admitiendo que los músculos estan constantemente cargados de una de las electricidades, y que la otra les es conducida por los nervios, lo que hace que sus fibras se aproximen á las asas nerviosas. Pero obrando así, se renunciaria á uno de los elementos de la explicacion dada por Prevost y Dumas, que está sacado de la comparacion de las fibras musculares con los cuerpos magnéticos; no se concibe tampoco por qué una atraccion deba ejercerse entre las fibras musculares y nerviosas cargadas de electricidades diferentes, y por qué las corrientes no se neutralizan, como en otras partes animales, sin hacer que las moléculas se atraigan recíprocamente.

Las mismas objeciones se levantan contra la hipótesis que

ha propuesto Meissner (1). Segun este autor, el fluido de que supone llenos á los nervios se derrama en los músculos, forma atmósferas eléctricas al rededor de cada uno de los átomos cuya aplicacion de extremo á extremo da origen á las fibras musculares, separa así en su mitad estas fibras que se encuentran fijas en sus dos estremidades y da lugar por esto al acortamiento, absolutamente lo mismo que cuando se enfilan muchas bolitas de medula del sauco, se unen por los cabos muchos de estos hilos y se electriza el todo: suspendiéndole en el conductor de la máquina eléctrica se le ve acortarse por el efecto de la separacion de los hilos. Esta esplicacion no conviene á la flexion en zig-zag de las fibras musculares; mejor se aplica á las divisiones trasversales que he observado en los hacecillos primitivos de los insectos, pues que estos haces se dilatan un poco y se hacen ventrudos en el punto de las divisiones trasversales. Por lo demás, no difiere esencialmente de la anterior. En esta, los músculos en reposo estarian constantemente cargados de electricidad positiva ó negativa, y el movimiento subsistiria hasta que una corriente eléctrica opuesta procedente de los nervios, neutralizase en los músculos las dos corrientes. Segun la segunda hipótesis, que supone un estado eléctrico de los nervios, debería constituirse por sí el estado inverso en los músculos, segun las leyes generales de la distribucion de la electricidad.

Las dos teorías encuentran una insuperable dificultad en la observacion precedente, á saber, que no se concibe por qué, en el momento de la reunion de las dos corrientes, la de los nervios y músculos, las estremidades periféricas de los nervios y las fibras musculares deben atraerse mutuamente; ó por qué, segun la opinion de Meissner, las fibras primitivas deben separarse las unas de las otras. En efecto, para que la electricidad obligue á las moléculas á moverse unas hácia otras, no basta que estas esten electrizadas; si estan animadas de una electricidad inversa, pero no aisladas, se reunirán las corrientes, aunque las moléculas permanecerán inmóviles. Algunos pedazos de papel no son atraidos por el succino frotado, porque en el estado seco no son sino semiconductores. A la intermediacion del succino ó del

(1) *System der Heilkunde aus allgemeinen Naturgesetzen.*
Viena, 1832.

lacre, que se ha frotado, la electricidad inversa se desarrolla por consecuencia de la descomposicion del fluido primitivo. Las dos electricidades tienden á reunirse, y el papel es atraido hácia el cuerpo mas pesado que él, porque encadena hasta cierto punto la electricidad, tanto que la reunion no ha tenido lugar por efecto del contacto. Desde que se humedece el papel, cesa de ser atraido, porque entonces se hace perfecto conductor. En este estado recibe la electricidad del lacre, sin ser atraido. Un conductor perfecto muy lijero, puede ser atraido hácia un cuerpo eléctrico cuando se encuentra aislado. Así, la laminilla de oro aislada se inclina hácia el cuerpo eléctrico, pero el movimiento se detiene desde que la aislacion cesa. Lo mismo sucede con el ejemplo elegido por Meissner. Las bolitas de la medula del sauco suspendidas en el conductor de la máquina eléctrica se separan unas de otras, porque recibiendo la electricidad de este conductor, se rechazan luego que han adquirido la del mismo nombre. Este movimiento no se verifica sino en tanto que las bolitas estan secas, y por consecuencia son conductores imperfectos.

Si aplicamos estos principios á los músculos vemos que las estremidades de los nervios y de las fibras musculares no pueden atraerse, ó por la segunda hipótesis, separarse las fibras musculares, sino en tanto que no sean conductores. Pero lo son. En el estado de humedad, conducen perfectamente la electricidad y tan bien como cualquiera otra parte animal húmeda. Podria muy bien suponerse que los nervios son unos conductores imperfectos, fundándose esto en una observacion de Humboldt, á saber, que aplicando una ligadura un poco apretada al nervio crural de una rana, armándola de un polo por encima de la ligadura, y poniendo el otro polo en relacion con el músculo, no sobrevienen convulsiones, sino en tanto que cierta estension del nervio permanece libre desde el punto en que está herido hasta su entrada en el músculo, no observándose cuando se liga el nervio inmediatamente á su entrada en el músculo, y cuando se arma uno y otro por encima de la ligadura; se manifiestan estas luego que se disecciona una porcion de la estension del nervio comprendido en el músculo; en fin, cesan al momento que se rodea con un pedazo de carne muscular la parte del nervio libre entre la ligadura y el nervio. En efecto, á primera vista, parece que podria de-

ducirse de esto que el músculo es un conductor imperfecto; pero mirándolo de cerca se ve que el resultado del experimento está en favor de la facultad conductriz del músculo; pues que, como ha observado Humboldt, se puede sustituir la esponja húmeda ó un metal á la carne muscular, para rodear el nervio sin que cambie el resultado. Para convencerme de que la carne muscular húmeda es muy buen conductor, basta cualquier experimento en los músculos de la rana con la simple cadena, desde que se toma para conductor de la débil corriente eléctrica un pedazo de esta carne, fresca ó añeja.

Si se considera además de esto que la hipótesis de analogía entre la electricidad y el fluido nervioso no tiene base empírica, y que estos dos fluidos difieren totalmente el uno del otro con respecto á los cuerpos que les conducen y aíslan, no queda ya ningún motivo para admitir la teoría de Prevost y Damas, ó cualquiera otra que se funde en la electricidad. Como las fibras musculares parecen acortarse entre las asas nerviosas de los músculos, es probable que los puntos de estos últimos que sienten mas particularmente la influencia nerviosa, se atraigan dando lugar por esto á la flexion en zig-zag de las fibras. Los engrosamientos regulares de los haces primitivos de los músculos que he observado muchas veces con el microscopio en los insectos, indican tambien que se verifican además atracciones en el sentido de la longitud entre partes mucho mas pequeñas de las fibras musculares. Esta segunda atraccion depende igualmente de que las fibras musculares estan puestas por el principio nervioso en un estado que permite á sus partes atraerse. Pero no es posible ir mas lejos en el estado presente de la ciencia. La actitud que el tejido contractil de los oscilatorios, de los *Mimosa* &c., y el tejido contractil animal susceptible de resolverse en cola tienden á encorvarse, á contraerse y á acortarse, parece pertenecerles en propiedad como á los músculos, por una consecuencia natural de su estado vivo. Pero las fibras musculares difieren de estos tejidos en que el estado vivo que les permite no se realiza nunca sino por el efecto ó cambio del principio nervioso.

Schwann se ha ocupado de los experimentos que tienden á descubrir la ley según la cual la fuerza de un músculo disminuye ó aumenta con su contraccion. Operaba en el músculo gastronémio de las ranas, á beneficio del procedimien-

to siguiente; fija una rana en una tablilla de modo que su muslo esté horizontal, su pierna enderezada perpendicularmente, y su pie encorvado en dirección horizontal. Hecho esto, se corta el nervio ciático en lo alto del muslo, y se le disecciona hasta la pierna, respetando cuánto sea posible los vasos, de manera que quede pendiente lateralmente y que se le pueda colocar sobre dos hilos metálicos que atraviesen la tablita, los cuales se dirigen desde luego en sentido horizontal, encorvándose después perpendicularmente hacia abajo. De estos dos hilos, que no están juntos, el uno va á parar á uno de los polos de un par de chapas galvánicas, y aplicando el otro ligeramente á un hilo que viene del otro polo, puede ponerse en comunicacion con este. La piel de la pierna permanece intacta, excepto una pequeña incision en el talon por la cual se hace salir el tendon del músculo gastronemio, después de haberle cortado en la pata. Se fija en este tendon un hilo que sube perpendicularmente hacia uno de los brazos de una balanza en donde se le ata. Del otro lado de la balanza pende un platillo. El primer brazo, que comunica con el músculo, es seis veces mas largo, por medio de un hilo metálico recto que se le ha atado, á fin de que una pequeña contraccion del músculo produzca un gran movimiento del fiel de la balanza. Se carga entonces el platillo de modo que arrastre un poco el brazo opuesto, manteniéndose la estremidad de este último por una barilla horizontal, que le permita bajarse, pero que le impida subir mas arriba. Por medio de una disposicion particular esta barilla puede fijarse mas arriba ó mas abajo, y una escala indica la estension del cambio que sufre; estando dispuesto el aparato de modo que el brazo largo de la balanza se encuentre un poco por encima de la línea horizontal, y fijo el músculo de manera que quede un poco tenso, se hace obrar sobre el nervio ciático un par de chapas de una pulgada cuadrada de superficie. La contraccion del músculo hace descender el brazo de la balanza. Se fija entonces la barilla horizontal bastante baja para que al contraerse el músculo no pueda ya alejarse de ella el brazo de la balanza sino una cantidad mínima. El débil exceso de peso del platillo, siendo considerado como igual á cero, se tiene allí el mayor grado de contraccion. Schwaun ha observado que cuando ponía entonces algun peso sobre el platillo, el fiel de la balanza ya no corria; de consiguiente, en este punto

de contraccion, la fuerza del músculo era = 0; pero si se fijaba la varita horizontal mas baja, se llegaba á encontrar un punto en el que el fiel se movia. Y así, en este débil grado de contraccion, la fuerza del músculo era igual al peso puesto en la balanza; pero el quantum del acortamiento era la sesta parte de lo mas alto que se habia fijado la varilla. Si entonces se ponía un peso doble del precedente era menester trasladar de nuevo la varilla mas arriba todavía, para que el músculo pudiese mover el fiel. En este punto, la fuerza del músculo era doble de la del caso precedente, y el grado de acortamiento podia encontrarse en la escala. Así, este aparato permitia comparar la fuerza desplegada por el músculo, bajo la influencia de una irritacion determinada, con su acortamiento. Schwann tenia la precaucion de hacer obrar las irritaciones á intervalos iguales, y despues de cada serie de esperimentos examinaba si el músculo se contraía todavía sin peso hasta el mismo punto que el anterior, es decir que repetía el esperimento en sentido inverso: así, por ejemplo, observaba el estado del instrumento á cero, despues á cincuenta, despues á ciento, y en seguida á cincuenta y cero del peso, y tomaba el medio entre todos los números dados por un mismo peso. Siguiendo esta marcha, ha obtenido los resultados siguientes en una rana, en la cual se hicieron los esperimentos en invierno, durante doce horas con algunas interrupciones entre cada uno (1).

1.^{er} *Esperimento.* La escala marcaba de 14,1 á 0 granos de peso, de 17,1 á 60 granos, de 19,7 á 120, de 22,6 á 180. Por consiguiente, cuando la fuerza del músculo crecia cada vez 60 granos desde su mas fuerte contraccion hasta una débil, la diferencia de la longitud del músculo, segun los diferentes puntos correspondientes á cada una de estas fuerzas, era de 3,0 entre 0 y 60 granos, de 2,6 entre 60 á 120 granos, de 2,1 entre 120 y 180 granos, despues del esperimento, el músculo se contraía de nuevo hasta 13,7 cuando no habia peso en el platillo.

2.^o *Esperimento.* Cuando no se ponía peso en el plati-

(1) *Cons.* á Valentin (*Physiologic*, t. II, p. 183), el cual ha modificado el aparato de Schwann, á fin de hacer desaparecer algunos vicios que tenia.

llo, el músculo se contraía de tal modo que la escala marcaba 13,5; á 100 granos, 18,8; á 260 granos, 25,4. Por consiguiente, mientras que la fuerza crecía de 0 á 100, el músculo se alargaba 5,3, y mientras que iba de 100 á 120, se alargaba 4,6. Despues del experimento, el músculo se acortaba sin peso 14,4.

3.^{er} *Experimento.* La escala marcaba 13,7 á 0 granos; á 50 granos, 18,7; á 100 granos, 20,3; despues á 50 granos, 17,7, y á 0 15,4. Si se toma el término medio de los números correspondientes á las diversas longitudes, se ve que la diferencia de longitud del músculo era de 4,3 cuando llevaba 0 y 50 granos de peso, y de 2,1 entre 50 y 100 granos.

4.^o *Experimento.* La escala marcaba 13,5 á 0 granos, 19,1 á 100 granos, 23,2 á 200 granos. La diferencia de la longitud del músculo entre los puntos en que llevaba 0 y 100 granos estaba, pues, entre los puntos en que llevaba 100 y 300 granos :: 5, 7 : 3, 1.

5.^o *Experimento.* La escala marcaba 16,8 á 100 granos, 12,7 á 10, despues 16,1 á 100, 18,7 á 200, á continuacion 16,1 á 100, y en fin 11,7 á 0 granos. Las diferencias medias de longitud entre los puntos en que el músculo llevaba 0 y 100 granos, y aquellos en que llevaba 100 y 200 granos, eran pues :: 4, 1 : 2, 4.

Así, en los dos primeros experimentos, mientras que la fuerza del músculo crecía en igual cantidad, su longitud aumentaba aproximativamente del mismo modo. En los tres últimos, el músculo no se alargaba á proporcion que su fuerza crecía, sino segun una proporcion mas fuerte cuando habia menos peso en el platillo. Los otros experimentos hechos por Schwann le han dado absolutamente el mismo resultado. Y así, en los que se verificaron lo mas pronto posible despues de la preparacion de la rana, por consiguiente en una época en que el estado normal estaba menos trastornado, se obtuvo por principio que la fuerza del músculo disminuía en razon directa de su contraccion. Quanto mas tiempo pasaba entre la operacion y el experimento, tanto mas diferentes eran los resultados. Se puede, pues, sacar en consecuencia que la ley se aplica exactamente al estado normal. Esta ley es la que rige á los cuerpos elásticos. Refuta toda teoría que tiende á esplicar la contraccion de los músculos por una atraccion de sus moléculas ejercida en virtud

de una de las fuerzas atractivas que conocemos, cuya accion es tal que la fuerza de atraccion crece en proporcion de la aproximacion de las moléculas, ó para hablar con mas precision, en razon inversa del cuadrado de la distancia; pues que, cuando la fuerza atractiva de las moléculas del músculo es bastante grande para que puedan aproximarse con tal que esten muy separadas unas de otras, aumenta todavía cuando las moléculas se han aproximado ya un poco, es decir, cuando el músculo se ha acortado. En su longitud normal es cuando el músculo deberia desplegar menos fuerza, y esta deberia crecer á medida que se acortase, de modo que se llegase al mas alto grado de intensidad cuando la contraccion llegase á su último término. Pero los esperimentos de Schwann demuestran que sucede precisamente lo contrario, pues cuando el músculo tiene su longitud normal es cuando su fuerza es mas considerable, y en el mas alto grado de contraccion es igual á 0. La teoría de Prevost y Dumas tampoco podrian conciliarse con esta ley. La corriente eléctrica, que sponen en los nervios, escita una corriente magnética trasversal, que atrae la fibra muscular; pero esta fibra deberia ser atraida con tanta mas fuerza cuanto mas aproximada estuviese á la direccion de la corriente, pues la atraccion magnética crece á medida que el objeto atraido se aproxima. Por consiguiente, la fuerza del músculo deberia crecer, igualmente aquí, con su acortamiento. La hipótesis de Meissner está mas acorde con la ley. No es una atraccion directa la que verifica allí el acortamiento del músculo, sino una repulsion de las moléculas en la direccion trasversal del órgano, así que, cuanto mas se acorta el músculo, tanto mas aumenta la distancia entre las moléculas que se repelen, y menos grande debe ser la fuerza con que continuan repeliéndose. Por consecuencia la fuerza disminuye aquí realmente con el acortamiento. Pero Schwann ha calculado matemáticamente que, en esta hipótesis, la fuerza no podria disminuir en razon directa del acortamiento.

Terminando esta discusion, me parece necesario hacer observar que todo cambio sufrido en el estado de los nervios musculares, cualquiera que pueda ser la causa, tiene por consecuencia la conmocion del músculo. La cerradura y abertura de la cadena galvánica, la destruccion repentina del nervio, la quemadura, la influencia química, los

tirones, todas estas causas parecen dar al principio imponderable de los nervios una impulsión en virtud de la cual se lanza hácia los músculos por una corriente ó por oscilaciones, y que por otra parte la influencia exterior exalta ó disminuye la fuerza vital del nervio. Por esto es por lo que pueden sobrevenir algunas convulsiones en todos los estados de las fuerzas vitales, aun en el tiempo en que estan reducidas á su menor espresion, pues que el principio nervioso es susceptible, aun antes de apagarse, de desplegar su aptitud con este movimiento progresivo ú oscilatorio, y entrar en movimientos desde que cambia el estado del nervio. Esto nos prueba bien que hay una diferencia total entre la irritacion y aumento de la fuerza vital, que se puede irritar un cuerpo animal hasta el punto de causarle la muerte, y que los narcóticos, destruyendo la potencia vital de los nervios, cuyo estado material cambian tan violentamente, pueden sin embargo todavia provocar algunos síntomas de irritacion no menos pronunciados.

SECCION II.

DE LOS DIFERENTES MOVIMIENTOS MUSCULARES.

CAPITULO PRIMERO.

DE LOS MOVIMIENTOS INVOLUNTARIOS Y VOLUNTARIOS.

Entre todas las diferencias que pueden presentar los movimientos musculares, la mas sorprendente es la que se observa entre los músculos que obedecen á las órdenes de la voluntad y los que no las reconocen. Sin embargo, cuando se profundiza el motivo, se encuentra esta distincion menos natural de lo que á primera vista parece. Las diferentes formas anatómicas del tejido muscular no hablan en su favor. Hay además de esto muchos movimientos involun-

tarios de los músculos que están sometidos á la voluntad, algunos de los cuales no tienen un ritmo menos pronunciado que los del corazón. Si ciertos músculos están enteramente fuera de la influencia de la voluntad, no son por esto estraños á los estados del alma, y la división tan generalmente admitida por los fisiólogos ha perdido mucho interés desde que se sabe que los nervios ejercen tanto imperio sobre los movimientos involuntarios como sobre los otros. Las consideraciones anatómicas tampoco hablan en su favor. Aunque los músculos de la parte orgánica del cuerpo se distinguen de los otros por el estado cilíndrico de sus fibras y la ausencia de las estrías trasversales en los haces primitivos, y no reconocen las órdenes de la voluntad, sin embargo, la vejiga urinaria, que es susceptible de algunos movimientos voluntarios, no podría separarse de ellos bajo el punto de vista de su estructura. Los hacecillos de las fibras del iris no tienen arrugas trasversales; no obstante se puede mover el iris voluntariamente volviendo el ojo hácia la nariz. Por otra parte, aunque los músculos de la parte anterior del cuerpo se distinguen por las arrugas trasversales de sus manojos primitivos y están sometidos á la voluntad, el corazón establece una segunda escepcion, pues que su estructura le aproxima á estos, y el carácter involuntario de sus movimientos, le coloca en la categoría de los precedentes. El color de los músculos no está tampoco conforme con esta división. Los músculos voluntarios son generalmente rojos; aunque hay algunos también rojos en los pescados, la mayor parte son pálidos. Los músculos contractiles involuntariamente son pálidos; en cuanto al mayor número, como los de los intestinos; pero los de la molleja de las aves y del corazón tienen un tinte rojo obscuro, y la túnica muscular de la vejiga que obedece á la voluntad, es tan pálida como la del intestino. Esta diferencia de coloración no depende ciertamente del mayor ó menor número de vasos sanguíneos ni de la materia colorante de la sangre. La sustancia misma de las fibras musculares, que tiene de común con la materia colorante de la sangre hacerse mas roja al aire, parece ser la causa de esta particularidad. A la verdad, la división de los músculos en voluntarios é involuntarios estriba mas sobre las razones sacadas del sistema nervioso que en los motivos tomados de los mismos músculos; pero aquí el iris y la vejiga urinaria presentan

todavía algunas dificultades. En fin, si se considera que ciertos músculos, que en el fondo están sometidos á la voluntad, se contraen sin embargo continuamente sin concurso de su parte, como el esfínter del ano; que algunos de los de la parte animal del cuerpo son susceptibles de movimientos voluntarios en un pequeño número de hombres solamente, como el cremáster; que todos los músculos de la voluntad están frecuentemente sometidos á algunos movimientos involuntarios, sea por reflexion sea por asociacion, como en la risa, bostezo, suspiro, y mas todavía en las pasiones; se encuentra que hay bastante razon para adoptar una division cuyos elementos se refieren mas á causas internas de los distintos movimientos. Como el establecimiento del órden de los movimientos involuntarios se funda en un carácter puramente negativo, algunos fisiólogos han admitido una distincion mejor, la de los movimientos automáticos y voluntarios. Hay tantas especies de movimientos involuntarios diferentes bajo el punto de vista de las causas, que esta division no parece ser tampoco de grande utilidad. En efecto, ¡cuánta diferencia hay entre los movimientos automáticos y rítmicos del corazón y músculos respiratorios, y los movimientos reflejos!

La clasificacion siguiente es la que parece hacer resaltar mejor las causas distintas de los movimientos musculares.

Movimientos determinados por algunas irritaciones heterogéneas, esternas ó internas.

Entiendo por irritaciones heterogéneas todas las causas del movimiento, esceptuando la simple impulsión del mismo principio nervioso. Generalmente hablando, estas irritaciones no obran en estado de salud: hay, sin embargo, casos en que son normales, como la influencia de la bilis y excrementos sobre los movimientos del intestino, la de la orina sobre la vejiga &c. Un cambio del estado de los nervios musculares es una condicion necesaria al movimiento. Poco importa que la causa llegue á los nervios de las partes centrales del sistema nervioso, de sus vasos ó del exterior. Todos los músculos de la parte animal y de la parte orgánica del cuerpo son susceptibles de estos movimientos: tienen lugar involuntariamente cuando los músculos de donde provienen obedecen

ó no por otra parte á la voluntad. La irritacion puede ejercerse sobre tres puntos diferentes.

1.^o Sobre el mismo músculo. En este caso los nervios que se distribuyen por él son afectados los primeros, y la convulsion sucede como consecuencia inmediata. El corazon, el tubo intestinal, la vejiga, todos los músculos sustraídos á la voluntad, como todos los que la obedecen, se contraen por la accion de una irritacion exterior. La sola diferencia consiste en que las irritaciones exteriores no determinan siempre en los músculos orgánicos dependientes del nervio gran simpático convulsiones rápidas ó instantáneas como las que provocan en los músculos del sistema animal, y en que unas veces la contraccion á la cual dan lugar se establece y crece con lentitud, como en el intestino y matriz de los animales, no llegando á su maximum sino mucho despues que ha cesado la irritacion y sobreviviendo á esta última, y otras, el modo y la rapidez del ritmo de los órganos que observan en sus contracciones, como el corazon, se encuentran cambiados por un espacio de tiempo mas ó menos largo. La propagacion del movimiento del principio nervioso parece, pues, verificarse con mucha mas lentitud en el gran simpático que en los nervios de la vida animal, cuya irritacion determina algunos efectos instantáneos que no tienen mas duracion que en esta última.

2.^o Sobre el nervio. La irritacion de la porcion del nervio situado fuera de los músculos tiene el mismo resultado que la que recae sobre este último. El hecho se verifica constantemente en cuanto á los nervios de la vida animal, pero en cuanto á lo concerniente á los de la vida orgánica, no se le ha descubierto sino en estos últimos tiempos. Humboldt ha llegado á cambiar los latidos del corazon por la galvanizacion de los nervios cardiacos, y Burdach por la aplicacion de la potasa cáustica al gánglio cervical inferior. Despues de haber puesto al descubierto el conducto intestinal de un conejo, he reanimado el movimiento peristáltico que estaba ya apagado, galvanizando el gánglio celiaco por medio de la pila. Pero tocando el gánglio con la potasa cáustica, se demuestra el hecho del modo mas fácil y evidente. Este es uno de los mejores experimentos de la fisiologia. Cuando los movimientos del intestino de un conejo, que la impresion del aire hace desde luego mucho mas vivos, comienzan á calmarse, si se aplica la potasa

caústica sobre el gánglio celiaco, se reproducen muy luego con un aumento de intensidad. Todavía se percibe allí que el movimiento del principio nervioso es mas lento, pero mas persistente, en el nervio gran simpático, pues que el movimiento del intestino no llega á su maximum sino al cabo de algunos instantes, y persiste mucho tiempo.

3.^o Sobre los órganos centrales. La aplicacion de los irritantes á los órganos centrales ocasiona los mismos resultados. Los movimientos se verifican siempre en los músculos cuyos nervios dependen de la parte irritada del cerebro ó de la medula espinal. Segun los experimentos de Wilson Philip, el movimiento del corazon puede cambiar por la irritacion de una parte cualquiera del encéfalo ó prolongacion raquídea, mientras que la de ciertas partes de estos órganos ocasiona siempre algunas convulsiones en ciertos músculos. Pero hay una diferencia importante que depende de la naturaleza de la irritacion material. Ciertas influencias determinan algunas convulsiones, cuando se las pone en contacto con los músculos, con los nervios ó con los órganos centrales; tales son los estímulos mecánicos, el calor, la electricidad, los álcalis &c. Otros no las provocan sino cuando obran sobre los centros del sistema nervioso por el intermedio de la circulacion, como los narcóticos. Un narcótico puede, cuando se le aplica sobre un músculo, ó un nervio, apagar de una manera local la irritabilidad de este órgano, pero entonces nunca da lugar á convulsiones, mientras que las determina muy violentas cuando obra por la sangre sobre el cerebro ó la medula espinal, y lo que prueba que, en este caso, la causa de los fenómenos convulsivos tiene su sitio en los órganos centrales, es que cortando los nervios del miembro que está en convulsion, cesa el tétanos en todas las partes cuyos cordones nerviosos no comunican ya con la medula espinal.

Movimientos automáticos.

Con este nombre se comprenden todos los movimientos que, independientes de las acciones del alma, son continuos ó afectan un ritmo regular, y que tanto unos como otros, dependen de causas naturales compatibles con la salud, siendo su sitio los nervios ú órganos centrales. Los movimientos rítmicos se dividen en dos clases, segun que su

principio reside en el gran simpático ó en los órganos centrales del sistema nervioso. Nunca tienen su origen los movimientos rítmicos regulares solo en los nervios de la vida animal.

Movimientos automáticos que dependen del nervio gran simpático.

1.^o Músculos cuyos haces primitivos ofrecen algunas arrugas transversales. El corazón.

2.^o Músculos cuyos haces primitivos no presentan arrugas transversales. El tubo intestinal, la matriz y la vejiga urinaria.

Los movimientos automáticos de los primeros son pronto, instantáneos, y se suceden con rapidez, como en los músculos de la vida animal provistos de estrias transversales. Los de los segundos son lentos; las convulsiones no llegan nunca á su maximum sino poco á poco, duran bastante tiempo, y los periodos de reposo son mucho mas largos. Se ignora si esta diferencia depende de la estructura de las fibras musculares ó de la influencia nerviosa. Lo que inclina á pensar, hasta cierto punto, que depende de la primera circunstancia, es que la vejiga urinaria, aunque móvil en virtud de la voluntad, difiere con todo de los músculos voluntarios en que sus movimientos no pueden afectar el carácter convulsivo. Por lo demás, no se encuentran comprendidos aquí entre los movimientos automáticos sino porque crecen de una manera periódica cuando el receptáculo está lleno. En los movimientos automáticos del sistema orgánico, se observa por todas partes cierta sucesion de contracciones; una de las partes del órgano se contrae mas pronto que la otra, y el movimiento marcha con regularidad, siguiendo cierta progresion, hasta que se completa el periodo. En el corazón de la rana principia en las venas cavas, despues se propaga á las aurículas, á los ventrículos y al bulbo de la aorta. En el tubo intestinal marcha de arriba á bajo de una manera vermiforme, y apenas ha pasado un periodo enteramente cuando principia el segundo, comenzando las partes á contraerse de nuevo en el mismo orden. El movimiento rítmico principia en el esófago, cuya parte inferior, segun

las observaciones de Magendie y mías, se aprieta, dilatándose despues de tiempo en tiempo. En el estómago el movimiento es proporcionalmente muy débil. Presenta tambien un carácter vermiforme en la matriz, al menos despues de la aplicacion de los irritantes, como lo he visto en los ratones; por otra parte los movimientos de la matriz no se observan sino durante el parto; y es raro que, durante el embarazo se los observe débiles, teniendo la apariencia de espasmos. Cuando los irritantes obran sobre algunos órganos dotados de movimientos automáticos, estos conservan generalmente su órden normal de sucesion; solamente cuando la irritacion crece mucho es cuando la sucesion cambia, y se ve sobrevenir un movimiento anti-peristáltico; pero este puede tambien manifestarse en medio de los accidentes cerebrales, cuando la influencia nerviosa acaba de suspenderse. Siempre que algunos órganos susceptibles de movimientos automáticos son irritados, el período cambia tambien, y los movimientos se hacen mas intensos; el corazon late con mas fuerza y frecuencia cuando una irritacion esterna ó interna obra sobre él. Si las enfermedades fuertes y agudas impresionan vivamente los órganos centrales, á cuyas consecuencias se da el nombre de fiebre, no solamente el corazon se mueve con mas frecuencia, sino que aun el modo de contraccion de las fibras ha cambiado, lo que hace el pulso duro: tambien permanece el pulso duro, fuerte y frecuente, ínterin las fuerzas conservan su integridad. A medida que estas disminuyen, subsistiendo la enfermedad en los órganos centrales, es cierto que los latidos del corazon no vuelven á su estado normal, de modo que el pulso queda duro; pero estos latidos pierden su fuerza, y el pulso se hace débil aumentando su frecuencia. Un pulso duro, fuerte y frecuente, anuncia, pues, en las enfermedades agudas, una viva impresion en los órganos centrales, sin cambio esencial de las fuerzas vitales; un pulso duro, débil y frecuente es el signo de una pérdida de fuerzas proporcionada al aumento de este síntoma. En muchas afecciones sin inflamacion, las afecciones de los órganos centrales quedan suspensas, como en el síncope y apoplejía. Las irritaciones externas é internas del tubo intestinal hacen su movimiento mas fuerte y rápido, como se observa cuando está abierta la cavidad abdominal, ó en el caso de irritacion de la membrana mucosa.

sa (diarrea). Las irritaciones raquídeas ocasionan algunos movimientos automáticos espasmódicos del tubo intestinal á consecuencia de las irritaciones del gran simpático, como lo prueban los resultados de la aplicacion de la potasa cáustica sobre el gánglio celiaco de los conejos.

Muchos de los órganos que ejecutan algunos movimientos automáticos tienen esfínteres. Mientras que las contracciones de estos órganos crecen periódicamente, los esfínteres estan continuamente cerrados como el de la vejiga, ó el orificio de la matriz antes del parto. Pero á fuerza de empujar su contenido hácia el anillo muscular que cierra la salida, los conductos acaban por vencer la resistencia de este y dilatarle. El antagonismo de los conductos y de los esfínteres depende evidentemente menos de los aparatos musculares que del modo de accion nerviosa ejercida sobre unos y otros. Este modo de ser es la causa de que el cuello uterino y el esfínter de la vejiga permanezcan cerrados mientras que los movimientos de los sacos crecen periódicamente, en la matriz bajo la forma de dolores, y en la vejiga bajo la de deseos de orinar. Admitiendo como lo hacia Reil, una polaridad entre el fondo y cuello de la matriz, no se aclara mas este asunto. La distension de los esfínteres parece efectuarse en gran parte por consecuencia de la presion ejercida sobre ellos, el hocico de tenca se abre, como el esfínter del ano cede á la presion de los excrementos. Despues de la espulsion del contenido vuelven poco á poco sobre sí. Esta contraccion parece no ser periódica en los esfínteres y sí en los sacos; los dolores que las mujeres sienten despues del parto son la espresion de estas contracciones rítmicas.

La causa final de las contracciones rítmicas de los músculos orgánicos depende del modo de ser del choque entre los músculos y el nervio gran simpático (y no los centros del sistema nervioso). Estos movimientos automáticos difieren esencialmente en esto de los músculos de la vida animal. El corazon continúa sus movimientos rítmicos, aun despues de haber sido separado del cuerpo; no dependen de la sangre, pues que se ejecutan con no menos regularidad en el corazon que no contiene este líquido; tampoco dependen de irritacion del aire, porque continuan en el vacío. El movimiento peristáltico, en el tubo digestivo, persiste despues de la escision del conducto, y se le ha visto perma-

necer, en el oviducto arrancado del cuerpo de la tortuga, hasta la espulsion de los huevos.

Los nervios orgánicos que se distribuyen por la sustancia muscular, ejercen el principal papel en estos movimientos automáticos de las partes separadas del cuerpo, y los músculos que los ejecutan no se contraen de una manera rítmica independiente de los nervios, como lo creía Haller. Se puede sacar esta consecuencia de los resultados del exámen á que me he dedicado anteriormente y del cual se sigue que el choque de los nervios y músculos es necesario para el desempeño de la contraccion muscular, como tambien del hecho que el modo de ser de la contraccion del tubo intestinal cambia, por un espacio de tiempo bastante largo, cuando se aplican algunos irritantes, por ejemplo la potasa cáustica, al gánglio celiaco. La causa del ritmo puede residir ó en las fibras musculares ó en las nerviosas. Si tiene su sitio en las fibras musculares, la accion del principio nervioso es continua, pero las fibras del corazon pierden la facultad de contraerse despues de cada contraccion instantánea, y la recobran por el efecto de un reposo muy corto, durante el cual el principio nervioso obra sobre ellas de nuevo. Si la causa del ritmo reside en las fibras nerviosas, la receptibilidad de las fibras musculares es continua, y el principio nervioso no afluye sino de un modo periódico por el efecto de las causas inherentes á los nervios. La primera hipótesis, segun la cual el corazon perderia á cada instante, ú ochenta veces por minuto, su aptitud para volver á sentir la influencia del principio nervioso, para recobrarla tantas veces en el mismo tiempo, es inverosímil, pues que todos los demás músculos se mueven de un modo durable cuando la irritacion persiste. Tan pronto restablecimiento de la receptibilidad por el efecto del solo reposo no es menos improbable, atendiendo á que para restablecer en los músculos fatigados la aptitud á volver á sentir de nuevo las irritaciones, es menester no solamente reposo, sino tambien la influencia de la sangre en circulacion. Pero el corazon continúa sus movimientos rítmicos aun cuando sus cavidades estén vacías de sangre y se le haya separado del cuerpo, de modo que la sangre arterial no puede ya desaguar en sus capilares.

La segunda hipótesis, segun la cual la receptibilidad del corazon es permanente, aunque periódica la accion del prin-

cipio nervioso sobre el órgano, renne mas probabilidades en su favor. Merece, pues, que la examinemos mas por menor.

Obrando sobre el gánglio celiaco, se puede hacer volver á tomar el carácter peristáltico al movimiento ya apagado del conducto intestinal, y por consiguiente darle su ritmo é imprimirle mayor fuerza. De aquí parece resultar que este gánglio toma parte en la produccion del movimiento ritmico. Pero como en el experimento, la potasa cáustica le destruye y le hiere de muerte, aunque los movimientos ritmicos provocados persisten durante largo tiempo, es menester que las porciones de los nervios intestinales que rodean el gánglio posean tambien esta facultad, y gocen de ella efectivamente, pues que el tubo intestinal separado del mesenterio conserva todavia la aptitud al movimiento peristáltico. La influencia que el gánglio celiaco ejerce en la produccion de los movimientos periódicos debe pertenecer igualmente á los nervios orgánicos que se distribuyen por los músculos de la vida orgánica, con tanta mas razon cuanto que examinando con cuidado los ramos del gran simpático, se descubren en él muy frecuentemente pequeños engrosamientos secundarios diseminados sin regularidad. Retzius ha visto algunos gánglios pequeñitos en los filetes del gran simpático que van al nervio trigémino (1). Yo he hallado igualmente en un ramo de comunicacion entre el gran simpático y uno de los nervios dorsales unos muy pequeñitos que no eran visibles sino con la lente. Los ramos del plexo hipogástrico que he visto distribuirse, en el caballo y en el hombre, en la parte mas posterior de los cuerpos cavernosos del miembro, presentan tambien á cierta distancia de su entrada, pequeños engrosamientos ganglionares, que estan colocados en las inmediaciones de la estremidad posterior de la próstata. Cuando se examina con cuidado la grande estension del nervio simpático, no es raro que se descubran pequeños gánglios, separando los haces fibrosos unos de otros. Reimak ha aislado muchas veces en el trayecto de los nervios simpáticos unos ganglicitos que se distinguen muy bien á simple vista. Schwann los ha percibido separados unos de otros

(1) *Isis*, 1827.

por grandes distancias en los filetes microscópicos del gran simpático en el mesenterio del *Bufo igneus*. Es necesario no confundir estos ganglicitos con las nudosidades de las fibras primitivas del gran simpático, observadas por Ehrenberg.

En vista de cuanto precede, mi conclusion es esta: el movimiento automático de los músculos orgánicos depende desde luego, como todo movimiento voluntario, de la impulsión del principio nervioso, lo cual ha sido demostrado; la causa del ritmo de este movimiento no está en la naturaleza de las fibras musculares sino en la del sistema nervioso que pertenece propiamente á los músculos orgánicos, lo que tambien ha sido probado; el gánglio celiaco puede, cuando está irritado, determinar algunos movimientos peristálticos del intestino, lo que ha sido igualmente demostrado; la naturaleza ganglionar del gran simpático parece continuarse en todas las ramificaciones de este nervio, y la aptitud del intestino á los movimientos peristálticos persiste aun cuando este órgano haya sido separado del mesenterio; y así los filetes del gran simpático que se distribuyen por el conducto intestinal pueden todavía provocar algunos movimientos periódicos. Cuanto hay de positivo en los movimientos peristálticos del intestino, lo hay tambien en los movimientos rítmicos del corazón: el primer movimiento del corazón, cuando se encuentra todavía reducido á la simple condicion de una vejiguilla, es peristáltico. Parece, pues, que la aptitud del nervio gran simpático para determinar algunos movimientos periódicos pertenece no solamente á sus gruesos gánglios, sino tambien á sus menores partes que se distribuyen en el interior de los órganos; y esto explica por qué el corazón, el conducto intestinal, y el ovario de la tortuga continúan guardando un ritmo determinado de movimiento despues que se los ha separado del cuerpo.

Preséntase una cuestion: ¿es posible explicar de una manera satisfactoria, por medio de una hipótesis, cómo es que la impulsión del principio nervioso en las partes por donde el gran simpático distribuye sus filetes observa un ritmo en su acción interrumpida? Las hipótesis son permitidas en una ciencia exacta y que estriba en los hechos, siempre que no se puede llegar á una explicación definitiva: es menester solamente que la teoría hipotética no sea contraria á los hechos, que se concilie, al contrario, con ellos, y que abra

un campo nuevo á ulteriores investigaciones. Lo que sigue me parece ser una hipótesis de este género.

Supongamos que algunas corrientes del principio nervioso imponderable tengan lugar continuamente en el nervio gran simpático, desde el centro, ó punto de su origen, hasta la periferia y órganos. ¿Cómo es que, de continuo se hace periódico el movimiento? La mecánica nos ofrece muchos ejemplos de tal trasformacion. Tomemos una comparacion de un fluido imponderable. Cuando se aproxima hasta cierta distancia del electrómetro de Bohnemberger un cuerpo cargado de electricidad, la lámina de oro se inclina hácia una de las columnas; si la corriente eléctrica que llega al electrómetro es bastante fuerte, la lámina de oro es atraida hácia el pilar hasta el punto de entrar de repente en contacto con él; si la corriente no es bastante fuerte, la lámina permanece cargada, y oscila hácia una de las columnas, sin llegar á ellas. La electricidad queda allí encadenada, á pesar de la tendencia de los dos fluidos á reunirse. Hasta que nuevas cantidades de electricidad llegan del exterior á la lámina no se nota el maximum, término en que esta no puede ya retener el fluido de que se encuentra cargada, y le abandona repentinamente al pilar. La remision continua de chispas que una máquina eléctrica, que no cesa de girar, hace á un conductor poco distante de ella, es mas instructiva todavía bajo este aspecto. El semi-conductor comprendido entre el conductor de la máquina y el que se le ha aproximado, es decir, el aire atmosférico seco, impide á la electricidad, excitada continuamente en la máquina, salirse por un movimiento continuo: tambien se descarga periódicamente sobre el conductor cada vez que se acumula en gran cantidad para poder atravesar el semiconductor. Lo que aquí refiero no es mas que una imágen: no es mi objeto comparar á la electricidad el principio que obra en los nervios, y creo aun haber refutado suficientemente toda hipótesis que se funde en un paralelo semejante. Pero la imágen da un medio de formarse una idea aproximada del modo de ser del movimiento del principio nervioso en los nervios simpáticos. Se han comparado muchas veces los gánglios del gran simpático á unos semi-conductores. Hemos visto que el principio nervioso se mueve con mucha mas lentitud en este nervio que en los de la vida animal. Este es un hecho; porque cuando se toca con lapotasa cáustica el gánglio celiaco de un conejo cuyo tubo

intestinal principia á no dejar percibir el movimiento peristáltico, al cual la accion del aire le habia ya comunicado una doble energía, algunos segundos bastan para dar una nueva fuerza á este movimiento, pero no llega á su maximum sino mucho mas tarde, y dura en general mucho tiempo. Esta lentitud del movimiento del principio nervioso en el nervio gran simpático indica un obstáculo á la trasmision, que no existe en los nervios de la vida animal, en donde la reaccion del músculo sucede á la irritacion del nervio con una rapidez tal que no se la puede medir. Se pueden, pues, comparar los nervios simpáticos á unos semiconductores ó semiseparadores, considerando la causa que retarda y aísla en los gánglios ó en las mismas fibras nerviosas. Concedido esto, se ve por qué la trasmision del fluido se verifica ó crece de una manera periódica. Las partes ganglionares del gran simpático, que obran como semiconductores, procuran retener el fluido nervioso. La corriente general que sigue la distribucion periférica de los nervios, tiende, al contrario á empujarle hasta los músculos orgánicos.

Quando ciertas partes ganglionares del gran simpático, que obran como semiconductores, han detenido cierta cantidad del principio nervioso, le retienen hasta que llega al maximum que pueden contener; entonces le abandonan repentinamente á los músculos orgánicos, y vuelve á empezar la accion. Si este fenómeno tiene lugar en el nervio gran simpático hasta su distribucion periférica en los músculos, los gánglios que se repiten en pequeño en diferentes veces, deben desempeñar allí un papel principal, como semiconductores ó aisladores imperfectos del principio nervioso. Repito además que me abstengo absolutamente de identificar el fluido nervioso y el fluido galvánico, pues los aisladores y los conductores del primero no son los del segundo.

Los movimientos que dependen del nervio gran simpático no tienen todos un tipo intermitente; algunos, como los de los esfínteres le tienen continuo. La trasmision aquí del principio nervioso, no permite interrupcion. El esfínter de la vejiga es casi siempre activo y su actividad no se interrumpe sino por cortos espacios de tiempo. Es digno de notarse que este efecto tiene lugar precisamente en un órgano cuyos nervios pertenecen no solo al sistema orgánico, sino tambien al sistema animal, quienes permiten al prin-

cipio nervioso formar una corriente continua. La vejiga urinaria recibe sus nervios á la vez del plexo hipogástrico y de los pares sacros tercero y cuarto. La contraccion continua de su esfínter, depende menos del gran simpático que del sistema animal y de los órganos centrales. La contractilidad de este músculo es aniquilada en las enfermedades del cerebro y de la medula espinal. Mientras que los movimientos colocados bajo la influencia esclusiva del nervio gran simpático se mantienen independientes del cerebro y de la medula espinal, y persisten aun en las partes separadas del cuerpo, el esfínter de la vejiga queda paralizado tan luego como se verifica la seccion de la medula espinal, lo mismo que el del ano, cuyos movimientos reconocen el imperio de la voluntad.

Si los nervios orgánicos tienen la facultad de retener el principio nervioso, y de no dejarle escapar rápidamente, se concibe por qué los órganos que reciben algunos filetes del gran simpático, conservan su movimiento por largo tiempo, independientemente del cerebro y de la medula espinal. Sin embargo, estos órganos nunca son independientes de las partes centrales del sistema nervioso. Después de las vigiliias prolongadas y en las enfermedades agudas que van acompañadas de una fuerte impresion en los órganos centrales, se percibe mas tarde esta influencia, que no puede pronunciarse tan pronto, sino en las partes provistas de conductores que pertenecen al sistema animal; en este caso la fuerza del corazon y de otros músculos orgánicos, se encuentra agotada.

Movimientos automáticos que dependen de los órganos centrales.

Como los mismos músculos obran en la respiracion involuntaria y en ciertos movimientos voluntarios, debería uno inclinarse á pensar que las dos especies de movimientos ejecutados por los mismos músculos son debidos á la influencia de nervios distintos. Ch. Bell ha querido establecer que uno de los movimientos puede ser abolido mientras que el otro persiste. Cuando decia á un hemipléjico que levantara los hombros, este enfermo no podia, á pesar de todos sus esfuerzos, levantar sino el del lado sano. Los movimientos voluntarios del pecho estaban abolidos en el lado enfermo,

y á pesar de esto, cuando Bell hacia ejecutar una inspiracion profunda al sugeto, se elevaba el hombro del lado enfermo tan bien como el opuesto. Este hecho prueba solamente que el hombre que tiene el poder de hacer una inspiracion profunda, posee todavía el imperio de la voluntad sobre estos músculos. Pero Ch. Bell lo explicaba diciendo que el nervio accesorio, que se distribuye por el trapecio y el esterno-cleido-mastoideo, puede ser paralizado como nervio de la respiracion, mientras que los ramos de los nervios raquídeos que se distribuyen por estos músculos conservan su accion; en esta hipótesis los dos músculos pueden perder la facultad de contribuir á la respiracion, desembarazando al pecho del peso de los hombros, sin que el movimiento voluntario quede abolido y *vice versa*. Bell practicó la seccion del nervio accesorio en un asno y observó que los músculos trapecio y esterno-cleido-mastoideo, dejaban de contraerse durante la respiracion, aunque conservaban sus movimientos voluntarios. Por lo que concierne al nervio accesorio, se puede conceder el hecho, aunque no está suficientemente demostrado, y seguramente este nervio puede tan bien como los raquídeos, provocar en el músculo trapecio movimientos puramente voluntarios. Muchos músculos respiradores, como entre otros, el diafragma, no reciben sino una sola especie de nervios, y nada autoriza á pensar que estos nervios contengan algunas fibras especiales consagradas á los músculos respiradores, y además otras encargadas de presidir á los movimientos voluntarios. Obramos sobre las mismas fibras nerviosas cuando respiramos involuntariamente segun un ritmo determinado, y cuando cambiamos este ritmo por un acto voluntario.

La causa del tipo y ritmo de estos movimientos no reside en los nervios de los músculos de la vida animal, sino en el cerebro y medula espinal. Los nervios cerebrales y raquídeos se conducen respecto á esto como simples conductores de las determinaciones emanadas del encéfalo y de la prolongacion raquídea: cuando se cortan estos conductores, el movimiento automático cesa. Tal es la relacion del diafragma y de otros músculos respiradores con sus nervios; tal es tambien la accion del esfinter del ano &c. Los movimientos automáticos de la vida animal que aquí se refieren tienen igualmente un tipo intermitente ó continuo. En el primer caso son los músculos respiratorios, y en el segundo

los movimientos de los esfínteres. Todos los movimientos de que se trata en este momento son ejecutados por unos músculos que independientemente de su movilidad automática, están sometidos todavía al imperio de la voluntad.

Movimientos automáticos del sistema animal de tipo intermitente.

A los movimientos respiratorios pertenecen los del diafragma, músculos abdominales, músculos pectorales y los de los laringeos que abren y cierran la glotis. Se juntan además á estos, en ciertas circunstancias, algunos movimientos del velo del paladar. Los nervios que entonces entran en acción son, en los casos ordinarios, el frénico, el accesorio, el vago, una gran parte de los raquídeos, y para los movimientos respiratorios de la cara, el facial. El par vago no toma sino una débil parte en los movimientos respiradores, aunque está encargado de proveer al órgano en que se efectúa el trabajo químico de la función, el pulmón; su papel en la respiración se reduce al imperio que ejerce sobre los movimientos de los musculitos de la laringe y aun provienen únicamente de los filetes que recibe del nervio accesorio. Los pulmones nada influyen en los movimientos respiratorios: toda la parte inferior del par vago, que es la más considerable, no posee la influencia motriz, aun en el estómago, y las funciones de este nervio, en los pulmones, consisten evidentemente en arreglar las sensaciones de estos órganos, en darles cierta cantidad de fibras orgánicas del gran simpático para regularizar los fenómenos químicos. Todos los movimientos respiratorios de una especie, por cualquier número de nervios que sean provocados, se verifican al mismo tiempo: deben, pues, tener una causa común: Legallois ha probado que esta causa reside en la medula oblongada. Separando esta de la medula espinal, se suspende la influencia de la primera en todos los nervios respiratorios que nacen de la segunda por debajo de la sección; toda lesión de la medula espinal que se verifica por encima del origen del cuarto nervio cervical suprime la parte que el nervio frénico toma en la respiración. La del par vago persiste, ínterin no se interese el origen de este nervio en la medula oblongada, y luego que se la corta, la glotis deja de moverse. Pero el principio de todos los movimientos res-

piratorios simultáneos se encuentran destruidos por una lesion de la medula oblongada, mientras que la lesion de las partes cerebrales situadas por delante de esta última no ofende á los movimientos rítmicos de la respiracion. La causa de la afeccion rítmica de todos estos nervios, que por otra parte son susceptibles tambien de obedecer las órdenes de la voluntad, reside, pues, en la medula oblongada, y nacen, por lo demás de esta ó del cerebro. ¿Qué idea debe formarse uno de este ritmo? ¿consiste en una sola escitacion de los músculos inspiradores, que obra periódicamente, ó bien en dos escitaciones consecutivas y alternadas, primeramente de los inspiradores y despues de los espiradores? El problema sería mas sencillo si se verificase lo primero. En efecto, la respiracion de un hombre perfectamente tranquilo, en tanto que es producida por unos movimientos vivos, no se compone sino de inspiraciones periódicas por medio del diafragma, de los músculos del pecho y de los de la laringe. La espiracion se verifica por la elasticidad y la bajada espontánea de las partes anteriormente distendidas y levantadas. La presion de los músculos, por ejemplo, de los del bajo vientre, hace aquí un papel, pero tan solamente en tanto que se dirige sobre las vísceras abdominales, que de este modo, son rechazadas hácia atrás, elevan el diafragma, y estrechan así la cavidad torácica. Algunas veces, cuando la espiracion se verifica de un modo brusco y repentino, por efecto de causas internas, la espiracion no cambia por esto de ritmo, y se efectua poco á poco como de costumbre. Sin embargo, siempre que la inspiracion se ejecuta con mas fuerza y frecuencia bajo la influencia de un estado de irritacion, el movimiento de la espiracion se hace tan activo, de modo que entonces el ritmo de los movimientos respiratorios provocado en la medula espinal ofrece dos tiempos distintos, como los latidos del corazon: en las ranas, este ritmo tiene regularmente tres tiempos; mientras que el latido del corazon presenta cuatro, desde el movimiento de las venas cavas hasta el del bulbo de la aorta. Si queremos traducir todo lo que precede al lenguaje fisiológico, es menester decir que durante la respiracion se verifica en la medula oblongada una descarga del principio nervioso hácia todos los músculos inspiradores, y que inmediatamente despues se verifica frecuentemente un movimiento, ya sea corriente ú oscilante, de este

principio hácia los músculos espiradores (1). La indagacion de las causas de este movimiento abraza dos cuestiones.

1.º ¿Qué es lo que escita á la medula oblongada á verificar estos cambios del principio nervioso hácia los nervios respiradores despues del nacimiento, puesto que nada parecido sucede en el feto? O la causa escitadora está en algunas sensaciones que parten de los órganos respiradores, y que, siguiendo al par vago, van á impresionar la medula oblongada, ó bien depende de la accion de la sangre arterial sobre esta porcion tan eminentemente irritable del sistema nervioso. La sensacion que el aire atmosférico causa en los pulmones y la necesidad de respirar que se hace sentir en estos órganos no puede ser la causa, ni en el momento de la primera respiracion ni mas tarde; esto es lo que prueban algunos experimentos hechos por mí en los conejos, en donde he imposibilitado estas sensaciones cortando los dos nervios vagos y los ramos laríngeos superiores, aun separando totalmente la laringe, sin que el ritmo de los movimientos respiratorios se interrumpiese durante muchas horas hasta la muerte del animal. La teoría de Kind (2), que

(1) Henle (*Zeitschrift fuer rationelle Medicin*, 1842, t. I, p. 249) piensa que los bronquios gozan de la contractilidad orgánica en alto grado, y que si no tienen ninguna influencia en la expansion y movimientos rítmicos de los pulmones, son al menos el agente principal de la expectoracion. Les atribuye un movimiento peristáltico, sin el cual no se podrian explicar los fenómenos de la expectoracion. Los hechos patológicos y la observacion de Prochaska y Reysseisen, que han visto el pulmon vivo abandonado á sí mismo contraerse mas que el pulmon muerto, son los principales argumentos en que apoya su opinion. Cita tambien algunos experimentos en los cuales Wedemeyer habia visto contraerse á los bronquios. Bajo este punto de vista, debemos recordar que Longet (*Archiv gén.*, 1842, t. XV, p. 234) atribuye tambien la contractilidad muscular á las fibras trasversales de los bronquios, pues que los ha visto contraerse, en las vacas y bueyes, cuando irritaba los ramos del par vago por medio del galvanismo. Ha observado además, despues de la seccion del nervio vago en los animales vivos, un enfisema cuya causa le parece ser la parálisis de las fibras, que se estienden hasta el interior del pulmon. (*N. del T. F.*)

(2) V. á VOLTOLINI, *Diss. de motu respiratorio*. Berlin, 1842.

considera la respiracion como un movimiento reflejo, debido á la irritacion que el aire atmosférico produce en los nervios de la piel y que se trasmite á la medula espinal, no es muy verdadera. Una rana despojada de toda su piel continúa respirando como antes. Poco importa que una rana tenga el cuerpo rodeado de aire ó agua, no deja de respirar bien, con tal que su cabeza se encuentre en el aire. Si la irritacion de la piel por el agua basta para provocar los movimientos respiratorios, el feto de los mamíferos debería ejecutarlos tambien en la matriz. Es, pues, evidente que la causa de la primera respiracion y de todas las que siguen, es de tal naturaleza que no puede obrar sobre el feto, aunque ejerce su accion sobre el niño al momento del nacimiento, y no depende de la sensacion de la irritacion que el aire atmosférico determina, ya en el pulmon, ya en la piel. No puede ser otra que la sangre arterial, que se produce desde que el aire penetra en el órgano pulmonal, quien, en menos de un minuto, llega al primer móvil de todos los movimientos respiratorios, la medula oblongada, y escita esta parte del cerebro á descargar el principio nervioso en los nervios respiratorios colocados bajo su dependencia. Tal es la causa continua de los movimientos respiratorios durante toda la vida; y lo que lo demuestra es, que, teniendo algunas ranas sumergidas durante algunas horas en el gas hidrógeno, las veía al cabo de algun tiempo dejar de respirar, aunque viviesen todavía: desde luego los movimientos respiratorios reaparecen en ellas por algunos instantes cuando se las agita en un vaso cerrado; mas tarde parecen asfixiadas; si al cabo de dos ó tres horas se las saca al aire atmosférico, parecen estar completamente muertas, y no se observa en ellas ninguna señal de movimiento ni de sentimiento. Abrase entonces el pecho, y si el corazon no late ya, el animal no vuelve á la vida; pero si todavía late, aunque fuese con intervalos muy separados, de medio á un minuto, basta dejarle tranquilo para verle en general reanimarse, sin ninguna escitacion exterior, excepto la oxidacion gradual de los vasos pulmonales, cuyo defecto era la causa de la asfixia. Por débiles y raros que puedan ser los latidos del corazon, la sangre cargada de oxígeno acaba sin embargo por llegar de nuevo al encéfalo, á la medula oblongada, y esta vuelve á distribuir de nuevo el principio nervioso. Los primeros signos de la vuelta á la vida se

anuncian por la retraccion de las patas cuando se pellizca la piel; muy luego la rana respira de tiempo en tiempo y al cabo de algunas horas ha vuelto á adquirir su vivacidad, y así, la sangre arterial es la causa que escita á la medula oblongada á descargar el principio nervioso en los músculos respiradores.

2.^o ¿Cuál es el regulador del ritmo de los movimientos respiratorios? La escitacion de la medula oblongada por la sangre arterial es continua, y aunque á cada latido del corazon la sangre se distribuye con una impulsión mas fuerte en las arterias pequeñas, este aumento reprimido de su movimiento no está en relacion con los periodos del movimiento respiratorio. ¿Cómo la escitacion continua de la medula oblongada se trasforma en un movimiento periódico del principio nervioso de este órgano? A primera vista parece resolverse la cuestion por una suposición análoga á la que hemos hecho para los movimientos automáticos del sistema orgánico. Si hay en la medula oblongada una causa cualquiera de aislacion que impida al principio nervioso descargarse á medida que es producido por la accion de la sangre arterial sobre la sustancia nerviosa, este principio tendrá que acumularse hasta el momento en que rompe la barrera que le retenia é invade los nervios respiradores. Otra solucion del problema se funda en el hecho en que, sea la aptitud de un nervio para conducir una corriente ú oscilacion del principio nervioso, sea la de los músculos en obedecer á la impulsión nerviosa, es limitada y cesa al cabo de cierto tiempo, hasta que se restablece por el trabajo de la vida en los vasos capilares. Esta actitud es manifiestamente mayor en los músculos de las estremidades que en los respiratorios, y la prueba la tenemos en la duracion de los movimientos voluntarios. Podemos permanecer en pie ó llevar un peso durante mucho tiempo, mas nos es imposible inspirar y espirar sino por un espacio de tiempo muy corto, y si procuramos alargar uno ú otro movimiento, encontramos muy luego el límite del esfuerzo voluntario; pero todo movimiento muscular es susceptible de continuar mucho tiempo cuando alterna con otros. El principio nervioso no falta aquí, pues que está empleado en otros movimientos; lo que falta, es, ó la conductibilidad de los nervios ó la contractilidad de los músculos, de las cuales la una ó la otra, ó ambas á dos, son

agotadas por el movimiento. La sucesion regular de la inspiracion y espiracion, y la sucesion igualmente regular de tres tiempos en la rana, anuncian con bastante claridad que, ni la primera explicacion, ni la segunda son suficientes, y que hay en la medula oblongada una causa desconocida que hace que á cada movimiento del principio nervioso hácia los músculos inspiradores suceda otro movimiento de este principio hácia los espiradores, y *vice versa*; de modo que, como en el péndulo y la balanza, una direccion es la causa necesaria de la direccion opuesta. En efecto, al fin de una larga inspiracion voluntaria se siente no solo una debilidad de los músculos respiratorios, sino tambien la necesidad de ejercer otro esfuerzo que sea en sentido inverso del de la inspiracion: la misma necesidad de inspirar se siente despues de una larga inspiracion, á la cual no es dado resistir durante algun tiempo, pero á cuya voz no podemos permanecer sordos. Si la causa del movimiento alternativo no existiese ya en la medula oblongada, si dependiese del agotamiento momentáneo de los nervios y músculos, estaria en nuestra mano el hacer obrar ó dejar en reposo simultáneamente los músculos inspiradores y espiradores. La causa de semejante alternativa no puede existir tampoco en el sentimiento de la necesidad de espirar el aire impregnado de ácido carbónico y de introducir otro mas puro; pues que despues de la seccion del nervio vago en el cuello y de los dos nervios laríngeos superiores, todas las sensaciones que se refieren á la respiracion estan mas apagadas todavia que durante el sueño, y sin embargo los movimientos periódicos no dejan por eso de verificarse en los animales. Hay pues, en la medula oblongada, una causa desconocida, en virtud de la cual el principio nervioso que se desarrolla sin cesar, se descarga alternativamente en una y otra direccion. Se ha pensado en hacer depender este ritmo de la diferencia que la contraccion y dilatacion del pecho causan en la plenitud de los gruesos troncos venosos y de las venas del cerebro. Sin embargo, esta hipótesis no es en el fondo sino un círculo vicioso. Además de esto, los peces, cuyos opérculos, que ejecutan movimientos periódicos, no podrian ejercer ninguna presion sobre las venas, nos prueban claramente que esta impulsion es del todo independiente de las influencias exteriores. La irritacion continua de la medula oblongada por la sangre arterial

se transforma, pues, por una causa todavía desconocida, en descargas periódicas y alternativas del principio nervioso hácia las fibras nerviosas de los músculos espiradores é inspiradores, cuyas descargas, la una siempre es causa de que la otra se efectue. Algunas irritaciones sensitivas en los órganos respiratorios pueden dar lugar á una acción refleja de la medula oblongada que trastorne esta sucesión; así, por ejemplo, muchas espiraciones se verifican de continuo en la tos, sin que cada una de ellas llame una inspiración. Además de los movimientos respiratorios ordinarios se observan otras veces en ciertos estados del sistema nervioso, especialmente en la fatiga y antes y después del sueño, otros periódicos que dependen del cerebro; tal es el bostezo, que consiste en una profunda inspiración, seguida de una espiración grande con afección del nervio facial, cuyos ramos distribuidos por la cara determinan las contracciones de los músculos faciales, y cuyo ramo destinado al músculo digástrico hace abrir la boca anchamente. Colócase aquí también el hipo, que sobreviene bajo la forma periódica en algunas afecciones nerviosas.

Los movimientos respiratorios no son los movimientos automáticos periódicos que tienen lugar en el curso diario de la vida, los cuales dependen de las partes centrales del sistema nervioso. Los músculos oculares y el iris ofrecen de esto otro ejemplo durante el sueño. En el hombre dormido, el ojo está colocado un poco adentro y arriba, y el iris muy contraído, aunque enteramente á la sombra. Desde antes que uno se duerma, toma el ojo esta situación y se reconoce que los ojos se colocan hácia dentro, después de la situación de las dobles imágenes que la persona atormentada por el deseo de dormir percibe cuando una circunstancia la obliga bruscamente á observar. Como en el caso de convergencia de los ojos, estas dobles imágenes están colocadas la del ojo derecho á la derecha, y la del izquierdo á la izquierda. He probado mas arriba que la pupila se estrecha siempre que los ojos se vuelven hácia dentro, voluntaria ó involuntariamente. Los dos fenómenos que dependen del nervio óculo-muscular común, se verifican también durante el sueño. Por consiguiente, en el sueño se ejecuta siempre un movimiento involuntario de los músculos oculares y del iris, que durante la vigilia no es producido, sino por un acto de la voluntad. El principio nervioso repartido entre tantas

funciones en el hombre despierto, se concentra durante el sueño en un punto particular del cerebro y en los conductores de estos movimientos. Sin embargo, la situación de los ojos hácia dentro cuando uno duerme y la contracción de la pupila durante el sueño, dependen acaso únicamente de un antagonismo entre los distintos ramos del nervio óculo-muscular común, de tal modo que estos movimientos sobrevienen siempre que el elevador del párpado superior cesa de obrar.

Movimientos automáticos del sistema animal de tipo continuo.

Los movimientos involuntarios periódicos del sistema animal, no son solos los que dependen de las partes centrales del sistema nervioso: ciertos movimientos continuos ó al menos rara vez interrumpidos, se encuentran igualmente bajo la dependencia de estas partes. Tales son los de los esfínteres de la vida animal. Aunque podemos hacer voluntariamente mas enérgica la acción de estos músculos, no están menos continuamente contraídos, tanto en el estado de sueño como en el de vigilia, no pudiendo nosotros interrumpir á nuestro antojo su acción, á no ser que la equilibremos por la de sus antagonistas. Esto es aplicable sobre todo al esfínter del ano, y aun al de la vejiga, en tanto que el sistema nervioso de la vida animal ejerce también su influencia sobre este último. La fuerza y la contracción de estos músculos, depende de la medula espinal, y las lesiones de esta son la causa de su relajación continua y de la salida involuntaria de los excrementos y orina, efecto que producen igualmente algunas veces las pasiones deprimentes, debilitando la energía de la medula espinal. Marshall Hall ha hecho ver que el esfínter del ano conserva su poder mientras la parte inferior de la medula no está destruida. La acción de los esfínteres debe depender de una excitación motriz no interrumpida de los nervios que en ella se distribuyen. Sin embargo, cuando tratemos de los movimientos por antagonismo, daremos á conocer algunos hechos que prueban que los esfínteres no son los únicos espuestos á una influencia motriz continua, y que propiamente hablando los músculos de la vida animal se encuentran en el mismo caso que ellos, bajo este aspecto.

Segun los hechos que hasta aqui se han espuesto, vemos que algunos movimientos involuntarios, unos periódicos y otros continuos, dependen del cerebro y de la medula espinal. Lo mismo observamos en las enfermedades de estos órganos, cuyos estados se espresan, tanto por algunas contracciones permanentes como por convulsiones periódicas, muchas veces muy irregulares, por un movimiento continuo de cabeza, por algunos temblores, y aun por espasmos tónicos que vuelven con unos periodos fijos. Las causas de estos tipos son desconocidas; solamente se sabe que algunas contracturas permanentes se verifican de preferencia en los casos de degeneraciones del todo locales é invariables, aunque estas alteraciones de testura pueden determinar tambien algunos accesos periódicos de espasmos. Puede decirse en general, que casi todas las enfermedades nerviosas acompañadas de movimientos se manifiestan por accesos; los espasmos tetánicos, aun aquellos que provienen de una inflamacion de la medula espinal afectan esta forma, aunque la causa obre sin interrupcion. Estos fenómenos á quienes es menester juntar la periodicidad de los accesos de la epilepsia, á pesar de la persistencia de las causas, parecen anunciar que la escitabilidad de los órganos centrales se apaga con la prolongacion de la impresion de las causas morbosas que obran sin cesar, lo mismo que la aptitud de los nervios á recibir las impresiones sensitivas cesa momentáneamente por efecto del cambio material que le es inseparable, y que el poder de reaccionar contra las influencias depende en los dos casos del restablecimiento de la escitabilidad durante el periodo del reposo. Entre los fenómenos típicos de este género, debe citarse la desaparicion de la impresion de una mancha colorada cuando se la contempla largo tiempo, la reaparicion de esta mancha al cabo de cierto tiempo, y la periodicidad de la vigilia y el sueño; pues aquí las reacciones cesan igualmente, aunque las impresiones persisten, restableciéndose por sí mismas despues de un intervalo mas ó menos largo.

Movimientos por antagonismo.

Los movimientos musculares no sobrevienen solamente de tiempo en tiempo, á consecuencia de las descargas del principio nervioso que este sistema verifica sobre ellos. Hay

algunas razones para admitir que , sobre todo en el sistema muscular de la vida animal , las fibras musculares no cesan nunca de encontrarse en un ligero estado de contraccion , y que persiste esta , aunque en un débil grado , durante lo que se llama reposo. Se puede uno convencer de esto , no solamente por la retraccion que un músculo vivo siente cuando se le corta al través , sino tambien y de un modo mucho mas sensible , por la fuerza contractil considerable que los músculos desplegan cuando sus antagonistas son cortados ó caen en parálisis. En la parálisis de un lado de la cara , los músculos del lado opuesto se contraen , y atraen hácia sí las facciones del lado enfermo. En la parálisis de una mitad de la lengua , este órgano está constantemente inclinado al lado opuesto. Despues de la estirpacion de la porcion media de la mandíbula inferior que hace perder su punto fijo á los músculos encargados de conducir hácia delante el hueso hiodeo (vientre anterior del digástrico , milo-hiideo , geni-hiideo) y la lengua (genio-gloso) , el hiodeo y la lengua son tirados con tanta fuerza hácia atrás , el primero por el estilo-hiideo y el segundo por el estilo-gloso , que hay peligro inminente de sofocacion. Segun todos estos hechos , se ve que el reposo de las distintas partes de nuestro cuerpo no es la espresion de un reposo absoluto de los músculos ; lejos de esto , diversos grupos de músculos se equilibran por la accion igual que ejercen en sentido inverso los unos de los otros , y que siempre que una parte sale de su situacion media , ó de lo que se llama su estado de reposo , el movimiento de uno ó muchos de los músculos antagonistas se hace mas fuerte. Hay algunos grupos de músculos antagonistas en casi todas las partes del cuerpo. En los miembros son los flexores y estensores , los supinadores y pronadores , los abductores y adductores y los rodadores hácia fuera y hácia dentro. Frecuentemente tambien los haces de fibras nerviosas destinados á estos grupos estan reunidos en nervios especiales. Así por ejemplo , los flexores de la mano y de los dedos reciben sus filetes del nervio mediano y del cubital ; los de los estensores provienen del nervio radial ; el nervio músculo-cutáneo anima á los flexores del antebrazo , y el radial á sus estensores. Los estensores de la pierna dependen del nervio crural , y los flexores del ciático. Los músculos peroneos , que elevan el borde externo del pie , pertenecen al nervio peróneo , y el tibial posterior al nervio tibial. Los

motores del pie y de sus dedos estan provistos en su parte inferior y posterior por el nervio tibial, y los que mueven estos órganos en sentido inverso lo son por el nervio peroneo. Los espasmos que afectan tan frecuentemente una direccion determinada en las enfermedades de la medula espinal, como el opistótonos, el emprostótonos y el pleurostótonos, demuestran tambien que el movimiento simultáneo de los estensores ó de los flexores debe ser favorecido por la disposicion de las fibras en las partes centrales, aunque la opinion de Belingeri, segun el cual los cordones anteriores de la medula presiden á la flexion, y los posteriores á la estension, no tiene base experimental. Sin embargo, es necesario no dar demasiada estension á esta observacion. El hecho anteriormente mencionado de la distribucion de los nervios no es general. Sucede algunas veces que un mismo nervio da filetes á algunos músculos antagonistas: así, el gran hipogloso los da al depresor del hiodes y á uno de sus protractores, el nervio peroneo á los músculos peroneos, que elevan el borde esterno del pie, y al tibial anterior, que obra en sentido inverso de aquellos. Los músculos antagonistas pueden asociarse con la mayor facilidad en sus efectos; los peroneos y el tibial anterior se hacen elevadores del pie cuando obran juntos. El flexor radial y los estensores radiales de la mano, se hacen abductores de este apéndice cuando se contraen simultáneamente. La hipótesis de Ritter, que suponía un antagonismo entre los flexores y estensores con relacion á la escitacion galvánica, no está confirmada.

Ciertos músculos estan de tal modo dispuestos que no tienen sino débiles antagonistas y aun carecen de ellos; en este caso, su accion tiende siempre á dar una situacion determinada á las partes. De este modo hay muchos músculos para verificar la rotacion del muslo hácia fuera, como los glúteos, los obturadores, el piriforme, los géminos, el cuadrado; pero la rotacion del muslo hácia dentro no está confiada sino á un músculo débil, el fascialata &c.; de donde resulta la tendencia involuntaria á volver todo el miembro hácia fuera al andar, sentarse, ó acostarse.

Los esfínteres son tambien unos músculos sin antagonistas propiamente dichos. Se puede, pues, explicar la oclusion continua de las aberturas que guarnecen por el hecho bien probado, que la constriccion de todos los músculos no

cesa nunca, aun en el estado de reposo. Solo por la razon de no tener estos músculos verdaderos antagonistas, deben permanecer cerrados, sin que sea necesario que una corriente del principio nervioso se dirija hácia ellos. Se abren cuando el contenido de la vejiga ó del recto es ya abundante, y cuando las contracciones mas fuertes de las paredes escitadas por dicho contenido le empujan hácia ellos. El iris, que es tambien esfínter, se contrae continuamente durante la vigilia, y con mas fuerza todavía durante el sueño. Se ve esta membrana mientras la vigilia ondular sin cesar, aun bajo la influencia de una luz cuya intensidad no varía.

El antagonismo de los movimientos musculares tiene grande importancia en patologia. La destruccion del equilibrio de estos movimientos puede dar lugar á varias desviaciones. El pie zambo, por ejemplo, que sobreviene en los niños, tanto despues de los primeros meses del embarazo como despues del nacimiento, depende muy frecuentemente de la pérdida del equilibrio entre los músculos que elevan el borde interno y el borde externo del pie, y basta restablecer este equilibrio para curarle. O los músculos que elevan el borde externo del pie, los peroneos, estan semiparalizados, ó los que elevan el borde interno estan acometidos de contractura. En los dos casos, el pie debe ser conducido hácia delante por el músculo tibial posterior. Poco á poco cambia tambien la posicion del hueso en la articulacion; el hueso navicular se vuelve generalmente hácia dentro, y la cabeza del astrágalo, puesto al descubierto en parte, sobresale en la garganta del pie. En el pie equino, en donde el talon está muy elevado y el sujeto marcha sobre los dedos, los gastronemios estan en contractura, y sin embargo algunas veces atrofiados; porque hay un estado de debilidad, casi paralítico, de los músculos que coincide con su contractura (1), y hemos visto á la contractura de los gastronemios acompañar á su atrofia.

(1) OLLIVIER, *Tratado de la medula espinal y de sus enfermedades*, t. II, p. 789.—Cruveilhier, *Anat. fisiolog.*, 2.^a entrega en f. *Boletín de la Academia de Medicina*, t. II, p. 800, t. III, p. 177.

Aunque las desviaciones de la columna vertebral tengan frecuentemente por causa una inflamacion escrofulosa de los ligamentos inter-vertebrales y de los vertebrales, con reblandecimiento, hinchazon, supuracion y pérdida de sustancia, provienen todavía con mas frecuencia de la roptura del equilibrio entre los músculos del tronco. Se reconocen estas clases de escolioses en que no existe ningun signo de raquitismo, y los ejercicios gimnásticos corrigen la deformidad. Estos fenómenos tienen, pues, analogía con los que se observan en el pie zambo y equino. La parálisis de los músculos pectorales de un lado, que acompaña á la supuracion del pulmon, no es sino aparente: este lado del pecho no puede elevarse, porque el pulmon no puede ya distenderse.

Movimientos reflejos.

Ya he esplicado muy por estenso la naturaleza de los movimientos reflejos. Esta clase comprende todos aquellos que se manifiestan á consecuencia de una escitacion de los nervios sensitivos, y en los cuales las corrientes centripeta y centrifuga pasan por el cerebro y la medula espinal. Pueden distinguirse en dos grupos principales.

Movimientos reflejos del sistema animal.

A este grupo se refieren los movimientos reflejos de los músculos que reciben sus filetes nerviosos de los nervios cerebrales y raquídeos, ya haya tomado origen la escitacion centripeta en los nervios de la vida animal, ya en los de la orgánica; por ejemplo en la piel ó conducto intestinal. Tales son la tos por irritacion de la membrana mucosa de los pulmones y de la laringe; el vómito por irritacion de la membrana mucosa de la faringe, del estómago, ó del intestino, el tenesmo vesical y anal por irritacion de la membrana mucosa de la vejiga y del recto, mientras que está acompañado de movimientos musculares estensos; el estornudo por la irritacion del nervio óptico y de los nervios de la nariz; el movimiento del iris por la irritacion del nervio óptico; la contraccion de la faringe por el contacto de su membrana mucosa; en fin, una porcion de fenómenos cuya esplicacion solo la puede dar la teoría de los movi-

mientos reflejos. Esta categoría comprende también todos los espasmos, dichos sintomáticos, que se encuentran en las enfermedades acompañadas de irritaciones sensitivas, las convulsiones de los niños y mujeres, cuyo punto de partida está tan sujeto á variaciones &c. Los movimientos reflejos que suceden á las irritaciones de los nervios sensitivos son la mayor parte de veces contracciones pasajeras, algunas también contracciones sostenidas de músculos sometidos al imperio de la voluntad. Siempre que la medula espinal se encuentra irritada en alto grado por un estímulo que promueve algunas sensaciones, los movimientos reflejos involuntarios de los músculos sometidos á la voluntad pueden tomar el carácter de contracciones rítmicas que se suceden con rapidez. Tales son el temblor determinado por la aplicación de la moxa ó por la permanencia prolongada en un baño frío, y el dentelleo que se experimenta también á la salida de este último. Sin embargo, lo que hay de más notable bajo este aspecto, son las contracciones rítmicas de los músculos del perineo después de la irritación voluptuosa de las partes genitales, y la expulsión igualmente rítmica del sémen por estos movimientos. El carácter sacado de la eyaculación es tanto más digno de fijar la atención cuanto que las vesículas seminales parecen no contraerse de un modo rítmico, y no tener sino un movimiento vermiforme continuo. Por este último movimiento, su contenido llega continuamente á la uretra; por las contracciones rítmicas del músculo bulbo-cavernoso se ve precisado á recorrer el conducto y es lanzado hácia fuera.

Movimientos reflejos del sistema orgánico.

Colócanse aquí los movimientos reflejos de los músculos que nunca obedecen las órdenes de la voluntad, sea que la irritación centripeta, propagada al cerebro y á la medula espinal, parte de los nervios cerebro-raquídeos, sea que tenga su origen en algunos órganos provistos por el sistema nervioso de la vida orgánica. Estos fenómenos han sido ya examinados con estension.

Toda irritación sensitiva que obra sobre cualquiera parte puede cambiar la acción del corazón por un fenómeno de reflexión: la medula espinal hace entonces el oficio de intermedio. Sin embargo, debo insistir sobre una observa-

cion de que se ha tratado anteriormente: hablo de la parte que la reflexion toma en lo que llamamos fiebre. Esta sombra de la enfermedad, que se dibuja en tantas partes del cuerpo, y que sin embargo tiene generalmente, y aun quizá siempre, una causa puramente local, no está solamente acompañada de cambio en los latidos del corazon y por consecuencia tambien en el pulso; se espresa tambien por una reunion de síntomas, de los cuales la medula espinal es el sitio de union. La sensacion general de la violencia de una enfermedad, el aniquilamiento, no puede ser otra cosa que la espresion de la impresion que una violenta enfermedad local hace sobre la medula espinal. Las sensaciones de calor y frio, el temblor, son unos síntomas que no se apoyan sino en el estado de este órgano. El cambio de la mayor parte de las secreciones, tanto de la parte orgánica como de la animal del cuerpo, no puede tampoco explicarse sino por medio de este órgano central, quien, si no domina igualmente los dos sistemas, al menos le sirve de regulador. La aparicion del delirio no anuncia sino la intensidad de la impresion hecha sobre los órganos centrales. Si todos estos fenómenos de una causa local encuentran su explicacion, no en las propiedades enigmáticas del gran simpático, sino en la aptitud bien conocida de la medula espinal y del cerebro para provocar algunos movimientos reflejos, el cambio que los latidos del corazon sufren constantemente durante la fiebre, debe considerarse como la espresion de la reflexion. Las afecciones locales de los nervios cerebrales y raquídeos no producen fácilmente en la medula espinal la impresion que nosotros llamamos fiebre: sucede muchas veces, sin duda, que dan lugar tambien á fenómenos de reflexion, por ejemplo, á algunos espasmos; mas no producen todo el conjunto de síntomas que abraza la frecuencia del pulso, el cambio de las secreciones, el de las sensaciones, y el del desarrollo del calor y hasta el delirio. Al contrario, nada provoca con mas frecuencia los síntomas febriles que un cambio violento de las acciones orgánico-químicas en los vasos capilares de una parte cualquiera, ya sea un cambio del estado de las membranas mucosas, ó una inflamacion parenquimatosa. Como en todos estos cambios, el sistema nervioso orgánico no solo desempeña un papel, sino que tambien, y con mas seguridad, debe transmitir la impresion á la medula espinal y al cerebro, se in-

clina uno á admitir que la impresion propagada de un órgano á la medula espinal, al mismo tiempo que al cerebro, y reflejada de allí sobre otras partes, depende de una viva simpatía de los nervios orgánicos de un órgano cualquiera en la inflamacion ú otras irritaciones.

Movimientos asociados.

Los fenómenos que presentan los movimientos asociados han sido ya examinados en la física de los nervios. Lo que ofrecen de particular consiste en que la impulsión á un movimiento voluntario determina simultáneamente otro involuntario. Así es como el movimiento del iris acompaña á la torsion del ojo hácia dentro. La asociacion de los movimientos es tanto mayor cuanto menos desarrollado está el sistema nervioso. Solo la educacion nos enseña á aislar la influencia nerviosa, cuando ejecutamos un movimiento involuntario, de suerte que no se encuentra sino sobre cierto número de fibras primitivas que parten del cerebro. El hombre rudo hace muchos movimientos asociados cuando intenta ejecutar tal ó cual acto. El músico pianista nos demuestra el extremo opuesto, el caso de una persona que ha llevado al mas alto grado de perfeccion la facultad de aislar la influencia nerviosa sobre ciertos grupos de movimientos. El defecto de aislacion hace á la fisionomía insignificante; es menester referir en gran parte á la perfeccion de esta facultad la espresion de los rasgos de la cara. Los movimientos fáciles de asociarse entre sí son los de las partes homónimas que pertenecen á los dos lados del cuerpo, y los de los órganos que dependen de un mismo tronco nervioso. El movimiento siempre simultáneo de los dos iris ofrece un ejemplo del primer género. Esta tendencia á los movimientos asociados existe aun en la cara y en las estremidades. Es difícil, y algunas veces imposible, hacer obrar aisladamente un párpado ó los músculos orbiculares, y cuando procuramos volver rápidamente los dos brazos en sentido opuesto, sentimos en nuestro interior una resistencia que altera cada instante para conducirlos sin el concurso de la voluntad, á otros idénticos de los dos miembros.

Algunos de los hechos mas notables de asociacion de movimientos de antagonismo tienen lugar en los músculos del ojo. Los ramos homónimos de los nervios óculo-

musculares comunes de ambos ojos tienen una tendencia á los movimientos asociados, que les es innata, y que no se puede considerar como adquirida con el ejercicio. Estamos obligados á dirigir los dos ojos juntos hácia arriba, abajo y adentro; nadie puede volver simultáneamente uno de estos órganos hácia dentro y el otro hácia fuera. Como esta tendencia á la asociacion de movimientos existe desde el nacimiento, y antes de la educacion del sentido de la vista, no puede proceder sino de la organizacion de los orígenes de los nervios óculo-musculares. Pero por sorprendente que sea en los músculos rectos homónimos que reciben filetes de estos nervios, no es menos digno de notar que falta en los músculos rectos externos de ambos ojos y en los dos nervios abductores. Podemos muy bien hacer obrar juntos, hasta cierto grado, los dos nervios abductores, y por ellos á los músculos rectos externos de los dos ojos, disminuyendo la convergencia de los ejes visuales, y conduciendo los dos ojos hasta el punto en que estos ejes son paralelos; pero allí se encuentra el límite, y, cualquiera que sea el esfuerzo que se hiciese, nadie podría hacer sus ojos divergentes. La razon no está en la debilidad de los músculos externos, tampoco en su modo de insercion, pues estos músculos son rectos, como sus tres congéneres. El fenómeno no es tampoco un resultado del hábito, pues que data del nacimiento, y el recién nacido, aunque incapaz todavía de fijarse en nada, puede dar todas las posiciones á sus ojos, excepto el hacerlos divergentes. No se podría igualmente explicar por el antagonismo del músculo recto interno, que recibe sus filetes del nervio óculo-muscular. El recto externo de un ojo puede dirigir el órgano del todo hácia fuera por la accion del nervio abductor; pero los dos abductores no pueden hacer juntos lo que cada uno de ellos en particular. En suma, los ramos homónimos de los dos nervios óculo-musculares tienen una tendencia innata á la asociacion del movimiento, y no solamente falta esta tendencia en los dos nervios abductores, sino que también la accion pronunciada del uno es esclusiva de la del otro. Estas tendencias preestablecidas en los dos nervios son de la mas alta importancia para los movimientos de los ojos relativos á la vista. Supongamos que en lugar de distribuirse el nervio abductor por el músculo recto externo, la naturaleza le hubiese enviado un ramo del óculo-muscular común; la tendencia á la asociacion del movimiento, que per-

tenece á los ramos homónimos de este último nervio, hubiera hecho la divergencia de los ojos tan fácil como la convergencia; pero entonces no tendríamos la facultad de dirigir simultáneamente estos dos órganos, uno hácia fuera y otro hacia dentro, con paralelismo ó convergencia de los ejes visuales, como hacemos cuando miramos oblicuamente algunos objetos colocados de lado. El músculo recto esterno de un ojo tenderia á asociar sus movimientos á los del músculo recto esterno del ojo opuesto, como sucede á los ramos homónimos de los dos óculo-musculares. Los dos ojos serian, pues, entonces atraidos simultáneamente ó hácia arriba por el músculo recto superior, ó hácia abajo por el inferior, ó hácia dentro por el interno, ó hácia fuera por el esterno: habria allí imposibilidad absoluta de volver el uno hácia dentro y el otro hácia fuera. Para que este último movimiento fuese posible habia necesidad de un nervio especial, del nervio abductor, que no tuviese tendencia á la asociacion de sus movimientos con los del nervio del otro lado. Desde entonces, en efecto, uno de los dos ojos podria ser dirigido hácia fuera por el abductor, y el otro hácia dentro por el recto interno. A la verdad, la tendencia de los dos rectos internos á la asociacion del movimiento hace que, en este último movimiento, el ojo llevado hácia fuera sienta cierta tendencia á volverse hácia dentro; pero esta tendencia es vencida por la accion mas fuerte que el nervio abductor ejerce sobre él, puesto que sentimos perfectamente este movimiento mas fuerte que el músculo abductor, cuando nos esforzamos á dirigir un ojo del todo hácia fuera. Esta teoría fundada en algunos hechos ciertos, explica perfectamente una circunstancia de que nunca se habian dado razon los anatómicos hasta ahora, la presencia en todos los mamíferos de un nervio particular, el nervio abductor, para el músculo recto esterno (1).

Del mismo modo se explica tambien por qué el músculo oblicuo superior del ojo debe recibir un nervio especial, el patético, que no tiene igualmente tendencia á asociar sus movimientos á los del nervio del lado opuesto. Examinemos desde luego cuáles son los efectos de los músculos oblicuos.

(1) *Cons. á JESSEN, Beiträge zur Erkenntniss des psychischen Lebens, 1831, p. 183.*

El inferior tira el ojo adentro y arriba, como es fácil con- vencerse de ello en el cadáver, permaneciendo la órbita in- tacta, poniendo la parte anterior del músculo al descubier- to y ejerciendo en seguida una traccion sobre su origen. El oblicuo superior vuelve el ojo hácia bajo y un poco há- cia fuera. Bell lo ha demostrado con algunos esperimentos en los animales y cadáveres. En un esperimento establecido por mí, y que consiste en descubrir el músculo por arriba sin sacar el ojo de su almohadilla adiposa, y despues tirar de él, he visto al ojo describir un segmento de círculo de arriba á bajo y un poco de dentro á fuera. El movimiento hácia fuera por el oblicuo superior es mucho menos estenso que el del oblicuo inferior hácia dentro. Cuando los dos mús- culos obran juntos, el ojo es empujado hácia delante y co- locado hácia dentro. El músculo oblicuo superior no tiene ninguna tendencia á asociar sus movimientos á los del mús- culo del otro lado, y su nervio se conduce bajo este aspek- to como el abductor. Cuando uno de los dos ojos se dirige hácia fuera y abajo, el otro no ejecuta el mismo movi- miento, sino que se dirige adentro y abajo. Esta reclama- cion es innata, y prueba que el movimiento del músculo superior de uno de los ojos escluye la accion de el del otro ojo. No sucede así en cuanto al músculo oblicuo inferior; vuelve el ojo adentro y arriba por medio de un ramo del nervio óculo-muscular, que tiene tendencia á la asociacion del movimiento; este último se ejecuta con facilidad en los dos ojos á la vez, sucediendo lo mismo involuntariamente durante el sueño. Esta situacion del ojo durante el sueño y en las enfermedades nerviosas puede considerarse como la espresion del movimiento simultáneo de todos los ramos que el nervio óculo-muscular distribuye en los músculos del ojo. Hemos visto que, aun en el estado de reposo, los músculos estan un poco contraidos. Supóngase ahora á to- dos los ramos del nervio óculo-muscular invadidos por una débil irritacion, los dos ojos deben dirigirse hácia dentro y arriba. Los músculos rectos superior é inferior quedan en equilibrio; el recto interno tira el ojo hácia dentro, el obli- cuo inferior se dirige hácia arriba y adentro, y como los ramos homónimos de los dos nervios óculo-musculares tie- nen tendencia á la asociacion del movimiento, esta situacion hácia dentro y arriba es la que toman ambos ojos. Supon- gamos de nuevo que en lugar del nervio abductor, la natu-

raleza haya enviado al músculo recto externo un ramo del óculo-muscular: no habria entonces posibilidad de dirigir simultáneamente uno de los ojos adentro y arriba, y el otro afuera y arriba, como se hace tan frecuentemente. El oblicuo inferior de uno de los ojos y la accion simultánea de los músculos recto interno y superior dirigiria este órgano hácia dentro y arriba; la tendencia á la asociacion del movimiento que tendrian los músculos recto interno y superior del otro ojo, llevaria igualmente este hácia arriba y adentro; la situacion precitada seria por lo tanto imposible. Era menester, pues, para este movimiento un nervio particular, el abductor, que no tuviese tendencia á asociar sus movimientos con los del otro ojo. Cuando los músculos oblicuo inferior, recto interno y recto superior de un ojo, obran, y por esta causa se encuentra el órgano dirigido adentro y arriba, el otro ojo, á pesar de la tendencia de sus músculos á moverse con los del primero, puede sin embargo, ser dirigido hácia fuera por la accion reforzada del nervio abductor, y afuera y arriba por la contraccion simultánea de los músculos recto superior y externo. Lo mismo sucede respecto de la posicion simultánea de uno de los ojos abajo y adentro, y el otro abajo y afuera. Cuando uno de los ojos es llevado adentro y abajo por el recto interno y el recto inferior, el nervio abductor del otro ojo, y su músculo recto interno tiene tendencia á la asociacion de movimiento, le vuelven afuera y abajo. Este último movimiento está fortificado por el nervio patético, que no escita ninguna tendencia á los movimientos asociados en su homónimo del lado opuesto. Por otro lado el nervio patético forma tambien parte de los nervios de la fisonomía.

La asociacion del movimiento del iris con la accion aumentada del nervio óculo-muscular, ha sido ya analizada. Cuando los músculos dependientes de este nervio, en los dos ojos, no se contraen sino débil é involuntariamente, como lo hacen todos los músculos en lo que se llama su estado de reposo, los dos ojos se colocan hácia dentro y arriba; pues el recto superior y el recto inferior se equilibran, y el recto interno así como el oblicuo inferior, vuelve el órgano hácia dentro y arriba. Esta accion del nervio óculo-muscular está siempre acompañada de una tendencia á la asociacion de movimiento en la corta raiz del gánglio oftálmico, y por consecuencia de la contraccion del iris. Como

el nervio abductor no tiene tendencia á asociar sus movimientos con los de su congénere del lado opuesto, y el nervio patético se encuentra absolutamente en el mismo caso, los ojos durante el sueño, deben estar dirigidos adentro y arriba por los músculos que tienen esta tendencia, debiendo el iris estar necesariamente contraído. La colocacion voluntaria de los ojos hácia dentro, afuera y arriba produce tambien la contraccion del iris, pues que esta membrana se contrae siempre que la accion del óculo-muscular se hace mas pronunciada. El nervio abductor al contrario, se encuentra en antagonismo con la accion del óculo-muscular. Cuando el principio nervioso afluye á este nervio, cuando no hay mas que un solo ojo que esté vuelto hácia fuera, el iris se agranda regularmente, y mas todavía cuando los dos ojos estan separados hasta el paralelismo de los ejes visuales.

Los músculos orgánicos estan sometidos tambien hasta cierto punto á las leyes de asociacion del movimiento. Cuanto mas voluntariamente estan puestos en accion los músculos de nuestro cuerpo, mas tiempo permanecen en este estado y tanto mas cambian los latidos del corazon. En efecto, la frecuencia del pulso que se observa entonces, no podria ser atribuida al solo trastorno de la circulacion. El movimiento de los músculos voluntarios ejerce tambien su influencia sobre el del conducto intestinal; cuanto menos ejercicio hacemos, tanto mas espuesto se halla este conducto á caer en un estado de entorpecimiento. Todos saben cuán saludablemente influyen los movimientos de los músculos del sistema animal en la regularidad de las funciones del tubo alimenticio y en la de las escreciones.

Movimientos que dependen del estado del alma.

Los movimientos de que aquí se trata, forman tres clases, segun que son consecuencia de ideas, de pasiones ó de determinaciones de la voluntad.

Movimientos que suceden á algunas ideas.

Ciertos grupos de músculos del sistema animal estan constantemente dispuestos á unos movimientos involuntarios, á causa de la facilidad con que se afectan sus nervios

ó mas bien á causa de la escitabilidad de las partes cerebrales de donde proceden estos nervios. Todos los nervios respiradores, incluso el facial, se encuentran en este caso. Esta escitabilidad, esta tendencia á verificar descargas se observa ya en el estornudo, que sobreviene de tiempo en tiempo, por efecto de causas internas. Pero los estados del alma pueden tambien determinar la descarga del principio nervioso hácia los músculos respiradores. Toda modificacion brusca del estado del alma es susceptible de provocar á la medula oblongada á efectuar una descarga en estos nervios. El *sensorio* obra entonces precisamente como el nervio aislado, en el cual todo cambio brusco de su estado, cualquiera que pueda ser la causa, pone al principio nervioso en accion. Por esto se esplica cómo es que, aun en la ausencia de toda pasion, una sucesion rápida de ideas como la que provoca la impresion del ridículo, determina esta descarga, que se manifiesta entonces en los músculos de la cara y de la respiracion.

El bostezo se coloca aquí igualmente en tanto que puede ser ocasionado por el pensamiento, la vista ó la audicion de este acto. En efecto, la disposicion de los movimientos respiradores y faciales del bostezo, existia ya, y se realiza porque la idea da al movimiento del principio nervioso la direccion determinada que debe conducirle á este fenómeno. En este movimiento obran tambien los nervios respiradores y el facial, tanto por sus ramos faciales como por los que se distribuyen en el músculo digástrico. La idea de un objeto espantoso ú horrible presentada de repente, aun cuando no sea recordada sino por una relacion inventada con objeto de divertir, determina algunas veces en las personas irritables el movimiento muscular del frio, sucediendo no pocas lo mismo con solo la idea de un medicamento que inspira disgusto; la idea de un sabor repugnante puede ocasionar vomituraciones.

Movimientos provocados por algunas pasiones.

La porcion respiratoria del sistema nervioso está tambien sujeta de un modo especial á ser determinado involuntariamente por las pasiones. Lo que sucede en semejante caso confirma de nuevo que todo cambio repentino en el cerebro que se propaga á la medula oblongada, modifica

al momento el modo de los movimientos respiratorios, la actividad de todos los nervios respiradores propiamente dichos y la influencia del nervio respirador de la cara. No es este el lugar de examinar la naturaleza de las pasiones, y no puedo decir de esto mas que lo puramente necesario á la inteligencia de los pormenores en que tendré que entrar. Segun Spinoza, cuya escelente análisis de las pasiones ha sobrepujado á todas, la causa de cualquier movimiento del alma es una tendencia de esta á colocarse en un estado determinado y hacer todo lo que es menester para llegar á él. Si esta predisposicion continua del alma á querer lo que puede ser útil á su estado presente es favorecida por un objeto, el movimiento apasionado que de aquí resulta es la alegría, y como el objeto que determina este efecto, que el alma cree útil, y que en este sentido juzga bueno, difiere mucho en cuanto á su especie y naturaleza, sobrevienen diferentes pasiones, cuyo estado fundamental es el mismo, generalmente hablando, consistiendo solamente la diferencia entre ellas en el objeto apropiado á la tendencia perseverante del alma. Todas las pasiones de este género pueden llamarse escitantes. Ahora bien, si alguna cosa contraria la disposicion del alma á ponerse en un estado determinado, que juzga útil, la posicion que se desarrolla es el abatimiento, del que puede haber tantas variedades como objetos reputados por buenos. La tendencia á procurarse lo que parece bueno y apropiado á cierto estado del alma, es el deseo, el cual varia igualmente segun sus objetos. Hay muchas pasiones complexas, ya en razon de los objetos sobre los cuales se dirigen, ya á causa de la lucha que se establece entre muchas pasiones elementales. Spinoza las ha analizado todas segun un método matemático, y ha establecido una clase de estática de las pasiones, que nos demuestra con la mayor precision, la que, en medio de su choque, debe suceder en un hombre, mientras se le supone movido y no libre. Pero la fria razon obra en sentido inverso de todas las pasiones á la vez; ella sola afirma lo que hay de razonable; el estado del alma en la pasion, no afirma sino lo que parece momentáneamente conveniente, y que respecto á las exigencias de la razon, unas veces puede ser bueno y otros malo.

Carecemos de todos estos datos, ya para afirmar ya para negar que el principio afectivo reside en un local.

particular, del *sensorio*, de donde sus efectos emanan irradiándose. Por lo demás, estos se verifican en todas las direcciones de los conductos motores, que segun el estado de la pasion, son ó escitados, ó debilitados y aun paralizados.

En las pasiones escitantes, sobrevienen algunas tensiones y aun muchas veces movimientos convulsivos, especialmente de los músculos que estan colocados bajo la dependencia de los nervios respiradores y del nervio facial. No solamente se descomponen las facciones sino que tambien cambian los movimientos de la respiracion hasta el punto de producir el llanto, suspiro, hipo &c. Toda pasion viva, cualquiera que sea su especie, puede determinar el llanto y el hipo. Se puede llorar de alegría, de dolor, de cólera y de rabia. En las pasiones deprimentes, como la ansiedad, el miedo, el espanto, todos los músculos estan flojos, porque la influencia nerviosa del cerebro y la medula espinal disminuyen; las piernas ya no soportan el cuerpo, se alteran las facciones, el ojo queda fijo y la voz se apaga. Ciertas pasiones son mistas, en el sentido de que el alma no puede ya desembarazarse de una idea deprimente, pero el instinto de su propia conservacion le escita á separar las influencias que le oprimen. Puede entonces suceder que ciertos músculos, los de la cara sobre todo, espresen el abatimiento, mientras que otros desplegan su accion, ya sea que los antagonistas de los músculos, acometidos de inercia arrastren las facciones del rostro hácia su lado, ó bien que se muevan de un modo convulsivo. Muchas veces, tanto en las pasiones mistas como en las deprimentes, sobreviene un temblor de algunos de los músculos de la cara. El movimiento voluntario de un músculo medio paralizado por la pasion debe tambien hacerse temblon, porque no obedece ya completamente á la influencia de la voluntad. Esto es lo que sentimos en los músculos de la cara sobre todo, cuando queremos moverlos al ser acometidos de una pasion deprimente ó mista: entonces tiemblan, así como los del órgano bocal, y si procuramos hablar, nuestra voz es insegura.

El conductor mas sensible de los estados apasionados es el nervio facial. Este es el nervio de la fisionomía, y su volumen disminuye en los mamíferos á medida que las facciones pierden su espresion movable. En las aves no ejerce

ninguna influencia sobre la espresion de la cara; no quedan ya de él sino los ramos que se distribuyen por los músculos hioideos y cutáneo del cuello; el fruncimiento de la piel del cuello, y en algunas aves el enderezamiento de los moños son la sola espresion por la cual representan tambien estados apasionados. Además del nervio facial, los nervios respiradores, tanto internos (los laríngeos y el diafragmático) como externos (los de los músculos pectorales y abdominales) estan muy espuestos á ser afectados en las pasiones. Sin embargo, cuando estas llegan al mas alto grado, su efecto se estiende á todos los nervios raquídeos: de modo que determinan algunas veces una parálisis incompleta y el temblor.

La espresion tan variada de las facciones en las distintas pasiones demuetra que cada estado del alma pone en juego ó relaja ciertos grupos de fibras del nervio facial. Los motivos de este fenómeno, de esta conexion de los músculos de la cara y ciertas pasiones, son totalmente desconocidas (1).

Movimientos voluntarios.

Solo los nervios del sistema animal, los cerebrales y raquídeos, son capaces de escitar el movimiento voluntario. La historia de las lesiones de la medula espinal prueba que si los nervios poseen esta aptitud, es únicamente porque sus fibras van á parar al origen del cordon raquídeo, y sienten la influencia de la voluntad al principio de todos los movimientos voluntarios, en la medula oblongada. Por otra parte, el origen de los nervios cerebrales, de los cuales la mayor parte nacen de la medula oblongada, la posibilidad de seguir hasta esta última á los que provienen de otras partes del encéfalo, y en fin la historia de las lesiones cerebrales demuestran que tambien allí se encuentra el principio de la accion que todos los nervios motores desplegan con relacion á los movimientos voluntarios.

Podemos representarnos las fibras de todos los nervios motores, cerebrales y raquídeos, que abocan á la medula

(1) V. sobre los movimientos quimicos á HUSCHKE, *Mimices et physiognomices fragmenta physiologica*. Jéna, 1831.

oblongada. La voluntad hace entrar en acción al origen de estas fibras comparables á las teclas de un clavicordio. El movimiento voluntario no exige sino la escitacion de una corriente ó de una oscilacion en el origen de cierta suma de fibras. Todo lo demás se reduce á un simple mecanismo. La voluntad no puede obrar á lo largo del trayecto de las fibras nerviosas; estas completan la acción motriz hasta las partes mas separadas. Una cuerda tirante, un hilo elástico, entran en movimiento en toda su longitud luego que se los toca en un punto cualquiera de esta última. Sucede lo mismo con las fibras nerviosas; el principio que obra en ellas tiene una tensión tal que la menor oscilacion que se le comunica en una parte cualquiera de la longitud de una fibra pone al momento toda la fibra en acción, y el movimiento del músculo se verifica en la estremidad periférica ó muscular de esta fibra. Así que, solo el origen de los nervios cerebrales, y raquídeos está puesto en juego por la influencia de la voluntad; todo lo demás depende del mecanismo de la acción nerviosa motriz. Podria pues contentarse uno, analizando el movimiento voluntario, con procurar explicar cómo es que el origen de las fibras nerviosas entran en acción cuando la voluntad pronuncia sus determinaciones en la medula oblongada, y cómo se establecen algunas corrientes ú oscilaciones en ellas. La solución de este problema es imposible en el estado actual de la ciencia, y quizá lo sea siempre. Lo único que podemos hacer es presentar los hechos reducidos á su mas simple expresión.

Podríamos figurarnos que el movimiento voluntario depende de la intensidad de la idea adquirida por el conocimiento de este movimiento y de la necesidad de su inmediato cumplimiento. Siempre que esta idea llegase al maximum de intensidad, tendria lugar el movimiento necesario para conseguir dicho objeto. Es fácil derribar esta hipótesis; pues si fuese verdadera, la prontitud del movimiento deberia acelerarse en razon de la intensidad de la idea. Podríamos imaginarnos tambien que el movimiento voluntario se efectua siempre que el *sensorio* está bien penetrado de la idea de su necesidad inmediata para conseguir un fin, y cuando esta idea no se encuentra neutralizada por ninguna otra; que se efectua cuando en el *sensorio* no hay absolutamente sino la sola idea de su necesidad inmediata sin segunda ó tercera idea concomitante.

Cuando digo que quiero hacer tal ó cual cosa, y sin embargo no la hago, es que ó yo no tenia sino idea de querer, y no la conciencia de la necesidad inmediata de la ejecucion ó que la ejecucion ha sido neutralizada por alguna cosa. Pero si la certeza absoluta de la necesidad inmediata de un movimiento existe, y nada la neutraliza, podria decirse que la corriente ú oscilacion del principio nervioso indispensable para provocar el movimiento voluntario tiene tambien lugar necesariamente. Querer, no seria entonces mas que representar una cosa como absolutamente necesaria, y la corriente que se efectua en la medula oblongada seria comparable á la bajada del fiel de la balanza, cuyo equilibrio depende de el de las acciones del alma. Sin embargo, es fácil probar que el movimiento no tiene lugar únicamente cuando tenemos idea de la necesidad absoluta de este movimiento y ninguna otra idea al mismo tiempo que aquella; pues que estamos en estado de ejecutar simultáneamente y durante largo tiempo dos ó mas movimientos diferentes que no tengan la menor relacion entre sí. Leemos, cantamos y jugamos; componemos, cantamos, y aun fumamos; pero entonces la verdadera causa del movimiento voluntario no depende de la idea de un objeto, pues que los movimientos voluntarios tienen lugar en el feto antes que sea posible la idea de lo que debe ejecutarse por el movimiento voluntario. Es menester, pues, concebir esto de un modo mas sencillo.

¿Cómo se determinan los primeros movimientos voluntarios en el feto? Aquí falta la reunion tan complicada de estados bajo cuya influencia se verifican los movimientos voluntarios en el adulto. El mismo cuerpo del feto es quien produce en él ideas confusas, y sobre el cual reacciona. Desde luego no mueve sus miembros para alcanzar un objeto exterior, y sí únicamente porque puede moverlos. Sin embargo, como en esta suposicion no hay ningun motivo para mover una parte mas bien que otra, y al contrario el feto tiene para hacer obrar á la vez á todos los músculos, una causa cualquiera debe determinarle á ejecutar tal movimiento voluntario con preferencia á otro, á mover ya un brazo ó pierna, y ya otro (1).

(1) Sobre las determinaciones instintivas ó voluntarias del feto humano: véase la Memoria de P. Dubois (*Mem. de l'Acad. roy. de médecine*, París, 1832, t. II, p. 265).—Burdach, *Tra- tado de fisiología*, t. IV, p. 110.

El conocimiento de los cambios de situacion que son producidos por algunos movimientos determinados no se adquiere sino poco á poco y por el hecho de los mismos movimientos. El primer impulso de la voluntad sobre ciertos grupos de origen de las fibras de los nervios motores en la medula oblongada no puede, pues, tener evidentemente por objeto un cambio de situacion: es una simple accion sin idea de los efectos que provocará en los miembros. Esta escitacion voluntaria, pero sin objeto, del origen de las fibras ocasiona movimientos determinados, cambios de posicion, sensaciones de estos movimientos; la escitacion de ciertas fibras ocasiona siempre los mismos movimientos, los mismos cambios y las mismas sensaciones. De aquí nace la vaga conciencia de una union entre ciertas sensaciones y ciertos movimientos. Cuando á continuacion una parte cualquiera del cuerpo acaba de recibir una impresion de fuera, existe ya bastante esperiencia en el sensorio para enseñarle al sugeto que el movimiento voluntario provocado por esta impresion, convertida en sensacion, se manifestará en el miembro irritado, para que el feto mueva este miembro, y no haga obrar al mismo tiempo á los demás. De este modo es necesario representarse tambien los movimientos voluntarios en los animales. Un pájaro que comienza á cantar obedece á una obligacion interior instructiva cuando pone voluntariamente en accion el origen de los nervios de sus músculos laríngeos, de donde nacen algunos sonidos. Repitiendo esta accion es como aprende á ligar la causa con el efecto; en el hombre tambien esta impulsión, que obra involuntariamente, y como una especie de sueño en el *sensorio*, toma parte desde luego en la produccion de ciertos movimientos voluntarios en cuanto á su esencia. Hay en el *sensorio* del recién nacido alguna cosa que le obliga á ejecutar movimientos de succion con su boca; pero el desempeño de estos diversos movimientos es una accion del todo voluntaria. Síguese pues de aquí que la escitacion voluntaria del origen de los nervios motores es un hecho inmediato y primitivo, que se refiere al desarrollo del animal, y que la causa de los movimientos voluntarios no depende como en el adulto, de un objeto de que tiene idea el alma.

Ya hemos visto por otros muchos hechos que el principio nervioso que obra en la medula oblongada tiene un grado extraordinario de estension, y que el menor cambio

del *statu quo* destruye el equilibrio de la distribución, de donde resultan descargas de este principio, que se manifiestan por la risa, el estornudo y el hipo &c. Interin subsiste el equilibrio, somos igualmente aptos para todos los movimientos voluntarios de todas las partes de nuestro cuerpo, y esto es lo que constituye nuestro estado de reposo. Toda tendencia al movimiento que parte del alma trastorna este equilibrio y ocasiona una descarga en una dirección determinada, es decir excita cierta suma de fibras del aparato nervioso motor.

La influencia de la voluntad sobre el aparato motor no es el solo hecho de este género. Las partes centrales de todos los nervios cerebrales raquídeos, aun de los que son sensitivos y de los que pertenecen á los órganos de los sentidos, susceptibles de la intencion voluntaria. Es importante para la teoría de los movimientos voluntarios analizar estos fenómenos. Nuestros fenómenos sensoriales estan acompañados ordinariamente del concurso de la voluntad. Al ver una figura complexa, nos adherimos mas á tal ó cual de sus partes que á otras. A esto es á lo que se ha dado el nombre de atencion. Vemos, por ejemplo, un polígono cuyos ángulos estan reunidos por unas líneas. Aunque la imágen no cambie, sentimos mas vivamente ya una parte de la figura, y ya otra, y miramos ya la periferia, ya los triángulos ó los cuadrados que estan comprendidos en el todo. Este fenómeno no depende únicamente de que por el medio de movimientos impresos á nuestros ojos, seguimos estas figuras con nuestros ejes visuales, y describimos por decirlo así, sus contornos; pues que, sin que nuestras miradas se desvien la menor cosa, podemos por efecto de la intencion, hacer mas viva la intuicion de tal ó cual parte de la figura, mientras que las otras, aunque sentidas, permanecen desapercibidas. El concurso de la atencion con las sensaciones visuales, es quien hace que creamos algunas veces reconocer una forma bien determinada en algunas impresiones muy oscuras sobre el sentido de la vista, en lo cual soleimos engañarnos muchas veces. El sentido del oido se encuentra en el mismo caso, y en él viene á ser mas claro todavia que este cambio de impresiones sensoriales por la intencion no depende de los movimientos musculares. Es raro que nosotros estemos bastante pasivos escuchando una orquesta, para no sentir vivamente sino la intensidad de todos los so-

nidos diversos que hieren simultáneamente nuestro oído; al contrario, estamos en estado de seguir un solo instrumento en medio de los sonidos mas fuertes de todos los demás, en los cuales no fijamos entonces la atención. Cuando dos personas nos hablan juntas al oído, podemos consagrar nuestra atención á lo que una dice, sino escuchar á la otra. Lo que tiene lugar en un solo órgano sensorial puede suceder tambien cuando muchos órganos de los sentidos son afectados simultáneamente. Segun la direccion que damos á nuestra atención, oímos sin ver, ó vemos sin oír, pues que la intención no puede nunca procurarnos una viva intuición sino de un solo objeto á la vez.

Esta análisis de las sensaciones se ejecuta muchas veces de un modo enteramente involuntario, segun las leyes de la asociación de las ideas. Pero podemos tambien hacer obrar voluntariamente la intención con relación á las sensaciones que nuestros sentidos nos procuran. Cuando dos personas nos hablan á la vez al oído, depende de nuestra voluntad, en igualdad de circunstancias, aunque por otra parte sean cosas iguales, escoger aquella cuyas palabras queremos comprender. Cuando percibimos á la vez algunas sensaciones por la vista, oído, gusto, &c, somos libres de escoger aquella que queremos sentir de un modo vivo, produciendo entonces algunas impresiones tan confusas que no llegan á nuestra conciencia. Podemos analizar voluntariamente y sentir mas vivamente el sonido de un violin en medio de toda una orquesta, percibir tal ó cual olor mas distintamente que otros. En una palabra, la voluntad obra aquí con no menos fuerza que en los nervios del movimiento. La sola diferencia consiste en que en los movimientos, la voluntad puede escitar la fibra nerviosa tranquila, mientras que, por lo concerniente á los fenómenos sensoriales, no tiene poder de hacer la sensación mas viva.

La intención voluntaria no se limita tampoco á los nervios del movimiento y del sentimiento: hace tambien un papel en las operaciones del alma. A la verdad, nuestra imaginación obra sin que la voluntad la dirija; produce continuamente, cuando las otras facultades del alma descansan, formas ó imágenes que estan desprovistas de luz y de color, porque se verifica sin sensación. Estas imágenes pueden aun adquirir luz y color por el choque con las partes centrales de los órganos sensoriales. En efecto, cualquiera

que se observe con atencion reconoce, al salir de un sueño, que aunque esté despierto, las imágenes fluctuan todavía delante de sus ojos iluminadas con una luz pálida; he comprobado muchas veces este fenómeno (1), y Spinoza lo habia observado una vez en sí mismo. Aunque no estamos en estado de producir voluntariamente algunas imágenes luminosas cuando cerramos los ojos, podemos sin embargo, dirigir nuestras ideas segun nuestro capricho. En una palabra, vemos que partiendo del *sensorio*, la intencion voluntaria obra en todas las direcciones sobre algunos nervios motores, en algunos nervios sensitivos, en las operaciones del alma; la provocacion voluntaria de una accion cualquiera no es otra cosa que la intencion del principio nervioso dirigida espontáneamente y con conciencia del cerebro, hácia distintos aparatos de cuya naturaleza depende que el efecto querido sea un movimiento ó una sensacion mas viva, ó una idea. Puede uno representarse esta intencion voluntaria como una corriente ó una oscilacion que sobreviene espontáneamente, á vista de la conciencia, en el principio nervioso, y que lleva esta hácia cualquier aparato de los órganos.

Bajo el aspecto del movimiento voluntario, como el de la libertad de la voluntad, la idea puede presentarse á nuestra imaginacion como que no tiene libre albedrío, y lo que se llama así no es sino una cadena de necesidades, cuyo resultado final no podria ser otro mas que la voluntad manifestada. Podria decirse que por una sensacion, por una pasion ó una idea, ó una asociacion de ideas es como debemos ejecutar movimientos tan necesarios, que no podria considerárseles de otro modo que como resultado final de este encadenamiento, y que son tan inevitables como la conclusion que resulta de las premisas. La pasion puede determinar un movimiento: como ocupa enteramente el alma, la obligacion de ejecutar este movimiento puede llegar al mas alto grado, y si entonces la razon se opone á lo que tiene lugar, es por que entra en el encadenamiento de los hechos que no se ejecutan. Si se conociese al hombre íntegro, todos los antecedentes de su accion, todo lo que ha podido obrar

(1) V. MULLER, *Ueber die phantastischen Gesichterschei-
nungen*. Coblentz, 1826.

sobre él anteriormente la fuerza de sus pasiones, y el grado de desarrollo de sus principios racionales, se podría calcular verdaderamente de antemano cuál ha de ser su conducta en todos los instantes de su vida. En esta hipótesis, el movimiento voluntario sería una impulsión que el yo comunica al principio nervioso para llevarle hácia los nervios motores, y cuya direccion dependeria de la determinacion instantánea de este mismo yo por una causa venida á la conciencia, ó que obra sin que él lo sepa. La conciencia puede tambien informarse de un movimiento involuntario, pero solamente despues de su ejecucion, por las sensaciones que determina: esta particularidad distinguiria los movimientos involuntarios de los voluntarios en los mismos músculos del sistema animal. Como segun esta hipótesis, el modo y el lugar del movimiento voluntario, depende siempre de la determinacion del yo por un motivo de que tiene idea clara ó que obra sin que él lo sepa, parece destruir toda libertad de la voluntad, y no dejar subsistir esta última sino en el sentido moral, consistiendo en que el alma no está obligada á seguir las determinaciones externas ó internas de las pasiones, y que lejos de aquello puede ser determinada por la razon misma, tanto menos cuanto que ha adquirido ya la conciencia de lo que es razonable. Esta es, como se sabe, la idea que tenia Spinoza de la libertad y que ha desenvuelto en el último libro de su Etica.

Encontramos grandes dificultades cuando procuramos explicar esta teoria. Una simple accion espontánea del principio nervioso no bastaria para cada encorvamiento del cuerpo de un gusano. Seria menester que á cada vez el sensorio del animal fuese determinado por un motivo cualquiera á dirigir el principio nervioso hácia tal parte de los nervios y no hácia tal otra. Lo mismo sucederia en el feto, cuyos movimientos voluntarios, que principian desde el quinto mes, se verifican sin intencion y sin conocimiento de los efectos que ocasionan. Aquí, pues, los motivos que determinan al yo á poner en actividad, ya tal parte del aparato nervioso y ya tal otra serian absolutamente desconocidos. La sola cosa que podria representarse como causa de la determinacion del yo, con respecto á las fibras nerviosas determinadas, sería que los grupos de estas fibras, que no han sentido desde largo tiempo la influencia de la voluntad, estan por esto mismo mas predis-

puestas que las otras á prestarse á ella. Cuando se reflexiona en los movimientos voluntarios tan vivos del recién nacido, que se verifican sin que el sujeto tenga el menor conocimiento del resultado que ocasionarán, es menester renunciar á toda esperanza de encontrar los motivos que determinan al yo á imprimir al principio nervioso esta direccion, á no admitir una potencia que obra instintivamente sobre el sensorio, y unas impulsiones de las cuales dependeria la direccion y la sucesion de los movimientos que el yo quiere. Los partidarios de esta hipótesis pueden alegar en su favor que toda facultad cualquiera tiene necesidad de motivos para manifestarse de tal ó cual manera, cuando tiene por sí muchos modos posibles de hacerlo. Está en la naturaleza de una planta tener tales hojas ó tal tallo; en cuanto á que un individuo de tal ó cual planta tenga sus ramos dispuestos de una manera, mientras que otros los tengan de otra, con respecto al número y á la situacion, esto no puede depender de una substraccion espontánea de toda especie de ley, sino que debe ser el resultado de las causas determinadas, que se manifiestan durante el progreso del desarrollo.

Cuando uno se detiene en la idea que el principio de la determinacion voluntaria, inherente á la conciencia ó al yo, puede dar lugar al movimiento sin causas determinantes exteriores, y no provoca aquel en consecuencia de tales causas sino porque tiene la facultad de producir por sí cualquier movimiento, que es la idea que uno se forma ordinariamente del libre albedrio, las dificultades de que acaba de tratarse se desvanecen, aunque es menester renunciar á toda esplicacion científica.

La determinacion de la cantidad de la influencia nerviosa sobre el movimiento voluntario, ó la fuerza de la oscilacion y la del movimiento, dependen de las mismas causas que la determinacion del lugar en que debe de ejecutarse el movimiento voluntario. Ambas á dos tienen cierto límite. El mas fácil de todos los movimientos voluntarios es el de grupos enteros de músculos, aunque tambien entonces la fuerza se encuentra agotada con mas prontitud, pudiéndose decir en general que un movimiento voluntario es tanto mas difícil de ejecutar cuanto menos considerable es el número de las fibras nerviosas que á él concurren, y la parte mas pequeña que debe ser movida. El principio ner-

vioso pone tambien con mas facilidad en accion muchas fibras nerviosas que un número pequeño; de aquí la facilidad de los movimientos asociados. Muchos hombres no son capaces de contraer aisladamente los músculos de su cara ó de sus orejas, los abductores ó los aductores de sus dedos, y no lo consiguen sino cuando hacen obrar al mismo tiempo otros músculos; sin embargo, todos estan en estado de mover separadamente los diversos vientres de los flexores sublime y profundo de los dedos. Es muy dudoso que podamos hacer obrar voluntariamente algunas porciones aisladas de la estension de un músculo largo. En todo caso, la localizacion de la accion del principio nervioso en la influencia voluntaria presenta aquí mas dificultades que cuando se trata de irritaciones involuntarias ocasionales. Se ve muchas veces una parte pequeña de un músculo, por ejemplo del bíceps braquial, contraerse por el efecto de causas internas: este fenómeno no se verifica nunca en los movimientos voluntarios. El ejercicio desarrolla nuestra facultad de aislar la intencion del principio nervioso sobre ciertos grupos de fibras nerviosas, y cuanto mas frecuentemente reciben ciertas fibras nerviosas corrientes ú oscilaciones de este principio por algunas determinaciones de la voluntad, tanto mas se desarrolla su aptitud para obrar aisladamente, como en los tocadores de piano &c. Sin embargo, cuando el movimiento de ciertos músculos se ha repetido con frecuencia en un corto espacio de tiempo, llega á encontrar un obstáculo, y el hombre ejercitado se ve entonces entorpecido, del mismo modo que algunos esfuerzos sostenidos aumentan la energía de nuestros movimientos, pero parecen disminuirla cuando durante cierto tiempo han sido muy considerables. Es fácil dar la esplicacion de estos fenómenos. La irritacion del nervio y del músculo cambia su estado, y los inhabilita para producir sus efectos acostumbrados, del mismo modo que una impresion prolongada hace á la retina insensible por un tiempo proporcionado al cambio material que ha ocasionado en ella. Mas por lo mismo que la intencion del principio nervioso ha sido dirigida sobre algunos grupos determinados de fibras, se sigue tambien que, durante el reposo, estos grupos se restablecen proporcionalmente mas que los otros, aumentándose su poder reaccionario. Alternativa de reposo y accion, he aquí, pues, el secreto que fortifica

nuestros órganos y los hace mas aptos para el ejercicio de sus funciones, mientras que los músculos y nervios que raras veces participan de la intencion del principio nervioso, como los músculos auriculares pierden una parte de su aptitud al movimiento.

Tratando de la fisica de los nervios, he examinado la cuestion de saber por qué las partes sometidas al gran simpático resisten á la voluntad, y he citado los hechos que prueban que las descargas voluntarias del principio nervioso hácia los músculos sometidos á las órdenes de la voluntad no estan enteramente sin influencia sobre los que se muestran rebeldes á ella. Los movimientos del iris, que coinciden con ciertas posiciones del ojo, el aumento de la frecuencia de los latidos del corazon, cuando un gran número de músculos acaba de hacer algunos esfuerzos prolongados, y la influencia saludable que el ejercicio del cuerpo produce en los movimientos del tubo intestinal, son unos ejemplos sobre los cuales ya he insistido. Llegan á ejecutar movimientos habituales á la menor intencion; tales son los de los brazos durante la palabra.

Se debe, pues, deducir de todo esto que la conductibilidad de las fibras nerviosas se desarrolla en razon de la frecuencia de las escitaciones comunicadas á estas fibras. De aqui resulta que algunas ideas vagas, de que tenemos exacto conocimiento provocan muchas veces unos movimientos determinados y armónicos, puesto que se han presentado ya frecuentemente en el mismo orden.

CAPITULO II.

De los movimientos voluntarios complexos.

Entiendo por tales los movimientos que, con el concurso del órgano del alma, se asocian en grupos determinados. Aquellos de que se ha tratado en el capítulo anterior pueden considerarse como los elementos de estas asociaciones. Es menester sobre todo colocar aqui la serie simultánea de movimientos voluntarios que suceden á muchas series de ideas, la asociacion de los movimientos é ideas con algunos movimientos, los movimientos instintivos, y los movimientos coordinados de la locomocion.

Serie simultánea de movimientos.

El movimiento voluntario que tiende á un objeto determinado puede verificarse á la vez en las mas diferentes partes del cuerpo; pero puede suceder tambien que se ejecuten á la vez movimientos voluntarios que tienen objetos distintos. Un hombre escribe y fuma á un mismo tiempo; un músico lee en su cuaderno de música las notas del canto y del acompañamiento, al mismo tiempo que toca un instrumento y canta. ¿Cómo explicar la simultaneidad de estos actos? ¿Nos hallamos en estado de seguir juntas una serie de ideas que no tienen enlace entre sí, ó bien no tenemos nunca á la vez sino el conocimiento de una sola idea, y los actos, tales como los que acaban de citarse, son complexos en apariencia, saltando sin cesar la intencion con gran rapidez de una á otra de las distintas series de actos que pertenecen á la accion total? Lo primero que debe hacerse, es indagar si el alma es capaz, generalmente hablando, de seguir á la vez dos series de ideas; si tiene este poder, los movimientos correspondientes á estas dos series podrán tambien producirse.

El movimiento voluntario simultáneo de aparatos motores diferentes, por ejemplo de los músculos de la voz y de los dedos, no es difícil de explicar; pues que importa poco que muchos músculos que se mueven juntos ocupen un solo miembro ó esten muy separados uno de otro: en los dos casos, la intencion del principio nervioso se dirige sobre cierta suma del origen de las fibras nerviosas.

Un ejemplo muy simple aclarará la cuestion. Ofrécnosle el caso en que nuestro espíritu se posee vivamente de una idea mientras que ejecutamos movimientos que ningun enlace tienen con ella. Queremos visitar á alguno; y al dirigirnos á su casa, estamos tan arrebatados por otros pensamientos, que no vemos á los transeuntes, ni aun á las personas que nos saludan, y sin embargo llegamos al lugar á que habíamos proyectado dirigirnos; así, mientras que nos sumergimos en una serie particular de pensamientos, seguimos al mismo tiempo la serie de imágenes de las casas y calles á cuyo través pasamos casi sin saberlo para llegar al punto de nuestro destino.

Pero el mejor ejemplo para resolver la cuestion le pre-

senta la educacion relativa á los movimientos. En efecto, son desde luego tan lentos, tan dificiles de asociar entre sí, tan desprovistos de habilidad y destreza, que no podemos aquí sorprender, por decirlo así, á la naturaleza. Cuando una persona, que principia á tocar la guitarra ó piano, tiene que cantar á un mismo tiempo, se percibe sin trabajo que no puede leer á la vez las notas del canto y del acompañamiento: se ha enterado de la nota del canto y se dispone á entonarla, pero la del acompañamiento le falta muchas veces, y *vice versa*; no puede tocar cuando está dispuesta á cantar, ó cantar cuando se halla en estado de tocar. Trátase aquí menos de la lectura que de la trasformacion de lo que ha sido leído en las ideas del movimiento. Cada nota viene á ser en nuestro *sensorio* la tendencia al movimiento de tales ó cuales músculos de los dedos y la laringe y paralelamente á estas dos series simultáneas de trasformaciones de las notas leídas con intencion de movimiento, marcha todavía otra tercera, que es la traduccion de las palabras leídas con intencion de movimiento para los órganos de la fonacion. Esta última serie no presenta dificultades, porque estamos acostumbrados á ella desde la infancia; pero la aptitud á verificar rápidamente las trasformaciones de las dos primeras series no se adquiere sino á fuerza de ejercicio.

Se ve, segun este ejemplo, que los movimientos voluntarios dependientes de muchas ideas pueden ejecutarse simultáneamente, pero no pueden concebirse juntos. El músico ejercitado hace como el principiante, es decir, que lee unas tras otras, solamente que lo hace con la rapidez del relámpago, las notas del canto y las del acompañamiento, resultando de aquí para él la idea de la relacion de la duracion que existe entre ella, y la trasformacion en intenciones de movimientos, que se efectúa entonces en el *sensorio*, se encuentra simultáneamente ejecutada. Podia objetarse que, como el recuerdo completo del valor de las dos series de notas es necesario para poder dar á los movimientos que les corresponden la duracion que deben tener, al mismo tiempo que le conserva el *sensorio* se ocupa ya de las notas siguientes, que por consecuencia puede á la vez retener dos cosas diferentes en la memoria y concebir la tercera, se podria objetar digo, que la concepcion simultánea de muchas series de movimientos que dependen de ideas

diferentes debe ser igualmente posible. Pero esta objecion no tiene mas que la apariencia de la exactitud; pues que no es necesaria la intencion del *sensorio* para dar á un movimiento una duracion correspondiente al valor de una nota: cada movimiento continúa hasta que la intencion de un nuevo movimiento hecho necesario por otra nota leida, viene á interrumpirle. Repito todavía una vez que la simultaneidad de los movimientos mas diferentes no presenta la menor dificultad; pues que no es mas difícil mover á la vez algunos músculos de la laringe y dedos, que muchos músculos del brazo. Pero la concepcion de estos movimientos que provienen de series diferentes de ideas, parece no poder tener lugar sino de un modo sucesivo, pero con la rapidez del relámpago.

Volvamos ahora á nuestro primer ejemplo: queriendo ir á casa de un amigo, recorreremos todo un laberinto de calles tan enzimismados que nos olvidamos de corresponder á los saludos que nos dirigen al andar, y con todo llegamos al objeto que nos hemos propuesto, sin saber cómo lo hemos hecho, ¡tan absorbida tenia nuestras facultades la pasion ó idea que se habia apoderado de nosotros! Como la locomocion voluntaria, esta alternativa de flexion y estension no es sino una simple repeticion rítmica de dos movimientos, una vez empezada, puede continuar del mismo modo que un movimiento único, en medio de un curso de ideas que cambian á cada instante. Lo que es mas difícil, es el comprender cómo llegamos á orientarnos en el laberinto de las calles, sin perder por esto el hilo de nuestros pensamientos. Sin embargo, se esplica por pequeños saltos de un tema á otro. Es menester fijar aquí la atencion en las leyes de asociacion de las ideas. Cuando dos series de ideas tienen un interés igualmente débil pasamos de la una á la otra alternativamente, y á una tercera del todo diferente. Pero cuando una serie de ideas domina en el *sensorio*, como cuando uno es arrastrado por una pasion, toda idea nueva, escitada por los sentidos, puede desviarnos un instante de la serie dominante, pero despues de cada interrupcion, el *sensorio* vuelve al tema fundamental con mas facilidad que pasa á nuevas asociaciones.

Asociacion de los movimientos y de las ideas.

La rapidez y la sucesion de los movimientos son favorecidos por la repeticion. Esto es lo que llamamos *ejercicio*. El que no está ejercitado no puede entregarse á unas alternativas muy próximas de movimiento y de reposo, ó ejecutar de un modo regular algunos movimientos complicados. De este hecho se sigue que cuanto mas frecuentemente está puesto el principio nervioso en oscilacion en ciertas fibras, tanto mas fácil se hace tambien esta oscilacion ó esta corriente. A la verdad, un brazo ejercitado siente tambien la fatiga al cabo de cierto tiempo, aunque el movimiento del principio nervioso haya sido repetido muy frecuentemente, pues que la accion ocasiona un cambio material momentáneo en los nervios; pero el miembro así fatigado repara sus pérdidas con mas prontitud que lo hacen los demás, y una vez reposado, está mas dispuesto á reproducir los movimientos, á causa de la frecuencia con que las corrientes ó las oscilaciones del principio nervioso se han verificado en ciertas fibras.

Las leyes de la asociacion de los movimientos han sido espuestas muchas veces; son generalmente conocidas, y aun se las encuentra en las obras de medicina (1). Darwin, sobre todo, se ha ocupado mucho de ellas.

La asociacion debe ser considerada aquí bajo dos puntos de vista.

Asociacion de movimientos con otros movimientos.

En otro tiempo se confundian muchas veces los movimientos asociados y la asociacion de los movimientos voluntarios. Lo que constituye los movimientos asociados, es que la intencion voluntaria dirigida sobre un nervio llama otra involuntaria en otro nervio. No es posible dirigir voluntariamente un ojo hácia arriba sin que el otro sea arrastrado por el mismo movimiento, ni volver el ojo hácia dentro sin que el iris se estreche. El hombre que no está

(1) REIL, *Fieberlehre*, t. IV, p. 609.—BRANDIS, *Versuch ueber die Lebenskraft*. Hanovre, 1795.

ejercitado en ellos no puede estender un dedo separadamente de los otros. Estos fenómenos no son adquiridos, son innatos. El movimiento asociado se observa sobre todo en las personas que carecen de ejercicio, y el objeto del ejercicio ó de la educacion de los movimientos musculares, es en parte aprender á aislar el principio nervioso en algunos grupos particulares de fibras. El resultado del ejercicio, es pues, con relacion á los movimientos asociados, extinguir la tendencia á su reproduccion. En la asociacion de los movimientos voluntarios, las cosas suceden de otro modo. Aquí el ejercicio enseña á los músculos á ser mas rápidos en la sucesion ó la simultaneidad de los movimientos que por sí tienen poca propension á asociarse entre sí. Su resultado es, pues, inverso de aquel que produce con respecto á los movimientos asociados.

El ejercicio hace perder á los músculos su tendencia innata á los movimientos asociados, y facilita la asociacion voluntaria de los movimientos de muchos músculos. Darwin y Reil han confundido mas de una vez estos dos estados diferentes del sistema nervioso. La ley que Darwin expresa es esta: todos los movimientos animales que son muchas veces excitados simultánea ó inmediatamente unos tras otros, se asocian entre sí de tal modo que cuando uno de ellos se ejecuta, los otros tienen tendencia á acompañarle ó á sucederle. Se puede conceder el hecho de un modo general; pero los ejemplos que Darwin y Reil citan en apoyo de esta ley pertenecen en parte á la de los movimientos asociados. Por otra parte la ley de Darwin no expresa los hechos con exactitud. Si las cosas pasasen como dice el escritor inglés, la educacion y el ejercicio nos harian mas torpes de lo que eramos antes. Encontraríamos muchas veces algunos obstáculos nacidos de los movimientos asociados que nos habria hecho contraer el hábito, en lugar de extinguir en nosotros la tendencia innata que estos movimientos tienen á manifestarse. Darwin y Reil citan la dificultad que sentimos en cortar el aire horizontalmente con el brazo, mientras que descubrimos un círculo con el otro. Este ejemplo no esplica la asociacion de los movimientos por el ejercicio; pues la tendencia á la simetría de los movimientos es innata en el brazo como en los ojos. El ejercicio tiene por objeto, al contrario, hacernos aptos para ejecutar simultáneamente estos movimientos hetero-

géneos. Otro ejemplo escogido por Darwin y Reil es mas propio para dar razon de la asociacion de los movimientos voluntarios. El que aprende á tornear toma desde luego sus ideas por guia en la direccion que da al escoplo, colocando mas tarde su voluntad en la punta del instrumento. Aquí, en efecto, algunos movimientos musculares estan asociados de modo que se suceden rápidamente á las órdenes de la voluntad; pero ninguno de ellos es la causa de los otros: su asociacion sola se hace mas fácil, sucediendo lo mismo á toda asociacion de los movimientos voluntarios. Cuando hemos asociado muchas veces los movimientos segun cierto orden, su asociacion se hace mas y mas fácil, de modo que entonces la voluntad reproduce con mas rapidez toda la serie. Reil pretende que basta que la intencion de la voluntad se dirija sobre uno de los eslabones para reproducir todos los demás; esta asercion no me parece de acuerdo con los hechos. Hay sin duda muchos movimientos puramente habituales que vuelven en toda ocasion, como los movimientos inespresivos de los brazos en los actores ó cantores, y las gesticulaciones en la mayor parte de las personas dotadas de gran vivacidad; pero estos movimientos adquiridos por hábito entran en la ley de la asociacion de las ideas y movimientos, y no en la de la asociacion de movimientos con movimientos.

Asociacion de las ideas y de los movimientos.

El encadenamiento de las ideas y movimientos puede hacerse tan íntimo como el de las ideas entre sí, y aquí sucede realmente que cuando una idea y un movimiento han sido asociados, repetidas veces la segunda se junta muchas veces involuntariamente á la primera. Este encadenamiento es el que hace que cerremos los ojos á pesar nuestro cuando un movimiento amenazador se presenta delante de nosotros, aun cuando un extraño pase su mano delante de nuestra cara; que nos acostumbremos á no espresar ciertas ideas sin acompañarlas de ciertas gesticulaciones; que llevemos involuntariamente las manos hácia delante cuando un cuerpo amenaza caer sobre nosotros. En general, cuanto mas sucede que las ideas y movimientos se presentan voluntariamente, y mayor es la facilidad con que estos se ejecutan cuando las ideas los recuerdan, tanto menos sujetos

están al imperio de la voluntad. Este modo de encadenamiento no goza menos influjo en la mecánica y artes que la asociación de los movimientos entre sí. La asociación de los movimientos entre sí no puede explicarse sino por un derrame del influjo cerebral hecho más fácil según cierta dirección; el encadenamiento de las ideas y movimientos parece anunciar que en cada idea se desarrolla, en el aparato destinado á trasladarla por algunos movimientos, una tendencia al movimiento en la cual el ejercicio y el hábito toman tanto desarrollo, que en lugar de quedarse en su simple disposición, como lo hace en los casos ordinarios, entra en acción siempre que se presenta ocasión. El bostezo puede servir de ejemplo bajo este aspecto. Basta pensar en él para bostezarse, cuando existe la disposición para este acto. ¿Qué enlace puede haber entre la imagen de un hombre que bostezase producida en el cerebro y el movimiento involuntario del bostezo? ¿Cómo es que, entre tantas imágenes, solo aquella es la que provoca los movimientos del bostezo? ¿Esta es una prueba manifiesta de que la sola idea del movimiento basta para producir una tendencia en el aparato encargado de ponerla en ejecución, para determinar una corriente del principio nervioso en esta dirección? Pero se podrían citar muchos ejemplos análogos. Nadie ignora que los espectadores de un asalto ó de un duelo acompañan á cada paso de un ligero movimiento involuntario de su cuerpo. El juego de bolos presenta materia á la misma observación. De aquí viene también que cuando nos encontramos sobre grandes alturas, y en una situación peligrosa, sentimos en nosotros alguna cosa que nos impele á precipitarnos. Colócase aquí también la propensión á la imitación de los movimientos. Por más que uno quiera estar serio, si piensa sin cesar en la risa, acaba por reír, como los niños que, antes de reír, miran si aquellos que les rodean rien. Sucede muchas veces que, largo tiempo después de haber sido testigo de una escena placentera, se prorrumpe de repente en risa si se ve que alguno rie calladito ó que hace esfuerzos para abstenerse de esta acción. En fin las personas sujetas á espasmos los sienten cuando presencian accesos convulsivos: este fenómeno no es raro en los hospitales.

La tendencia á movimientos que nace de la idea de movimiento ha sido comparada por Chevreul á las oscilaciones de un péndulo que se tiene en la mano. Según sus

observaciones, á pesar de la inmovilidad aparente del brazo, el movimiento del péndulo está determinado por un ligero movimiento muscular que se ejecuta involuntariamente cuando se mira la vara al mismo tiempo que se la tiene, pero que cesa luego que se cierran los ojos. Los dos principales hechos aquí son que un péndulo que se tiene en la mano puede ser puesto en oscilacion por un movimiento tan ligero, que se escapa aun á la conciencia, y que la vista del movimiento, una vez establecido, basta para ocasionar una serie de movimientos involuntarios que le aumentan. Chevreul se ha servido tambien de estos hechos para explicar el bostezo (1).

Behn ha hecho ver, por lo demás, que una de las principales causas de la agitacion del péndulo que se tiene en la mano, depende de los lijeros movimientos que el pulso comunica á las partes de nuestro cuerpo (2).

El hecho que algunos movimientos se asocian á unas ideas no está aislado, aun haciendo abstraccion del campo mas rico de las asociaciones, á saber, el de las ideas entre sí. Las ideas no obran solamente sobre los aparatos motores que tienen algunas conexiones con su contenido; obran tambien muchas veces y no menos sobre los órganos sensoriales en los cuales se han presentado las impresiones que les han dado origen. Hay una gran diferencia entre la idea de una sensacion que disgusta y la sensacion del mismo disgusto; sin embargo, la primera basta para provocar las ganas de vomitar. La cualidad de la sensacion es una energía del nervio sensitivo que se encuentra escitada aquí por la simple idea, sin causa exterior. Darwin cita por ejemplo que la sola vista de un hombre que pasa un instrumento puntiagudo sobre cristal ó porcelana basta para determinar la sensacion conocida con el nombre de dentera. La idea de un objeto cuya presencia pudiera dar lugar al calofrio, ocasiona un temblor general en las personas muy irritables. Las energías de los sentidos superiores, la sensacion de la luz y la del sonido, rara vez se ponen en accion durante la vigilia, pero lo estan con mucha frecuencia durante el sueño y en los ensueños. En efecto, por poco que se observe

(1) *Archiv. gén. de médecine*, 1833. t. XXXII, p. 130 y 137

(2) *MULLER'S Archiv*, 1835, p. 516.

con atencion y se contraiga el hábito de abrir los ojos al despertarse en medio de un ensueño, no tarda uno en convencerse de que las imágenes de este ensueño se ven en realidad, y de que no flotan solamente en la imaginacion: porque se percibe muchas veces que estan todavía á la vista y desaparecen poco á poco. Ya habia observado esto Spinoza, habiéndolo experimentado por sí mismo, y yo he podido igualmente convencerme de ello con mucha frecuencia (1).

Movimientos instintivos.

Los movimientos instintivos son sin contradiccion, los mas complicados de todos, y sus causas las mas difíciles de descubrir. Se llaman así aquellos movimientos cuya ejecucion es voluntaria, pero que no reconocen solo á la voluntad por causa primitiva, y cuyo objeto racional no es bien conocido de la conciencia. El poder oculto que los determina, en vista del objeto final á que se dirige la vida, solo produce sentimientos é inclinaciones para acciones determinadas. Las inclinaciones instintivas para obrar no son frecuentes en la especie humana. Se puede citar en confirmacion la que induce al recién nacido á ejecutar los movimientos necesarios para la succion. Las acciones relativas al apetito venéreo todas se verifican instintivamente en los animales, pero no tan absolutamente en el hombre, pues aunque la inclinacion para tomar ó abrazar las formas escitativas del amor sea innata en nosotros, sin embargo, los primeros individuos de nuestra especie debieron aprender por sí mismos todo lo demás. El número de las acciones instintivas crece en los animales en proporcion de su insuficiencia para llenar el objeto por medio de las funciones intelectuales. No pertenece á nuestro plan enumerar todos los hechos relativos á la emigracion, construccion de nidos y madrigueras, á la fabricacion de telas y á la educacion de los hijuelos.

La causa del instinto parece ser la misma que la que pro-

(1) GRUITHUISEN, *Beitrag zur Physiognosie*. Munich, 1812.
—MULLER, *Ueber die phantastischen Gesichterscheinungen*.
Coblenz, 1826.

duce el nacimiento del animal, y realiza su organizacion segun leyes eternas. Las ideas que nos formamos de la naturaleza de un ser organizado son tranquilas; nada crean; son infecundas. La forma organizadora que obra con mucha mayor seguridad segun ideas razonables y un plan divino, organiza sus mismos productos, y aparece de nuevo en cada uno de ellos. La física no tiene secretos para ella; esta fuerza es la causa final de una criatura que repara las pérdidas, que hace posible la curacion á consecuencia de una enfermedad, y que contenida primitivamente en la materia prolífica fecundada del nuevo individuo, crea los órganos en que mas tarde nacen las imágenes estériles de las cosas, que son las ideas. Como esta fuerza produce todos los órganos con la masa amorfa del germen, no se limita particularmente á ninguno; se manifiesta aun en la nutricion del feto privado de encéfalo; cambia el sistema nervioso, lo mismo que todos los demás órganos en la larva del insecto que sufre una metamórfosis, en términos que ciertos gánglios del cordón nervioso desaparecen, mientras que otros se reunen entre sí; hace que en la metamórfosis de la rana la medula espinal se acorte á medida que desaparece la organizacion de la cola, y á proporcion que nacen los nervios de las extremidades. Las acciones instintivas de los animales nos demuestran tambien que la fuerza que obra en un sentido determinado, obedeciendo una ley eterna, que este pensamiento divino que no se revela á nuestra conciencia, reproduciendo la frase de Spinoza, influye tambien en el origen de los seres organizados, en su organizacion y en sus acciones voluntarias. El fin á que se dirige el movimiento instintivo es absolutamente tan necesario para la existencia de la especie y del individuo como la misma organizacion; pero aquí el objeto se encuentra fuera del organismo, mientras que la organizacion constituye una parte de él; y esta idea de la esencia animal que hemos llamado estéril, está determinada por la fuerza de que acabamos de hablar para representar y conseguir alguna cosa particular. La causa final del instinto no reside tampoco con especialidad en un órgano, sino que hace un todo con la fuerza de la organizacion obrando en virtud de una ley necesaria y de un principio razonable. Sin embargo, en el sensorio es donde los efectos de esta fuerza se descubren desde luego. Cuvier se explica con mucho acierto cuando dice, al tratar

de esto, que los animales al ejecutar sus acciones instintivas obedecen á una idea innata que les sigue como una sombra. Por lo demás, la organizacion de los mismos animales favorece notablemente la realizacion de las imágenes, de las ideas y de las inclinaciones que se manifiestan en el sensorio. Como el interior y el exterior dependen de la misma causa final, la forma del animal corresponde perfectamente á sus inclinaciones y por esto ni él desea mas de lo que puede ejecutar por medio de sus órganos, ni sus órganos solicitan nada que no exija la inclinacion. El topo, destinado por su instinto á vivir debajo de tierra, nada tiene en sus órganos que le separe de este destino. Aunque ve, y aunque su ojo no está cubierto por la piel, sin embargo, su vista es corta, ya por causa de la pequeñez de los ojos, cuanto porque los tiene rodeados de pelos espesos. Sus extremidades anteriores estan enteramente organizadas para huir y no para andar: pues su mano tiene efectivamente tal fuerza y disposicion por causa del antebrazo, que apenas le permiten andar sin escarbar la tierra. El perezoso que anda sobre el borde esterno del pie, y cuyos dedos estan doblados hácia dentro, camina con suma lentiud por un piso llano, lo cual ha sugerido á algunos la idea falsa de que la naturaleza los habia tratado como madrastra; pero lejos de esto, son tan perfectos en su género como todos los animales. Sus extremidades estan dotadas de la figura mas propia para trepar, y para pasar su vida sobre los árboles, donde despliegan movimientos, que aunque lentos, estan llenos de destreza y de vigor, como los de algunos otros trepadores, el camaleon, por ejemplo. La araña tiene sus patas ingertas y organizadas de modo que anda mal sobre un plano; estos apéndices estan destinados á maniobrar en una línea, sobre un hilo; lleva consigo los materiales de los hilos que debe tejer, y sus inclinaciones instintivas le representan como una especie de sueño el tema de sus acciones, la construccion de su tela. Nunca admiraremos bastante el instinto que produce en los animales aptitudes é intuiciones, que nosotros nos vemos obligados á adquirir por el camino penoso de la esperiencia y educacion. Cuando empezamos á ver, no gozamos todavia la facultad de juzgar respecto de las imágenes que se producen en nuestro ojo, cuál puede ser la distancia ó proximidad de estos misinos objetos. Pintándose todos los objetos de la estension visual como en un cuadro, tenemos necesidad

de una larga esperiencia y de la cooperacion del tacto y los movimientos para reunir á la imágen de un objeto comprendido en nuestra estension visual las ideas de su distancia, su tamaño y su forma. El animal viene al mundo como si hubiese recibido ya esta educacion: á poco de nacer se dirige el ternero al pezon de su madre. Nosotros para aprender á andar necesitamos un ejercicio penoso, en que tenemos que poner á cada instante en juego las leyes del equilibrio, de la gravedad &c., y no aprendemos hasta haber adquirido poco á poco, por la esperiencia y á costa de mil engaños, la cantidad de contraccion muscular que requiere cada clase de movimiento. Los animales, por lo menos los solípedes y los rumiadores, nacen ya con estos conocimientos: nada tardan en servirse de sus patas, y en dirigirse hácia su madre. Todo lo cual no se puede efectuar sino por el concurso de la fuerza instintiva ante la cual se resuelven todos los problemas de la física.

Es necesario que el sensorio del animal recién nacido contenga una fuerza que haga obrar á las palancas de los miembros locomotores de un modo completamente armonioso. Debemos separar de las acciones instintivas otras acciones particulares que varios animales ejecutan con mucha facilidad aun durante el sueño, despues que han adquirido poco á poco aptitud para ellas. Muchas aves duermen posando en una pata sola, sosteniéndose en un perfecto equilibrio, y la fuerza que preside á estas acciones no se suspende jamás aun cuando los efectos sensoriales se hallen en un reposo absoluto. Lo mismo sucede á los somnábulo. No es el instinto quien los dirige, sino la esperiencia adquirida en la vigilia, la que les sirve todavía durante el sueño, aprovechando para conservar el equilibrio todos los conocimientos que para esto les ha proporcionado la esperiencia y educacion. La accion del alma es solamente la que les impide caer, y su sensorio, que obra solo en una direccion, abstrayéndose de todas las demás, les permite por estas mismas limitaciones no conocer el peligro, y que marchando con pie firme atravesasen sin temblar por el borde de un abismo. Estos no son realmente tan difíciles de esplicar como parece. Para que un hombre ande sin tropezar sobre un plano medianamente inclinado, le basta saber que este plano está colocado á poca distancia de la tierra, pareciéndole el mismo plano peligroso y difícil de reconocer si estuviese colocado á mucha altura,

y lo que es mas el que ignorase el peligro de esta última posicion no tendria el pie menos firme y seguro que el de la primera.

Como hay evidentemente en los animales sentimientos instintivos é innatos que se manifiestan inmediatamente despues del nacimiento ó mas tarde, la cuestion es saber si el hombre tiene tambien ideas innatas que ejerzan sobre él, solo que en grado superior, la misma influencia obligatoria que las inclinaciones instructivas de los animales tienen sobre ellos. Volveremos á este problema cuando se trate de las funciones del alma. Algunos escritores han pretendido que la accion razonable instintiva de la fuerza organizadora puede en ciertos casos comunicar á la conciencia cosas cuya nocion no pudiera adquirirse por la via de las operaciones del alma, y han exagerado la capacidad del instinto en el hombre. No hay ningun motivo para admitir esta hipótesis, y no sé que el poder creador de la naturaleza, que obra en nosotros sin que nuestra conciencia se aperciba de ello, haya comunicado jamás á esta última nada que sea consecuencia de una ley superior, ó que el pensamiento divino que es creador, se mezcle en nuestras imágenes de los objetos. Lo que se alega respecto á esto, segun los pretendidos estados magnéticos, no merece el asenso que le han dado algunos médicos crédulos; siempre que se profundiza la materia no se descubre en ello mas que truhanería ó necesidad. Las nociones que nos llegan de este modo no son mas que imágenes confusas, cuyo contenido se encuentra en armonía con la capacidad del que las concibe y del que las cree.

Movimientos coordinados.

Por dependientes de la voluntad que sean los movimientos, su asociacion para el objeto de la locomocion parece hallarse favorecida por disposiciones interiores en los órganos centrales. Una especie de armonía preexistente parece tener lugar entre ciertas partes de los órganos centrales del sistema nervioso y los grupos de músculos, lo mismo que sus conductores nerviosos. Nos han conducido á esta idea los experimentos sobre las fuerzas desarrolladas tanto en el cerebello como en la medula espinal. Ya hemos visto que las aves decapitadas procuran todavía moverse. El mismo

fenómeno tiene lugar en las ranas. Esta especie de movimientos no se parece á los determinados por la voluntad, y para los cuales es necesario el concurso del cerebro. Sin embargo, reina cierta armonía entre los diferentes actos de los movimientos tumultuosos que ejecuta un ganso á quien se le ha cortado la cabeza. El animal bate las alas; es necesario, pues, para esta accion simultánea y armónica de un gran número de fibras nerviosas, de modo que parece que la accion coordinada de estas fibras está favorecida por una disposicion orgánica cualquiera en las partes centrales. Estas no son simples convulsiones de todos los músculos que dependen de la medula espinal. Porque cuando todas las fibras nerviosas de este cordon herido, son acometidas de irritacion, todos los músculos del tronco deben igualmente contraerse, pero no resultaria de esto un batimiento de alas; por lo menos no se ve por qué el ave decapitada aplica con tanta exactitud las alas á su cuerpo por un movimiento convulsivo. El enroscamiento de las anguilas decapitadas, y los golpes de cola que dan otros pescados á quienes se ha cortado la cabeza, son fenómenos del mismo género. En los animales invertebrados, se ve tambien algunas veces, que la decapitacion no impide que se efectue la locomocion, como hubiera sucedido sin esta circunstancia. Un *carabus granulatus*, á quien Treviranus cortó la cabeza, continuó corriendo como antes: un zángano decapitado igualmente y puesto sobre el dorso, hacia esfuerzos para volverse. La *cerceris ornata* persigue las abejas que anidan en los agujeros. Walckenaer cortó la cabeza á uno de estos himenópteros en el momento de ir á penetrar en el agujero de una abeja; continuó sus movimientos, y aun cuando se le volvió hácia otro lado procuró tomar su primera direccion para penetrar en el agujero (1). Las sanguijuelas que se cortan en dos pedazos marchan todavía lo mismo que cuando estaban enteras. Es claro, segun esto, que los movimientos coordinados de músculos son posibles despues de la decapitacion tanto en los animales vertebrados, como en los invertebrados; y la influencia de la voluntad parece tambien no quedar abolida en los últimos por la pérdida de la cabeza.

(1) TREVIRANUS, *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens*, t. II, p. 194.

Los experimentos de Flourens (1) sobre el cerebelo, demuestran que la medula espinal no es la única parte en que reside una armonía preexistente de estos movimientos coordinados, y que el cerebelo es quien domina principalmente la acción coordinada de los músculos para la locomoción. Cuando iba separando este órgano por capas sucesivas en varias aves, la sustracción de las primeras capas no ocasionaba más que un poco de debilidad y falta de armonía en los movimientos. Cuando cortaba las capas medias se manifestaba una agitación casi continua, aunque sin signos de convulsión; el animal ejecutaba movimientos bruscos y desarreglados, oía y veía. A la separación de las últimas capas, el animal cuya facultad de saltar, volar, andar y tenerse en pie se habían alterado cada vez más por las mutilaciones precedentes, perdió enteramente esta facultad. Colocado de espaldas ya no podía levantarse. Lejos de quedar tranquilo y fijo como sucede á los pichones privados de los lóbulos del cerebro, se agitaba frecuentemente y casi de continuo, pero no se movía jamás de un modo firme y determinado. Por ejemplo, veía el golpe que le amenazaba, quería evitarle haciendo para ello mil contorsiones, pero no lo conseguía. Flourens infirió de esto que las voliciones, las sensaciones y las percepciones se conservaban, que la posibilidad de ejecutar movimientos de reunión persistía también, pero que se había perdido la coordinación de estos movimientos de locomoción, regulares y determinados. Por otra parte, sus experimentos sobre las lesiones de los hemisferios cerebrales demuestran que el principio coordinador no reside en ellos. La pérdida de una gran parte de los hemisferios es cierto que hace caer á los animales en estupor, pero los deja aptos para todos los movimientos voluntarios y agrupados, puesto que un ave mutilada así, y arrojada al aire conserva la facultad de volar. Sin embargo, el batimiento de las alas después de la ablación del cerebelo, anuncia todavía vestigios de un movimiento coordinado, que, como vemos después de la decapitación de los gansos, puede depender solamente de la medula espinal. Esta coordinación de mo-

(1) *Recherches expérimentales sur le système nerveux*, 2.^a edición, Paris, 1842.

vimientos debe estar toda á disposicion de los animales cuando principian á hacer uso de sus miembros, pues que entonces no muestran ni dificultad, ni torpeza, y en general los movimientos coordinados entran muy frecuentemente como elementos en la composicion de los movimientos instintivos. En el niño de pecho hay en el cerebro un estímulo interno para los movimientos coordinados de la succion, y Mayer ha observado tambien que la cabeza de un gato pequeñito separada del cuerpo, chupa todavía el dedo que se le introduce en la boca.

CAPITULO III.

De la locomocion.

Existen muchos animales que teniendo fija una porcion de su cuerpo, carecen de la facultad locomotriz, ó á lo menos no tienen mas que una locomocion relativa de sus diversas partes constituyentes.

El primer caso es el de los entozoarios compuestos como el cenuro cerebral, cuyos gusanillos unidos por una vesícula comun, no pueden elevarse mas que hasta la superficie de esta sin pasar de allí. A la misma clase pertenecen los pólipos compuestos cuya locomocion está reducida á la protracion de las cabezas y sus brazos en los cálices. Los plumatelos á quienes se ha creido largo tiempo aptos para moverse libremente en el mar, estan igualmente hundidos en el suelo, como los veretiles; solo sus pólipos son los que pueden desarrollarse y volver sobre sí mismos. Las influencias que obran sobre algunos polipos de tronco comun no determinan tampoco mas que la retraccion de aquellos á que alcanzan (1). Estos hechos han sido observados por Rapp, que sin embargo ha notado tambien flexiones lentas en el tronco de los veretiles. Uno de estos animales que arrojó al canal de Cette se implantó en el suelo. Todavía no hay mas que un corto número de pólipos, de cuyo tronco se conoce bien la estructura y propiedades. El de los vertularios contiene un tubo en el cual, segun las observaciones de Meyen y de Lister, hay corrientes de

(1) RAPP, *Ueber die Polypen*, p. 8.

líquido alternativamente ascendentes. Según Lister, este tubo comunica con el estómago, y las dos corrientes comunican entre sí, lo que niega Meyen (1). Rapp asegura que el eje del tronco grueso de los veretiles encierra cuatro tubos rectos rodeados de fibras musculares trasversales, los cuales estan llenos de agua de mar. La cavidad bucal de cada pólipo conduce á un conducto estrecho y moreno, que se abre en el tubo trasparente del pólipo, y que tiene de largo mas de una pulgada. Este es el estómago, el cual se prolonga en el tronco principal en una célula que comunica con los conductos recorriendo el eje. Los cuatro tubos del tronco se abren en la estremidad interior por cuatro agujeros, independientemente de los cuales hay otros pequeños, que ponen á los tubos en comunicacion con la sustancia esponjosa del eje (2). Todavía no se sabe muy positivamente qué conexion existe entre los movimientos propios de cada pólipo, y las inflexiones lentas del tronco de los veretiles. Por otra parte, hablando en general, la esplicacion de la conexion fisiológica de los pólipos con su eje es uno de los problemas mas complejos. Desde Ehrenberg, que ha reunido tantas observaciones acerca de esto, el coral no es ni un simple conjunto de animales reunidos voluntariamente, ni un solo animal con muchas cabezas ó solamente hendido, ni un tronco vegetal con flores animales, sino un tronco animal viviente, cuyos animales se desarrollan sin cesar sobre sus predecesores, y que son susceptibles de gozar de una plena independendencia, aunque no puedan procurársela ellos mismos (3).

De los pólipos con brazos, los unos son capaces de moverse libremente, como las hidras, y los otros son fijos, como los corinos. Entre los anélides se encuentran algunos que no gozan de locomocion como los sertulos que viven en tubos. Los tubulibranchios entre los moluscos, como la silicuaria, habitan igualmente en tubos fijos. Los ostraceos, ya sea que su concha esté adherida á las rocas, ó ya que no tenga adherencia alguna, no mudan de lugar, y su movi-

(1) LISTER, *Philos. Trans.*, 1835, part. II.

(2) *Nov. act. nat. cur.*, t. XIV, part. II, p. 650.

(3) EHRENBURG, *die Corallenthiere des rothen Meeres*. Berlin, 1834, p. 27.

miento se reduce á cerrar la concha, que se abre por sí misma por la elasticidad del ligamento de otros bivalvos como los ostrapenas se adhieren á cuerpos sólidos por medio del byssus que proviene de su rudimento de piel, y que, segun la espresion de Cuvier, les sirve de áncora. Los mitiláceos emplean igualmente su largo pie mas bien para fijar su byssus, que para arrastrarse. Otros bivalvos hacen servir este órgano para la reptacion, como los anodontes, los unios &c. Los ascidios estan fijos á las rocas y desprovistos de toda locomovilidad. Sus movimientos voluntarios se reducen á arrojar el agua por la abertura de la capa que está destinada á este uso. Entre los ascidios compuestos, los botrilos reposan sobre cuerpos, en cuya superficie estan reunidos en masas esteliformes. Cuvier hace notar, que cuando se irrita la abertura de uno de estos animales, solo este se contrae, en tanto que lo verifican todos cuando la irritacion llega hásta el centro. Los pirosumos son moluscos compuestos reunidos en un cilindro hueco, abierto por una de sus estremidades. Estan libres en el mar, y se dice que el cilindro camina por efecto de las contracciones simultáneas de todos los animalillos. Los detalles de un fenómeno tan notable son desconocidos bajo el punto de vista fisiológico. La estincion de la fosforescencia en cualquiera parte del cilindro que llega á ser dañada, habla tambien en favor de una accion comun ó colectiva de estos seres. Los pólipos compuestos no ofrecen ningun ejemplo de una particularidad tan singular. Muchos animales de clases muy diferentes son libres durante una parte de su existencia, y fijos en la restante. Lo contrario sucede en otros, por ejemplo, los vorticelos, segun Ehrenberg. Los vorticelos, estan implantados muchos juntos por pedículos á una raiz rastrera comun. Mas tarde el cuerpo del animalillo se divide en dos porciones que se separan del pedículo, el cual ha perdido entonces la propiedad que tenia antes de contraerse y estenderse. Cada animalillo así separado nada libremente. Otros animalillos son libres en su juventud, y fijos en una edad mas avanzada. Las observaciones de Nordmann sobre los lerneaceos, de A. Duges sobre los hidraginos y de Burmeister sobre los cirripedos, suministran ejemplos de esto. Los lerneos jóvenes tienen la conformacion de los crustáceos, y son libres. Mas tarde, las hembras mu-

dan de forma de tal modo, que se las ha tomado por vermes intestinales. En este estado viven á manera de parásitos sobre otros animales, sobre varios peces. Los machos se adhieren por medio de gancho al abdómen de las hembras. Los hydracnos en estado de larva, tienen seis patas; mas tarde se adhieren á insectos acuáticos, á cuya costa viven. Entonces la parte posterior del cuerpo se alarga extraordinariamente, y el animal convertido en ninfa, presenta la forma de una elipse prolongada. Debajo de la piel de esta ninfa se desarrollan los miembros y los ojos del animal perfecto. Este sale de su prision y se pone á nadar, pero no es perfecto todavía; al cabo de algunas semanas se fija por medio de la trompa á una hoja de potamojeton y se queda inmóvil; sus patas desaparecen de nuevo para dar lugar á las que definitivamente debe conservar. Los cirripedos al salir del huevo, se parecen á lerneos jóvenes y nadan libremente. El cuerpo posee ya tres pares de patas ventrales, y en una época mas avanzada ofrece una concha coriácea. Una prolongacion carnosa, que sale entre las válvulas, fija entonces al jóven animal á un fuco, en cuyo estado tambien tiene un ojo. Durante el periodo siguiente adquiere un número doble de patas, pero la muda le hace perder el ojo y las antenas que ya tenia antes (1).

Los órganos motores de los animales que mudan libremente de lugar son unas veces pestañas, sedas, laminillas, aletas, otras veces miembros articulados; aquí el movimiento se debe á la espulsion de líquidos que se habian absorbido anteriormente; allí resulta de los movimientos undulatorios de partes del cuerpo, que son ó fijas ó susceptibles de prolongarse, ó aptas para contraerse: en fin, el cambio de lugar puede ser efecto de una alternativa de expansion y contraccion de la masa total del cuerpo.

Ehrenberg ha entrado en grandes detalles sobre los órganos del movimiento en los infusorios (2). Entre los

(1) BURMEISTER, *Beiträge zur Naturgeschichte der Rankenfresser*, Berlin, 1834.—MARTIN-SAINT-ANGE, *Mémoire sur l'organisation des Cirripèdes*. Paris, 1835.

(2) *Zur Erkenntniß der Organisation in der Richtung des kleinsten Ramms*. Berlin, 1832, p. 28.

mas sencillos de estos órganos, los unos son prolongaciones variables, que salen de un gran número de puntos del cuerpo como en el género *Amoeba*, (llamada antiguamente protea) los otros, sedas, como el dorso del *choetonotus* ó pestañas, que en los poligástricos estan frecuentemente repartidas por todo el cuerpo, ó son en fin ganchos. Los órganos locomotores descompuestos son las ruedas de los infusorios rodadores y de algunos poligástricos. Ehrenberg ha descrito muchas variedades de ellos. Las vibraciones de estos órganos sirven no solamente para la natación, sino tambien para producir en el agua remolinos que ponen los alimentos al alcance del animal. Por lo demás, los infusorios rodadores pueden tambien arrastrarse fijando alternativamente las dos estremidades de su cuerpo, el que llevan en seguida tan pronto á la estremidad anterior, como á la posterior.

Los acéfalos en forma de disco ó de campana cambian de lugar por contracciones y expansiones alternativas de su cuerpo, que vacian el agua contenida en su interior. Los heroes se mueven, en parte, por las vibraciones de las laminillas que guarnecen los ocho lados de su cuerpo esférico. Los acéfalos tubulosos tienen por órganos natatorios cavidades que obran al modo de la campana de los medusas, como en los dífidos. Los vesiculosos tienen su cuerpo blando provisto de una vejiga llena de aire, por cuyo medio pueden sostenerse en la superficie del mar. En los fisalios, además de esta vejiga hay una parte que hace el oficio de vela, porque la vejiga tiene encima una cresta membranosa, que se llena de aire, pero que puede tambien desbarazarse de él. La vejiga presenta en cada una de sus estremidades una abertura que está cerrada por un esfinter.

Entre los equinodermos, los holatorios pueden dirigirse hácia delante por la espulsion del agua que ha admitido en su órgano respiratorio; fuertes músculos longitudinales hacen su cuerpo susceptible de contraerse. Pero, lo mismo que las estrellas de mar y los equinos, estos animales tienen la particularidad de poseer un sistema de tubos acuáticos, descubierto por Tiedeman, que comunica por un lado con un receptáculo contractil, y por el otro con el pie, que es hueco y susceptible no solamente de estenderse cuando el agua afluye á él, sino tambien de acortarse por

efecto de su contractilidad propia. Los vermes libres nadan en el agua, y la golpean con los repliegues ondulados de su cuerpo. Los biforos entre los moluscos, ejecutan la natacion haciendo penetrar el agua por la abertura posterior, que está guarnecida de una válvula, y arrojándola por otra abertura situada cerca de la boca. Los vermes y las orugas se arrastran fijando las partes alicuotas de su cuerpo, atrayendo entonces hácia sí las que estan detrás, y despues fijando estas á su vez, y llevando adelante las anteriores. Los medios para fijarse, unas veces son las partes de la boca, y otras muñones de las partes, como en las orugas, algunas veces chupadores como en las sanguijuelas. En otros vermes y en los moluscos, la reptacion, en vez de efectuarse por estensiones y flexiones en arco, resulta de contracciones y expansiones alternativas del cuerpo ó del pie. Las lombrices de tierra no se arrastran como las sanguijuelas estendiendo arcos de su cuerpo y produciendo en seguida otros, sino fijando las partes de su cuerpo ensortijadas, hácia las cuales atraen simplemente las siguientes, y haciendo por esta causa que sean estas mas largas y mas cortas, y fijando la estremidad posterior de la parte que han atraido á sí, pueden contraerla transversalmente, lo que les obliga á estenderse de atrás adelante. Esta clase de movimiento se verifica tambien en las sanguijuelas. En los gasterópodos, entre los moluscos, los tiempos de la reptacion son tan numerosos, que cuando un caracol se arrastra sobre una superficie de cristal, no se percibe mas que pequenísimas ondas sucesivas, avanzando siempre el animal sin interrupcion. La misma ondulacion se nota en el pie de los limneos cuando estos animales tendidos sobre el dorso, estan en cierto modo suspendidos en la superficie del agua. Es difícil saber cómo se pueden fijar las partes alicuotas de una superficie tan lisa como el pie de un caracol.

Po lo demás, lo esencial de la locomocion consiste, en casi todos los animales, y á pesar de la diversidad de sus medios de traslacion por natacion, reptacion, vuelo ó marcha, en que ciertas partes de su cuerpo describen arcos cuyas ramas se estienden despues de haberse apoyado sobre un punto fijo. Tan pronto estos arcos se producen por el cuerpo mismo, que es vermiforme, como en la reptacion y natacion; tan pronto la estension y la flexion resultan de la aproximacion y separacion de los dos lados de un ángulo,

en cuyo caso el uno de los lados forma, por la resistencia que le oponen cuerpos líquidos ó sólidos, el punto fijo de partida, desde donde las partes son conducidas adelante por la abertura del ángulo. A esto se reduce el movimiento en el agua, en el aire ó sobre la tierra de los animales que están provistos de miembros, aletas, alas, patas. Porque el aire y el agua oponen también resistencia á los cuerpos que quieren dislocarlos, y la fuerza que tiende á empujarlos reacciona en proporcion á este obstáculo sobre el cuerpo del animal, y le imprime una proyeccion en sentido determinado. Las leyes de la palanca hacen aquí un gran papel. Por directamente que las palancas se apliquen en los animales provistos de patas, lo son siempre de un modo desventajoso, porque los músculos ejercen generalmente sobre ellas una accion muy oblicua, y además su insercion está frecuentemente muy próxima al punto de apoyo. Consideraciones de un interés mayor han exigido esta disposicion, no siendo la belleza de las formas el único fin. Si la naturaleza hubiera dispuesto las palancas de todos los miembros de la manera mas favorable, hubiera resultado que los cuerpos hubieran tenido una forma complexa, angulosa, embarazosa, y que, á pesar de todas las precauciones tomadas para economizar la fuerza, el gasto, bajo este respecto, hubiese sido mas considerable en último análisis, á causa de la multiplicacion de obstáculos al concurso armónico de las acciones (1).

Natacion (2).

La locomocion en el agua y en el aire tienen de comun que el medio que opone la resistencia es el mismo en que vive el animal. En la marcha y la reptacion en el agua ó el aire, el agua y el aire son cortados, pero en la tierra es

(1) BORSELLI, *De motu animalium*. LEYDE, 1685.—BARTHEZ, *Nouvelle mécanique des mouvements de l'homme et des animaux*. Carcassonne, 1798.—E.-G. Weber, *Mécanique de la locomotion chez l'homme*, Paris, 1843, un tomo en 8.º con atlas.

(2) Ch. Loude, *Nouveau Nément d'hygiène*, 3.ª edicion, Paris, 1845, t. 1, p. 420.

un cuerpo sólido el que ofrece el apoyo para la proyeccion del punto de sustentacion: por el contrario, durante el vuelo y la natacion, el aire y el agua sostienen el cuerpo, al mismo tiempo que le suministran un apoyo. En los dos casos, el medio que sirve de apoyo al movimiento es susceptible de ceder, mientras que en la marcha y el salto es sólido. El movimiento es tanto mas estenso, cuanto mas considerable es la fuerza con que el órgano locomotor comprime al agua ó al aire, relativamente á la masa que debe ser movida, y á la resistencia que el fluido opone al cuerpo que trata de penetrarlo. Por resistencia se entiende aquí la pérdida de fuerza motriz que un cuerpo que se mueve en un medio fluido experimenta en proporcion de la cantidad de este mismo fluido que arroja delante de el, porque pierde de su movimiento propio tanto como comunica á otros cuerpos.

En los nadadores el principal tiempo del movimiento es aquel durante el cual un arco que el cuerpo habia descrito empuja el agua al desenvolverse. Supongamos sumergida en el agua una vara flexible, elástica y de igual solidez en toda su estension, que esté encorvada en su parte media y que se estienda, sus dos estremidades hieren el agua oblicuamente con igual fuerza, y la vara no avanza en el sentido de su longitud. Lo mismo sucede cuando dos ramas iguales en masa unidas por una charnela se aplican la una á la otra, y despues se estienden. La igualdad de la masa de las dos ramas y la de la resistencia hacen que la fuerza que obra en medio aproxime ó aleje igualmente las ramas la una á la otra segun que ejecuta la flexion ó la estension. Pero si la masa principal del cuerpo constituye la una de las dos ramas, obrando la fuerza sobre el punto de flexion mueve mas fácilmente la rama mas lijera hácia la mas pesada que esta hácia la otra: en tanto que la masa principal conserva su situacion en el agua, la otra porcion se cambia con respecto á ella tanto en la flexion como en la estension. Tal es el caso del barco armado de un timon, é igualmente el del pescado. En uno y en otro la fuerza que cambia la situacion del timon, ó de la cola, con relacion á la masa principal, imprime á la parte menos considerable del cuerpo un movimiento que la aproxima á la otra. Pero el timon, que se encuentra así vuelto hácia el barco siendo conducido otra vez en una direccion recta,

comprime al agua colocada detrás de él. Si el agua así empujada fuese un cuerpo sólido, no susceptible de ser desalojado, el barco sería impelido oblicuamente hácia adelante, es decir, en un sentido inverso, con toda la fuerza de movimiento del timon; pero este comunica al agua una parte de su propia fuerza motriz y el líquido es desalojado proporcionalmente á la cantidad de fuerza que recibe; todo el resto de la fuerza del timon sirve para alejar la una del otro, el agua empujada y la masa del barco, dirigiéndose oblicuamente hácia adelante. El golpe del timon en sentido inverso imprime al barco la proyeccion en una direccion oblicua opuesta á la precedente, y una sucesion rápida de golpes del timon hace tomar al barco una direccion media, es decir, recta; como despues de cada golpe el timon se ve obligado para dar otro nuevo, á colocarse otra vez en ángulo con relacion al eje del barco, este indispensable movimiento preliminar que tiene lugar en sentido inverso del golpe precedente, se opondria á la proyeccion de la embarcacion si tuviese la misma intensidad; y en efecto, un timon á que solamente comunicando movimientos alternativos de una fuerza igual, no da impulsión á la embarcacion. El movimiento del pez que nada se parece perfectamente al del barco que es llevado hácia delante por el juego del timon. La cola representa al timon; dos golpes de cola alternativos que se suceden rápidamente bastan en los pescados que tienen este órgano corto, como las carpas para empujar al animal en una direccion media; sin embargo, sucede frecuentemente en la natacion lenta que estos golpes alternativos á derecha y á izquierda la dirigen mas bien oblicuamente que en linea recta. Los pescados de cola larga pueden hacer describir á esta simultáneamente dos arcos en sentido inverso que abren á la vez y que conducen en seguida su cuerpo en una direccion media. Los pleuronectos y los cetáceos hieren el agua perpendicularmente. La natacion de las rayas se ejecuta en parte por golpes de su cola que obra del mismo modo que en la mayor parte de los pescados; pero como sus aletas pectorales estan dispuestas á manera de alas, la progresion del animal depende sobre todo del movimiento de estos apéndices, cuya accion se parece á la de las alas de las aves. En los otros pescados, las aletas no toman mas que una parte subordinada en los principales movimientos de la na-

tacion, como lo ha demostrado Brelle (1), no les sirven sino para mantenerse rectos en el agua y para corregir las vacilaciones del cuerpo; Cuvier piensa que contribuyen á los movimientos de costado; pero es fácil ver en las carpas, que la flexion unilateral de la cola es mucho mas eficaz para esto.

Los cuadrúpedos nadan por medio de sus patas que hacen oficio de remos: la resistencia del agua estrechada por sus apéndices es lo que hace que el cuerpo sea impelido hácia delante. Si el movimiento de los miembros hubiera tenido lugar con la misma fuerza, siguiendo la misma direccion de delante atrás, el animal no cambiaria de sitio. El movimiento en una direccion dada depende de que el remo está conducido en el aire y no en el agua, ó si este entra en el líquido de que se introduce en él por su corte. La natacion con los pies se halla en el mismo caso. La reposicion de las manos y de los pies se verifica de tal modo que estrechan el agua por una superficie menor que durante el movimiento de la traslacion. El hombre coloca sus brazos por el borde cortante de las manos y obra sobre el agua con el plano de estas. En la natacion misma de los cuadrúpedos sin larga mano, como el caballo, la accion de los pies es mas grande que en el momento de golpear el agua que cuando se agita por ponerlas en su posicion, y de aquí resulta que el cuerpo avanza; la superficie con que chocan el agua es mas estensa cuando echan sus miembros atrás que cuando los llevan adelante. La mayor parte de los cuadrúpedos son naturalmente nadadores, porque emplean sus pies de la misma manera al nadar que cuando andan, y porque la longitud de su cara, unida á la pequeñez de su cráneo, hace que levantando la cabeza puedan mantener el agujero respiratorio fuera del agua. En el hombre, la entrada de los órganos de la respiracion no está colocada en alto sino cuando se sostiene en el agua sobre la espalda, y se ve obligado además de esto á aprender una cosa á que no está acostumbrado, es decir, á disponer sus miembros de manera que presenten menos superficie al agua cuando no obran sobre ella, que cuando la golpean. El nadador ejercitado solo necesita un leve movimiento para sostenerse en la superficie y

(1) *Loc. cit.*, p. 257.

permanece en ella en tanto que sus pulmones distendidos por el aire le hacen mas ligero que el agua. El hombre es, como los animales, mas pesado que el agua y si no hace ningun movimiento se sumerge en ella desde el momento que espira; pero mientras su pecho está lleno de aire permanece quieto despues de echarse sobre el dorso. Si nosotros no tuviésemos necesidad de espirar, y pudiésemos tener los pulmones constantemente llenos de aire, no nos sumergiriamos en el agua ni haríamos tampoco movimiento alguno; pero estamos obligados á corregir por choques impresos al agua de alto abajo el hundimiento que resulta necesariamente de la espiracion. Las aves se mantienen sobre el agua por el aire contenido en sus células abdominales y sus huesos, que comunican con sus pulmones y tienen necesidad de espirar con fuerza para zambullirse. Los palmipedes emplean sus patas á modo de timon, y los cisnes se sirven tambien de sus alas estendidas como de una vela.

La vejiga natatoria de los peces se desarrolla desde la faringe, como los pulmones, segun las investigaciones de Baer (1), en muchos de estos animales, facilita ella la natacion en las altas regiones del agua, y la facultad que tienen de comprimir en ellas mas ó menos el aire por medio de los músculos laterales, les permite sostenerse á diversas alturas. Como este órgano está situado en la parte superior de la cavidad abdominal donde corresponde el centro de gravedad, á causa del volúmen de los músculos dorsales y laterales, sirve tambien para mantener á los peces derechos en el agua aun cuando no sea para esto absolutamente necesario. Los peces cuya vejiga natatoria está rota no llegan ya á la superficie del agua, y estan espuestos á caer de lado.

Vuelo.

El vuelo consiste en que las estremidades anteriores de un animal estendidas en forma de láminas hieden el aire en la mayor estension posible. Su resistencia y la reaccion que el aire opone en virtud de su elasticidad al movimiento que ellas le comunican, son causa de que el cuerpo del

(1) MULLER'S, *Archiv*, 1835, p. 231.

ave se levante. La ejecucion de un movimiento semejante exige una fuerza considerable en los músculos pectorales, y una conformacion particular del pecho. En efecto, este se halla innóvil en su parte dorsal, y la cresta del esternon ofrece un ancho espacio á la aplicacion fuerte de los músculos pectorales, y las articulaciones escápulo-humerales estan consolidadas no solamente por fuertes clavículas, sino tambien por el hueso furcular que las une entre sí. Si el animal, al dirigir sus alas, las dejase ocupar tanta superficie como presentan en el momento del choque, el efecto de este se destruiria; pero inmediatamente despues de cada choque, las repliega, y despues las estiende de nuevo, lo que hace posible la proyeccion en sentido determinado. Para que el ala hendiendo el aire no ceda á la resistencia que este último le opone, es necesario que la mano no pueda ni doblarse, ni estenderse sobre el antebrazo; y en efecto, no es susceptible mas que de movimientos de abduccion y de adduccion que la atraen hácia el antebrazo ó la retiran. Una serie de batimiento de alas ejecutadas horizontalmente hace subir al ave en línea vertical, como sucede á las alondras. Estando inclinadas las alas de modo que su superficie interior mira hácia atrás, el animal debe subir oblicuamente, seguir la línea de proyeccion, y volver á caer con la misma oblicuidad que habia subido, y repitiendo de una manera regular los batimientos de las alas describe una línea horizontal ondulosa. Sin embargo, no es necesario para el movimiento horizontal que las alas tengan mucha inclinacion; porque aun cuando hienden el aire horizontalmente, la flexibilidad de las plumas rectrices hace que cedan á la resistencia del aire, y presenten en seguida un plano oblicuo relativamente al borde anterior inmóvil del ala. Borelli habia ya demostrado esta influencia. Las flexiones del ala sobre el costado son el resultado de las oscilaciones desiguales de las dos membranas, y no una flexion lateral de la cola; pues los pichones á quienes se les han arrancado las plumas de la cola no se vuelven con menos facilidad que antes. La flexion de la cola levanta la parte posterior del cuerpo y baja la anterior (1). La inmovilidad

(1) BORELLI, *loc. cit.*—CUVIER, *Anat. comp.*, t. I.—FUSS, en *Nov. act. soc. sc. Petrop.* XV, 1806.—SILBERSCHLAG, en *Schriften der Berl. Gesellsch. naturf. Freunde*, 1784, t. III.—HORNER en GRHLEB, *Physik. Wörterbuch*, t. IV, p. 477.

del lomo de las aves proporciona al tronco, en cuya parte inferior se encuentra el centro de gravedad, la solidez necesaria para ejecutar el batimiento de las alas.

La prolongacion de la cabeza en punta la hace propia para cortar el aire, y la longitud del cuello proporciona al animal un medio para cambiar el centro de gravedad, replegando ó prolongando esta parte de su cuerpo. El aumento de la superficie del ala consiste no solamente en las plumas remigas sino tambien en la piel que un músculo particular estira fuertemente en el ángulo comprendido entre el borde anterior del brazo y el del antebrazo propio para producir un pliegue, cuyo borde ciñe un ligamento elástico que en el estado de reposo aproxima el antebrazo al brazo. El músculo tensor de este repliegue cutáneo se termina por dos tendones; uno de naturaleza fibrosa hace el cuerpo con el músculo largo radial esterno y la aponeurosis antebraquial: el otro es el ligamento elástico precitado que se adhiere al cuerpo y á la mano (1). El avestruz, la *Rhea americana*, el casobar de las Indias, el *Dromaius* de la Nueva-Holanda y algunas aves acuáticas como los mancos y los alcos, no pueden volar por causa de la pequeñez de sus alas.

El aire contenido en los huesos de los pájaros tiene evidentemente por objeto hacer sus partes mas ligeras de lo que serian si contuviesen medula. Por lo demás, el que llena los sacos aéreos que comunican con los pulmones no podria disminuir la gravedad específica del animal, pues tiene casi la misma densidad que el aire atmosférico. En muchos insectos, el aire contenido en las tráqueas que encierran sus alas parece contribuir á la rigidez de estos órganos.

Además de las aves, hay tambien en las otras clases de vertebrados algunos animales que vuelan, ó que por lo menos pueden quedar suspendidos en el aire por medio de membranas ó de largas aletas. Entre los mamíferos, los murciélagos tienen sus extremidades anteriores perfectamente organizadas para el vuelo. La superficie destinada á bendir el aire está formada aquí por una membrana estendida entre los cuatro dedos y los huesos del metacarpo pró-

(1) LAUTH, en las *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, t. I.

longados mas de lo ordinario; esta membrana llena el ángulo comprendido entre el brazo y el antebrazo, se prolonga tambien entre los húmeros y los costados del cuerpo hasta las patas de atrás y aun tambien entre estas y la cola. La membrana con que vuelan los murciélagos contiene igualmente tejido elástico. Entre los reptiles, los pterodáctilos del antiguo mundo eran animales volantes; pero el dedo esterno solo se alargaba en apoyo de la membrana y los otros cuatro reducidos á las dimensiones ordinarias tenian uñas, como el pulgar de los queiropteros.

Otros animales de diferentes clases tienen tambien una membrana volante estendida, ya sobre los dedos cortos y armados de garras, ya entre el brazo y el antebrazo, ó bien entre el brazo y la pierna; pero esta membrana solo hace oficio de una especie de paracaídas, como en los ga-leopitecos. Se puede referir á esto la membrana estendida entre los miembros anteriores y posteriores de los *Pteromys* y de los *Petaurus*, como igualmente la que cubre los costados posteriores prolongados de los dragones.

Ciertos peces (*Dactylopterus*, *Exocætus*), pueden sostenerse algun tiempo sobre el agua con la ayuda de seis aletas pectorales que tienen grande longitud.

Reptacion.

En la reptacion y la marcha es un cuerpo sólido el que opone la resistencia. Estos dos movimientos no difieren esencialmente el uno del otro; solamente en el segundo los miembros especiales sirven para el apoyo y la proyeccion del cuerpo, mientras que en el primero estos dos efectos dependen de las partes alícotas de un cuerpo prolongado en forma de gusano. Durante la marcha, los ángulos de las piernas se estienden y se cierran alternativamente; y durante la reptacion, el cuerpo mismo es el que se arquea y se estiende. Los dos movimientos pueden tener lugar ó en el agua ó en el aire. La manera de arrastrar varía mucho. El modo que mas se parece á la marcha es aquel en que solo hay dos puntos del cuerpo que toquen al suelo, estando todos los demás levantados. Las sanguijuelas, por ejemplo, fijan la parte posterior de su cuerpo en el suelo, con ayuda de la ventosa alargan el cuerpo, fijan del mismo modo la estremidad anterior, atraen hácia sí su parte poste-

rior, la fijan á su vez, y conducen el cuerpo hácia delante. En otros vermes, tales como la lombriz de tierra, esta accion se repite muchas veces en la longitud del cuerpo, y la sanguijuela puede tambien arrastrar del mismo modo. En ellos hay muchas partes que se apoyan, mientras que otras son llevadas delante de este punto de apoyo. Los medios de fijacion son anillos, ó sedas, ó patas cubiertas de asperezas, como en las orugas. Lo que hay de mas notable y enigmático es la reptacion de los caracoles sobre la superficie de su pie, colocando uno de estos moluscos sobre una superficie de vidrio se ve al cuerpo avanzarse de una manera perfectamente uniforme, y no se percibe mas que un movimiento ondulatorio en la superficie del pie. Como no hay otros aparatos para proporcionar el apoyo necesario al movimiento en una direccion, se debe presumir que ciertas partes del pie se elevan ú obran á manera de ventosa, y ejecutan así una fijacion momentánea que bien pronto se trasmite á otras partes.

La reptacion de las serpientes se ejecuta de una manera enteramente especial; el cuerpo avanza continua y rápidamente en direccion de una línea horizontal ondulosa, por la cual pasan todas sus partes unas tras otras. El apoyo tiene lugar por medio de la estremidad de las costillas y de las escamas; el animal atrae hácia sí las partes situadas atrás, y arrastra las anteriores adelante.

Marcha y carrera.

En la natacion el cuerpo es llevado por el agua, en parte ó en totalidad, y su fuerza no sirve mas que para la proyeccion de la masa. En el vuelo el medio no lleva al cuerpo, y el animal está obligado á emplear bastante fuerza para compensar la caida despues de cada proyeccion. En la marcha, el cuerpo es llevado y movido por su propia fuerza, y en este movimiento hay tambien la particularidad de que el cuerpo se encuentra llevado alternativamente por un miembro apoyado contra el suelo, en tanto que el otro le impele hácia adelante. Un barco que se hiciese mover con ayuda de un gancho clavado en el suelo, representaria la mitad de este movimiento, y lo que el agua haria en este caso para llevar el peso, la una de las piernas debe ejecutarlo durante el movimiento de la marcha en el aire. En el salto,

donde el cuerpo queda algun tiempo en el aire por efecto de la proyeccion que le ha sido comunicada, este segundo tiempo del movimiento falta hasta el fin del salto; aqui el cuerpo se sostiene como el vuelo, por el movimiento que le ha impulsado, pero difiere el medio que sirve de apoyo, pues es un cuerpo sólido. Al terminar el efecto de un golpe de ala el ave se encuentra garantido de la caida por un nuevo movimiento de proyeccion, y al fin del salto el cuerpo precave su caida sosteniéndose por sí mismo.

El medio que proporciona la ejecucion de estos movimientos es la estension de dos articulaciones empleadas en sentido inverso; la del pie y la de la rodilla. Por aquella se encuentra ejecutada la proyeccion del centro de gravedad, mientras que el otro miembro lleva el peso hácia la estremidad de esta proyeccion. Los dos miembros alternan entre sí para la conduccion y para el movimiento del peso; como estos movimientos parten siempre de costado, el miembro que se estiende da al tronco una impulsión no solamente hácia delante sino tambien hácia el costado opuesto. En cuanto al brazo avanza siempre hácia el lado de la estremidad que se estiende.

Las investigaciones de E. Weber sobre las articulaciones, y las de E. Weber y G. Weber sobre los movimientos de la marcha y de la carrera (1), han demostrado un gran número de hechos notables que han esclarecido estos dos modos de locomocion y que habian sido desatendidas, investigaciones que han llevado este ramo de la fisiología á un grado de precision racional desconocido hasta ahora. Voy á presentar los resultados mas importantes sobre esto.

En primer lugar, y como clave de una multitud de hechos notables, se coloca el descubrimiento de E. Weber, que la gravedad del miembro inferior no puede alejar la cabeza del fémur de la superficie de la cavidad cotiloidea, que se adapta allí exactamente; la presión sola del aire basta para tenerla aplicada, y en esta situacion es como se ejecutan sus movimientos. Bien pueden cortarse todos los músculos que rodean la articulacion coxo-femoral, el peso

(1) *Mécanique de la locomotion chez l'homme*, trad. por A.-J. L. Jourdan, en el t. II de *l'Encyclopédie anatomique*. Paris, 1843, en 8.º y atlas de 17 láminas.

del miembro no desune la cabeza de la cavidad que llena. Pero desde que el aire puede obrar sobre la superficie de esta cabeza con ayuda de un agujero practicado por la pelvis, al momento cae. Los hermanos Weber han examinado tambien la influencia de la máquina neumática sobre la articulacion; yo me hallé presente á sus experimentos, con Magnus. La articulacion coxofemoral de un hombre fue despojada de todas las partes que le rodeaban; se serró el fémur por debajo de los trocánteres; se abrió la cápsula con cuidado, por una incision circular, se ató un peso de dos libras al fémur, y se suspendió la articulacion en una campana. Cuando ya se sustrajo bastante aire para reducir la presion á una pulgada, la cabeza bajó rapidamente siete líneas, sin abandonar, no obstante el reborde cartilaginoso; pero dejando al aire entrar otra vez se la vió volver á subir, con la misma velocidad. Aun cuando se la habia separado violentamente de la cavidad cotiloidea despues de vuelta á aplicar con fuerza de un modo propio para arrojar todo el aire intermedio, aun conservaba fuerza bastante para que fuese difícil retirarla por una atraccion vertical; la articulacion en el vacío presentaba los mismos fenómenos; pero entonces la cabeza salia realtiente de la cavidad, cuando la presion estaba reducida á una pulgada. Todas las anfiartrosis parece que se encuentran en el mismo caso. Segun este importante descubrimiento, la presion sola del aire basta para hacer que el miembro pendiente conserve sus relaciones con la articulacion en todas las clases de rotacion, y no es posible á la cabeza del fémur abandonar la cavidad cotiloidea por el solo hecho de la relajacion de los músculos. Al contrario, cuando se sube á una montaña alta donde el aire está muy enrarecido, la fuerza de los músculos se hace necesaria para mantener las cabezas de los huesos en sus cavidades articulares, y parece que á esto se debe atribuir el género particular de cansancio que experimentan los que viajan por regiones muy elevadas. Así pues, solamente en un espacio donde el aire está enrarecido es donde las articulaciones pueden llegar á ponerse flojas é inseguras.

Los hermanos Weber han llamado tambien la atencion sobre el importante papel que las oscilaciones de los miembros representan en la marcha. Cuando se ha colocado una

de las piernas sobre un punto de apoyo elevado, la otra, puesta en movimiento, puede oscilar como una péndola. Estas vibraciones pueden tambien verificarse cuando se tiene una de las piernas sobre un suelo llano, y se dobla la otra bastante para que no descanse en tierra. Su duracion, como la de las oscilaciones de una péndola, dependen de la longitud de la pierna y del modo con que su masa está repartida; tambien son mas rápidas en los hombres de piernas cortas, y mas lentas en los que las tienen largas, pero su número es siempre igual en un tiempo dado en un mismo sugeto. Esta propiedad de la rodilla, unida á la circunstancia de que el paso de la pierna posterior primeramente estendida, principia primero por una oscilacion rápida, que se aproxima á la carrera, es la única en que una pierna principia á conducir cuando la otra deja de hacerlo. En la marcha ordinaria, hay entre estos dos estados un intervalo que dura desde el momento en que la pierna de delante se aplica al suelo hasta aquel en que la de atrás le abandona. Segun Weber este intervalo en la marcha lenta, es con poca diferencia la mitad del tiempo que se descansa sobre la pierna y cuanto mas apriesa se anda tanto mas se acorta.

El tronco está inclinado hácia delante durante la marcha, y esta disposicion es necesaria para andar fácilmente; porque es imposible mover hácia delante sin que se caiga una vara perpendicular que se balancea sobre los dedos. Si se la quisiese llevar con el cuerpo recto, sería necesario que á cada instante la fuerza muscular restableciese el equilibrio destruido por la resistencia del aire. En la marcha rápida hay inclinacion mas grande del cuerpo, se permanece muy poco ó nada sobre las dos piernas á la vez, hace que los pasos puedan tener la mayor regularidad, aunque entonces nuestra atencion no se fije de un modo especial sobre la marcha. En esta la pierna agitada de un movimiento oscilatorio está un poco doblada, para no tropezar en el suelo.

Veamos ahora el mecanismo de la marcha. Las dos piernas alternan entre sí en la funcion de conducir el tronco, y al momento en que la estremidad sostiene al cuerpo sucede otro en que, por una elevacion del talon es impelido al mismo tiempo hácia delante. Al tiempo en que la pierna A verifica el movimiento de proyeccion, el cuerpo descansa sobre la pierna B, pero durante el movimiento de

proyeccion del cuerpo el miembro que sostiene toma una direccion oblicua á fin de poder, mientras que la pierna A ejecuta su oscilacion hácia adelante por el nuevo paso, alargarse separando la planta del pie del suelo, y dar una nueva impulsión al cuerpo. El miembro A que se encuentra oscilando hácia delante es el que sirve entonces de punto de apoyo &c. Los hermanos Weber comparan la separacion de la planta del pie á la rotacion de una rueda sobre el suelo; alarga el paso á toda su longitud del pie. En cada paso se pueden distinguir dos tiempos; uno durante el cual el cuerpo no está en contacto con el suelo sino por una sola pierna, y el otro mas corto, en el que las dos piernas á la vez establecen el contacto. En la marcha por último los pasos son grandes y precipitados. Las condiciones fundamentales de todos estos efectos consisten, como lo han demostrado E. y G. Weber, en la menor altura que se da á las dos cabezas de los fémures sobre el suelo. Cuando estas cabezas se llevan bajas, los pasos son mas grandes, porque la pierna que debe ser conducida hácia delante solo se puede desviar muy poco de la línea vertical cuando su extremidad superior está colocada en alto. Pero los pasos tienen tambien menos duracion en semejantes circunstancias; porque cuanto mas bajas estan las cabezas de los fémures durante la marcha, y mas inclinada la pierna que sirve de apoyo, tanto mas rápido es el movimiento que le imprime al tronco. Respecto al número de pasos en un tiempo dado, dependen en parte de la longitud de la pierna que se lleva hácia delante, y en parte de la mayor ó menor duracion de las oscilaciones que ejecuta. Cuanto mas larga es la pierna sus oscilaciones son mas lentas, haciendo abstraccion de la aceleracion que les imprime el esfuerzo muscular: además, dejando á un lado esta última circunstancia, hay para cada hombre un cierto número de pasos que no puede exceder sin molestarse en su marcha; este mayor número posible de pasos, compatible por otra parte con una marcha cómoda, tiene lugar cuando la pierna oscilante se sienta despues de haber ejecutado solamente la mitad de su oscilacion. Pero la sucesion de los pasos puede disminuir cuando se deja á la pierna oscilante tiempo de recorrer, antes que se sienta, la mitad de su arco de oscilacion.

Es propio de la naturaleza de la marcha que, despues de cada impulsión, el cuerpo se levante un poco y luego

baje. Sin embargo, como las piernas pueden alargarse, y acortarse, estas oscilaciones verticales son muy cortas, y no llegan, segun Weber, mas que á unos treinta y dos milímetros.

Las oscilaciones de los brazos se ejecutan siempre en sentido inverso de las de las piernas. La pierna sostenida comunica al tronco una impulsión cuya consecuencia podia ser la proyección de la pierna opuesta y de los dos brazos. Sin embargo, con la pierna opuesta no parte nunca mas que el brazo correspondiente á la pierna sostenida, hallándose el del otro lado en oscilación retrógrada. Esta repartición de las oscilaciones, que se nos ha hecho tan familiar que se verifica por sí misma sin que la percibamos, no contribuye poco á la firmeza y mantenimiento del equilibrio y así avanzan á la vez por un movimiento espontáneo una pierna de un lado y un brazo del otro, corrigiendo de este modo las faltas que podrian resaltar, en el movimiento del tronco, de la oscilación hácia delante de la pierna.

Lo que caracteriza la carrera es que nunca hay mas que una sola pierna que toque en tierra, en vez de que en cierto momento, en la marcha, las dos estremidades inferiores se hallan en contacto con el suelo. Durante la carrera rápida, hay tambien un instante en que el cuerpo no se apoya ni en la una ni en la otra, y permanece suspenso en el aire en virtud del movimiento de proyección que ha recibido.

La marcha de los cuadrúpedos se verifica, en general, segun los mismos principios que la de los bípedes: solamente que presenta mayor número de modificaciones relativamente á la manera con que los animales se apoyan en el suelo, y á la sucesión ó á la simultaneidad de las acciones de sus miembros. Ciertos animales, como los monos, los osos &c., andan sobre las plantas de los pies, y el tarso se eleva ya en los marsupiales. Los digitígrados y los carnívoros se apoyan solamente en los dedos; los gatos marchan sobre las dos últimas falanges, las primeras ó unguinales, estan contraídas por ligamentos elásticos. Los cerdos, los solípedes, y los rumiadores no se apoyan sino en la falange ungueal, los rumiadores solamente en las de dos dedos y las otras no llegan al suelo; los solípedes sobre una solamente.

El concurso de las cuatro estremidades varía mucho en

la marcha. Se da al movimiento la primera impulsión por las patas de atrás, y el desplegamiento de sus articulaciones. Sin embargo, en ciertos casos en que estas últimas están construidas de una manera desfavorable á la marcha, el animal lleva sus patas anteriores adelante y se sirve de ellas para atraer el cuerpo, como sucede en los perezosos.

El paso se compone de cuatro acciones diferentes, y las cuatro piernas avanzan la una despues de la otra en un orden determinado ^{ab}_{cd}; primero *a*, despues *d*, en seguida *b*, y por último *c*. Las dos piernas diagonales se echan adelante una despues de otra, y forman el apoyo, mientras que el cuerpo recibe la impulsión por el desplegamiento de las articulaciones de la pierna posterior dejada atrás. Durante esta proyección, en el apoyo de las piernas diagonales llevadas adelante, la pierna anterior diagonal á la de atrás que forma el arco botante se lleva hácia delante, y esta no tarda en seguirla. Entonces los miembros diagonales que sirven de apoyo, cambian de papel respecto á los otros dos; la pierna de atrás en que se apoyaba el animal se hace la mas posterior, y esta es la que descansa. Tal es el modo de progresión mas comun tanto en los mamíferos, como en los reptiles.

En el *portante*, el cuerpo descansa alternativamente sobre los dos miembros laterales, de suerte que oscila á un lado y á otro. Esta marcha se observa en los potros, girafas &c.

En el *trote* no hay mas que dos tiempos, y en cada uno de ellos se levantan las dos piernas diagonales; esta es la marcha acelerada ordinaria de los mamíferos. Tambien se la encuentra en la clase de los reptiles, por ejemplo en las salamandras.

El *galope* presenta tres movimientos. El cuerpo entero se levanta sobre las piernas de atrás, cuyo esfuerzo le arroja hácia delante. Las piernas de delante se levantan en dos tiempos, es decir, una despues de otra, de derecha á izquierda (galope á la derecha), ó de izquierda á derecha (galope á la izquierda), despues la parte posterior del cuerpo se separa del suelo por el desplegamiento de las articulaciones, y las piernas de atrás se llevan adelante &c.; cuanto mas altas son las piernas de atrás, tanto mas el ani-

mal, en los arcos botantes para mover el tronco hácia delante, está obligado á levantar la parte anterior de su cuerpo para que este no caiga. Esto es lo que estan precisados á ejecutar, por ejemplo, las liebres y los ratones. Estos animales marcharian con poca comodidad á la manera de otros cuadrúpedos. Su marcha se parece al tiempo del salto. Los roedores, sobre un suelo llano alargan primero las patas de delante y en seguida las de atrás, de cuya especie de movimiento tambien ofrecen ejemplo las ranas.

En el *galope forzado* hay dos tiempos. Difiere del galope simple en que las piernas de delante se levantan las dos á un tiempo.

Cuvier habia ya hecho notar que en los movimientos de los mamíferos, sus articulaciones se doblan y se estienen siguiendo planos casi paralelos á la columna vertebral. En los cuadrúpedos ovíparos, como los lagartos y otros, las articulaciones de la rodilla y el codo estan al contrario, dirigidas frecuentemente muy hácia fuera, lo que influye en la posicion de las patas; de allí proviene que es tan fácil distinguir la huella de estos animales de la de los mamíferos.

Salto.

El salto (1) es una mudanza de sitio cuyo carácter es que el cuerpo permanece mas tiempo enteramente separado del suelo. Se verifica por la estension de tres articulaciones que, de antemano, se encuentran dobladas en sentido inverso unas de otras, la de la cadera, rodilla y pie. El animal se apoya antes del salto ó sobre toda la planta del pie, ó sobre los dedos solamente: en el primer caso toda la planta del pie, ya estendida para prepararse al salto, se estiende todavia mas. El cuerpo está siempre inclinado previamente sobre los muslos. Para producir un movimiento que tenga fuerza para levantar el cuerpo á grande distancia del suelo, es necesario un desplegamiento simultáneo de las tres articulaciones; si no hubiera para ello resistencia, la estension produciria el alargamiento del cuer-

(1) TREVIRANUS, en *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. IV, p. 87.

po en las dos estremidades opuestas; pero el obstáculo que presenta el terreno hace que, siendo la impulsión comunicada al centro de gravedad del cuerpo, este describe un movimiento de proyección que sigue la dirección media de las articulaciones que se desplazan. La dirección del salto no depende únicamente de la inclinación de uno de los segmentos de las estremidades, y no es necesario, por ejemplo, para saltar verticalmente que el muslo esté casi perpendicular al suelo, como pretende Treviranus. La inclinación del muslo con relación al suelo puede ser la que se le quiera dar, y sin embargo no por esto se llegará menos á saltar derecho hácia adelante ó hácia atrás. Los medios que sirven para el salto se hacen mas evidentes cuando se procura ejecutar el salto hácia atrás lo mas simplemente posible. En efecto, se puede saltar hácia atrás sin la participación de la articulación del pie, poniéndose sobre el borde de los talones del calzado y estendiendo con fuerza la articulación de la rodilla anteriormente doblada, sin que la articulación coxo-femoral ejecute ningun movimiento. En semejante caso, el cuerpo recibe un movimiento oblicuo en dirección de una línea tirada entre el talon y la articulación de la cadera, y como esta línea cae detrás de la perpendicular bajada desde el centro de gravedad al talon levantado, el cuerpo recibe en la articulación coxo-femoral una impulsión de abajo arriba, y de delante atrás.

Se puede tambien saltar hácia atrás por la relajación de la articulación fémoro-tibial levantando toda la planta del pie, sin estender su articulación. El salto hácia atrás, sosteniéndose en los dedos, es absolutamente igual; no hay otra diferencia que la relativa al punto de apoyo; la impulsión se ejecuta igualmente por la articulación de la rodilla. Esto hace que no se pueda saltar hácia atrás cuando la articulación de la cadera se encuentra aproximada hasta la perpendicular del centro de gravedad ó del punto de apoyo.

Se llega á saltar hácia delante descansando sobre los talones, de manera que el desplegamiento del pie no tome ninguna parte en el salto. Si se observa entonces, se ve que la rodilla conserva su flexión casi sin mutación, pero que el ángulo comprendido entre el tronco y el muslo se abre mucho, y que todo el tronco toma parte en el movimiento. Los dos extremos del arco que se desplaza son aquí,

el uno, todo el miembro en estado de rigidez desde el talon hasta la cabeza del fémur, y el otro, todo el tronco: estos dos extremos tienden á separarse en una direccion que cae delante de la perpendicular en el punto de apoyo.

Tambien se pueden dar saltitos hácia delante con las rodillas dobladas y rígidas, solo con el desplegamiento de la articulacion del pie, cuando la línea que los dos extremos de este arco hacen un esfuerzo para tocar, se inclina hácia delante de la perpendicular en el punto de apoyo.

Por último, se puede saltar hácia delante y hácia atrás con el auxilio de todas las articulaciones, cuando la direccion media que estas comunican al cuerpo cae ya atrás ó ya adelante, ó cuando la direccion de su desarrollo cae fuera del punto de apoyo.

El salto perpendicular puede efectuarse, sea cualquiera la inclinacion de las articulaciones, con tal que las diferentes impulsiones se compensen bastante bien para que la media sea paralela á la perpendicular.

En los cuadrúpedos se verifica el salto de dos maneras, con ó sin apoyo del cuerpo sobre los miembros de delante. En el primer caso, el cuerpo se arquea sobre los miembros de atrás, con cuyo esfuerzo lo impele hácia delante; las patas de delante se levantan al momento y arrastran consigo á las de atrás. Entre los saltadores que no se sirven de sus patas de delante se cuentan muchos mamíferos que tienen estas patas muy cortas, y las de atrás muy largas, como los gervos, los macroscelides, los halmaturos, un gran número de aves saltadoras, principalmente los gorriones y entre los reptiles, las ranas.

Accion de trepar.

El mecanismo de la accion de trepar está suficientemente conocido. Los animales trepadores se fijan tan pronto por medio de sus uñas, como los gatos, las ardillas, los didelfos, los falangistas y las aves trepadoras que tienen uno ó dos dedos dirigidos hácia atrás; tan pronto, como los didelfos y los falangistas, por medio de una cola que se agarra, y tambien de un pulgar opuesto en los pies de atrás. Otros deben la facultad de abarcar los cuerpos á la longitud y á la soltura de sus dedos, como los monos, cuyos

cuatro pulgares estan opuestos, y tambien alguna vez á su cola que se prende, como las alondras y los titis. Los monos sin dedo pulgar son menos hábiles para trepar, porque tienen los dedos muy largos, y porque su cola es enroscante. Los perezosos saltan por medio de sus largas garras que se clavan en las cortezas de los árboles, y los hormigueros tienen además una cola susceptible de enroscarse: la longitud de las uñas hace que los unos y los otros anden mal, y que se apoyen con preferencia sobre el borde esterno del pie; la longitud desmedida de los brazos y antebrazos del perezoso le hace tambien tan poco á propósito para marchar sobre sus patas, que cuando se halla en tierra se apoya en los codos. Sin embargo, no hay razon para decir que la naturaleza ha tratado á estos animales con crueldad; pues sus miembros estan dispuestos tan favorablemente como pueden estarlo para trepar y moverse sobre los árboles; se los puede comparar, entre los reptiles, á los camaleones, que tienen los dedos divididos en dos paquetes, el uno anterior y el otro posterior, y cuya cola es además de esto enroscante.

A la anatomía comparada pertenece hacer resaltar la construccion tan variada de los miembros en los vertebrados, segun que estos animales estan destinados á volar, á nadar, á asir, á trepar ó á huir. ¡Qué diferencia tan grande entre la mano de una raya y la de un caballo! En aquella, un número infinito de dedos reunidos en aletas y falanges, sin brazos ni antebrazos, mientras que en los mamíferos pisciformes reaparece el aumento del número de las falanges, pero se acortan el antebrazo y el brazo; en el caballo tiene lugar el otro extremo, la mano y el pie se hallan reducidos á un solo dedo (1).

Una ojeada sobre los movimientos, y en particular sobre la locomocion de los animales articulados, no carecerá de interés para los que se ocupan de la historia natural. Si muchos de estos animales se sirven de sus patas ambulatorias (*Hydrophilus*), ó de sus patas aplastadas y con pestañas (*Dyticus*, *Notonecta*), como de un timon, los hidrome-

(1) V. sobre la osificacion fisiológica de la mano en los diferentes órdenes de animales la obra de C. Bell, *The hand*. Londres, 1834.

tros se elevan en la superficie del agua, y nos ofrecen el notable aspecto de un cuerpo vivo que salta en la superficie del líquido, sobre el cual hace obrar á sus patas. La marcha de los insectos sobre la tierra es mas regular de lo que á primera vista parece segun el crecido número de las estremidades. Toda accion en que muchos de sus miembros toman parte se hace mas fácil por un orden determinado establecido entre sus apéndices; he aquí por qué la marcha de los insectos parece muy sencilla á pesar de sus seis patas; si se observa uno de estos animales marchando con lentitud, se ve que constantemente tres de sus miembros son llevados adelante y sirven de apoyo, mientras que los otros tres hacen esfuerzo para sostener el cuerpo; la pata de atrás de un lado, la de delante y la del medio, tambien del mismo costado, se adelantan desde luego, despues la pata anterior de este último lado, su pata posterior y la media del otro lado, por manera que todas las patas del animal obran en los dos pasos. En las arañas, que son octopedas, parece que cuatro patas se llevan á la vez hácia delante, en tanto que las otras cuatro se levantan: la observacion presenta aquí mucha mas dificultad que en los insectos; sin embargo, parece que entre dos patas que avanzan hay siempre una que se levanta. Asimismo, en las correderas, que tienen catorce patas, parece existir un orden muy regular en la accion simultánea de cierto número de estos apéndices, mientras que el efecto total da la impresion de un movimiento ondulatorio. Ciertos animales lijeros, principalmente entre los insectos, tienen las patas arinadas de órganos de que se sirven para sostenerse en superficies perpendiculares lisas, y aun tambien para agarrarse á cielos ó techos rasos (1). Tales son los que se encuentran en la planta de las patas de las moscas, y que son tal vez susceptibles de obrar como ventosas por medio de una retraccion de su centro; tales son tambien, en otros insectos, muchos aparatos análogos, que permiten ejecutar una aplicacion íntima á las superficies, ó una adhesion completa ó tambien una verdadera succion.

Los geckos, entre los reptiles, ofrecen una disposicion

(1) HOME, *Philos. Trans.*, 1824. *Lectures on comp. anatomy*, t. IV, p. 81.

semejante; sus dedos estan provistos en la superficie inferior de pliegues trasversales regulares que traen á la memoria la ventosa de los equeneyos, y que producen probablemente un vacío al enderezarse, por cuyo medio el animal se encuentra firme. Estos animales tienen la facultad, segun se asegura, de correr por paredes perpendiculares, y aun tambien por techos rasos. Tambien debo citar aquí el mecanismo con que ciertos animales pueden sostenerse fácilmente en una situacion que parece exigir grandes esfuerzos musculares. La estacion de los animales y del hombre es el resultado de un esfuerzo sostenido de los músculos estensores; pero en algunos animales, una disposicion especial les facilita hasta el punto de que puede ser prolongada noche y dia sin cansarse. Las cigüeñas y otras muchas aves permanecen algunas veces por mucho tiempo sostenidas sobre una sola pata, y duermen tambien en esta situacion. Cuvier habia ya notado la conformacion particular de la articulacion del pie de la cigüeña, que hace el fenómeno posible. En medio de la cara anterior de la estremidad inferior del fémur se encuentra un hueso que puede recibir una prolongacion de la tibia; para doblar la pierna, es necesario que esta prolongacion salga del agujero, y pase sobre su borde posterior; pero entonces estira los ligamentos mas de lo que lo estan en la estension, de modo que estos ligamentos mantienen por sí mismos estendida la pierna, como una especie de resorte, sin que los músculos tengan necesidad de contribuir á ello (1). No obstante, la naturaleza no ha empleado este mecanismo en todos los animales capaces de sostenerse largo tiempo en una sola pierna: así, por ejemplo, no existe en los ánades. Esta circunstancia nos prueba, pues, que aun durante el sueño, la accion de los músculos estensores encargados de sostener el equilibrio puede estar dominada por la influencia de los órganos centrales de donde parten todos los movimientos voluntarios.

El modo como las aves, que se encaraman para dormir, agarran las ramas es el resultado de un mecanismo que Borelli habia indicado el primero. Vicq-d'Azyr pone en du-

(1) MACARTNEY, en *Trans. of the Royal Iris Academy*, t. XIII, p. 20.

da esta esplicacion, en cuyo favor se pronuncia Cuvier con razon. Los tendones flexores de los dedos no solamente pasan por debajo de la articulacion del talon y tiran de los dedos durante la flexion del pie, sino que tambien pueden ser tirados ellos mismos por un músculo accesorio, situado al lado interno del músculo, cuyo tendon pasa por encima de la articulacion de la rodilla. La flexion de las dos articulaciones por el peso del cuerpo debe pues doblar al mismo tiempo los dedos, y hacerles agarrar mecánicamente la rama. Y esto es tan verdadero que se puede reproducir el fenómeno aun despues de muerto el animal.

Alguna cosa análoga se halla en el perro, producida por otros músculos. Si se estiende la rodilla de este animal, los músculos gemelos se encuentran estendidos, y al mismo tiempo contraído el talon. De aquí resulta que un perro puede todavía andar un poco despues de la seccion del nervio ciático, al mismo tiempo que los músculos estensores del muslo, que no se resienten de esta lesion, estienden la pierna.

SECCION III.

DE LA VOZ Y DE LA PALABRA.

Los sonidos que constituyen la voz y la palabra no tienen por causa propiamente dicha los movimientos musculares; dependen de las vibraciones de un aparato particular, comparable á un instrumento de música; no obstante, á las contracciones musculares debe este aparato el grado de tension necesario para la produccion de los sonidos, cuya elevacion y sucesion se refieren tambien á la misma causa. Y así, por este aspecto, la historia de la voz y de la palabra debe seguir inmediatamente á la de los movimientos. Pero, antes de estudiarla, es indispensable conocer las condiciones generales de la formacion del sonido.

CAPITULO PRIMERO.

CONDICIONES GENERALES DE LA PRODUCCION DEL SONIDO.

Una impulsión mecánica repentina, comunicada al órgano del oído puede producirnos una sensación auditiva, como la de una explosión, por ejemplo, si la acción ha sido violenta, ó la de un ruido, si ha sido débil. La corriente rápida de un aire comprimido y la influencia igualmente rápida del aire común en un espacio vacío, producen la impresión del sonido en el órgano del oído, cuando la conmoción del fluido aéreo se trasmite á este aparato. Mas para que los sonidos de un valor sostenido y comparable sean perceptibles, basta cierto modo de impulsión mecánica, es decir, una impulsión uniforme que se repite con rapidez en un espacio de tiempo muy corto. De la frecuencia de las impulsiones ó choques depende la sensación del grado de elevación de los sonidos.

La mayor parte de veces, cuando oímos los sonidos, es porque las vibraciones de un cuerpo resonante, se propagan hasta el interior de la oreja, y son transmitidas al nervio auditivo. Nos inclinamos, pues, á admitir que las vibraciones son la causa única y esencial de la producción del sonido, partiendo del hecho, de que los cuerpos que resuenan son elásticos, sea por su coherencia, como los cuerpos rígidos, sea por su presión ó su fuerza expansiva, como los gases, sea en fin por su tensión, como las cuerdas, y de que todos los cuerpos vibran cuando dan sonidos; pero se formaría una idea muy falsa de la naturaleza de este último, si se creyese que un movimiento vibratorio finamente comunicado al mismo nervio auditivo es necesario para hacer nacer la sensación del sonido. La causa próxima de esta sensación, parece, aun para los sonidos debidos á las oscilaciones de los cuerpos resonantes, consistir mas bien en los choques regularmente producidos por el efecto de los movimientos vibratorios que se transmiten al nervio acústico. Esto es lo que se puede concluir de la consideración de los sonidos que nacen, no de vibraciones de un cuerpo elástico, sino de simples choques que se suceden con rapidez. Si se presenta una lengüeta de madera á los dientes de una rueda que dé vueltas sobre sí misma cada uno de los

choques produce una impulsión sobre el órgano auditivo, y da lugar á la sensacion de un ruido, pero si la rueda anda con mucha velocidad, en lugar de choques aislados se percibe un sonido cuya agudeza se aumenta con la rapidez de los choques. Los sonidos que se pueden producir por medio de una corriente de gas ó de líquido, de agua ó de mercurio, rápida, y regularmente interrumpida, son todavía de un interés mayor para hacer conocer la causa esencial á que se debe la producción del sonido, y para probar que este depende de una sucesion rápida de choques; adquieren tambien tanta mayor importancia cuanto que los líquidos, no teniendo elasticidad, son impropios para producir sonidos por vibraciones análogas á las oscilaciones de una péndola. Estas condiciones se encuentran reunidas en la sirena inventada por Cagniar-Latour. En ella una corriente de líquido que sale por una abertura es interrumpida momentáneamente por cada diente de una rueda que anda con velocidad sobre sí misma; si la rueda se encuentra colocada debajo del agua y no hace mas que producir interrupciones rápidas y regulares de la corriente conducida de abajo arriba por presión, los choques que resultan de allí cuando se suceden con bastante rapidez, producen un sonido claro, cuya agudeza crece con la velocidad de las interrupciones ó choques.

Los cuerpos que no interesan mas, bajo el punto de vista del órgano de la voz humana, son los que dan por vibraciones el número necesario de choques velozmente repetidos. Los cuerpos elásticos son los únicos susceptibles de producir de este modo los sonidos. Una impulsión comunicada á una de sus partes se propaga al todo, y hace ejecutar al cuerpo oscilaciones semejantes á las de una péndola; los choques determinados por las vibraciones se comunican á los cuerpos que estan en contacto con aquel, y llegan así, sin interrupcion, al órgano auditivo. El número de vibraciones se aumenta á medida que los sonidos se hacen mas agudos. El sonido mas grave de que se hace uso en la música, el *do* del cañon del órgano de treinta y dos pies, da por segundo 32 vibraciones del aire contenido en el tubo; el *do* de las octavas siguientes da 64, 128, 256 &c. Como nada importa que las impulsiones se deban al choque de los dientes de una rueda ó á las vibraciones de un cuerpo, el instrumento inventado por Savart, y en

el cual los sonidos estan determinados por los choques de los dientes de una rueda contra un cuerpo, suministra un medio fácil de conocer con exactitud el número de vibraciones que sufre cada sonido.

Las vibraciones de un cuerpo sonoro pueden tener lugar en toda su estension. Pero este cuerpo puede tambien dividirse en partes alícuotas, que vibran siguiendo direcciones opuestas, mientras que los puntos de interseccion llamados nudos de vibracion permanecen en reposo. Las vibraciones pueden tambien mudar de direccion, y ser trasversales, longitudinales ó curvas. Un ejemplo de vibraciones trasversales nos suministra una cuerda colocada entre dos puntos y oscilando á un lado y á otro, ó una vara metálica fija en uno de sus extremos. En las vibraciones longitudinales del aire que se producen sobre estas últimas frotándolas segun su longitud, las moléculas del cuerpo experimentan, una despues de otra, una contraccion y una expansion alternativas que, una vez llegadas á la estremidad, ó al nudo de vibracion, se rehacen sobre sí mismas. Las vibraciones curvas no han sido observadas por Chladni mas que en las varas.

Los cuerpos que resuenan por vibraciones son ó fluidos elásticos, como el aire, ó cuerpos elásticos por tension, como las cuerdas tirantes, ó cuerpos sólidos elásticos por sí mismos, como las varas metálicas y los discos de metal ó de vidrio. Las leyes segun las cuales las vibraciones productoras del sonido tienen lugar en estas diferentes clases de cuerpos resonantes, son de grande importancia para el establecimiento de la teoría de la voz humana. Vamos á recorrerlas rápidamente, para conocer á qué clase de instrumentos sonoros pertenece el órgano vocal del hombre. Seguiremos principalmente para esto las investigaciones de Chladni (1), de Biot, de Savart y de G. Weber, y repetiremos tambien algunas observaciones propias nuestras sobre los instrumentos de música que tienen mas afinidad con el órgano de la voz humana.

(1) *Traité d'acoustique*. Paris, 1809.

Cuerpos sólidos elásticos.

Estos cuerpos son elásticos, unos por tension, como las cuerdas y las membranas tirantes; otros por sí mismos, como las varas y las láminas metálicas. Unas veces se atiende solo al grueso y á la longitud, como en los cuerpos filiformes; otras se toman en consideracion muchas dimensiones. Las cuerdas son cuerpos filiformes, elásticos por tension, y las membranas tirantes, cuerpos membraniformes que deben su elasticidad á la misma causa. Las varas metálicas, rectas ó curvas, son cuerpos filiformes, elásticos por sí mismos, las láminas rectas ó curvas, como las campanas, son cuerpos membraniformes que tienen la elasticidad en sí mismos.

CUERPOS ELASTICOS POR TENSION.

Cuerpos filiformes elásticos por tension, cuerdas.

El número de vibraciones aumenta á medida que la longitud de sus curvaturas disminuye, como sucede á las oscilaciones de la péndola, y con el número de vibraciones crece la elevacion del sonido.

Cuando una cuerda tirante vibra de lleno, es decir en toda su longitud, da el sonido mas grave que se puede obtener de ella y que toma tambien el nombre de sonido fundamental. Cuando, sin cambiar nada su tension, se la divide en dos partes iguales por medio de un puentecillo colocado por debajo, el sonido producido es la octava del sonido fundamental, y resulta de un número de vibraciones doble del que da origen á este último. Si, permaneciendo siempre la misma tension, se aísla una cuarta parte de la cuerda, y se la hace resonar, se obtiene la segunda octava del sonido fundamental, resultado de un número cuádruplo de vibraciones. En igualdad de tension, de grueso y de materia, los números de las vibraciones de las cuerdas, en un tiempo dado, son recíprocas á las longitudes. En las cuerdas de la misma longitud, pero desiguales en tirantez, estos números son directamente proporcionados á los cuadrados que las estienden.

Los números de las vibraciones de los sonidos comprendidos entre el sonido fundamental, y la primera octava, se obtienen permaneciendo en la misma tension, acortando la cuerda, y reduciendo su longitud á las fracciones comprendidas entre 2 y 1. De este modo, suponiendo que el número de las vibraciones del sonido fundamental que sea al de la octava :: 1 : 2, los de los sonidos comprendidos en el diapason se conducen de la manera siguiente:

1	9/2	5/4	4/3	3/2	5/3	15/3	2.
do,	re,	mi,	fa,	sol,	la,	si,	do,
Sonido fundamental.		Tercera.		Quinta.			Octava.

Mientras que una cuerda ejecuta en toda su longitud, el número de vibraciones propio del sonido fundamental, pueden en el mismo tiempo dar por sus partes alícuotas vibraciones rápidas que corresponden á otros sonidos mas agudos. En efecto, cuando se toca un manicordio, instrumento por cuyo medio se evitan los sonidos que provienen de la resonancia de otras cuerdas vecinas, oye con un poco de atencion, no solamente el sonido fundamental, sino tambien algunos otros, particularmente los que tienen relaciones numéricas simples con el primero, por ejemplo, la quinta de la octava, y la tercera de la doble octava.

Si se apoya lijeramente el dedo sobre una cuerda tensa, en la estremidad del tercio, del cuarto, del quinto &c. de su longitud, de una manera propia para producir en este sitio un nudo de vibracion y en seguida se la frota con un arco de violin, se forman tambien nudos de vibracion entre los otros tercero, cuarto, ó quinto, y en lugar del sonido fundamental, la cuerda da los sonidos mas agudos, llamados *flautados ó armónicos*, que corresponden á estas longitudes y á sus números de vibraciones.

Como para hacer producir á las cuerdas los sonidos graves se puede suplir lo que les falta de longitud, disminuyendo su tension para que den menos vibraciones en un tiempo dado, la teoría indica que se llegará á producir todos los sonidos con una cuerda muy corta variando su tension. Sin embargo, cuando las cuerdas estan tirantes, vibran con demasiada irregularidad, á causa de su falta de elasticidad, para que se pueda todavía obtener de ellas un sonido grave

cuando son muy cortas y tensas; pero aquellas cuya falta de tension no quita toda elasticidad, por ejemplo, las de goma elástica, pueden ser aptas todavía, aunque sean muy cortas, para dar sonidos graves; y las láminas metálicas tensas en cierta direccion son igualmente propias, á pesar de su mucha cortedad, para producir sonidos muy puros, cuando limitan una hendidura estrecha y el aire obligado á pasar por delante de ellas, las mantiene en vibracion. Al hablar de los instrumentos de estrangul volveré á tocar esta materia.

Cuerpos membraniformes elásticos por tension.

Las membranas tensas en un solo sentido estan sometidas á las mismas leyes que las cuerdas en lo relativo al cambio de sus sonidos. No se conoce todavía bien la ley segun la cual varían los números de las vibraciones con relacion al tamaño y la tension de las membranas tensas en todos los puntos. Se sabe que la elevacion del sonido aumenta, en general, con la tension. Un conocimiento mas profundo del modo que tienen de obrar estos instrumentos careceria de importancia para la teoría de la voz humana. Los ligamentos interiores de la glotis representan membranas tirantes en un solo sentido; despues examinaremos si su pequenez permite que produzcan sonidos claros por sí mismos, y sin concurso del aire.

CUERPOS ELASTICOS POR SI MISMOS.

Varas rectas y curvas.

Las vibraciones de estas varas se parecen á las de las cuerdas; la elasticidad de las varas rígidas reemplaza la tension de las cuerdas, y tambien vibran igualmente, ya esten fijas por los dos extremos ó en uno solamente. Tocándolas, se hacen resonar estas varas ó lengüetas. Si las láminas de metal ó de madera son bastante delgadas, se pueden tambien poner en vibracion por una corriente de aire, cuando este fluido llega á ser estrechado entre ellas, y un cuadro en que estan fijas. Así se verifican en los cañones de estrangul los sonidos que estas lengüetas solas pueden producir obedeciendo á las mismas leyes que los que proceden de varas libres. Reproduciremos esta materia cuando trate-

mos de los instrumentos de estrangul. Se presenta un ejemplo de una simple lengüeta sin tubo puesta en vibracion por la corriente de aire, en el pequeño instrumento llamado *armónica de boca*.

La elevacion de los sonidos ó el número de vibraciones, cambia en las varas, siguiendo otra ley que en las cuerdas. En efecto es proporcional á los grosores y recíproca á los cuadrados de las longitudes.

Cuerpos membraniformes rígidos rectos y curvos, láminas y campanas.

El órgano de la voz no tiene analogía ni con los cuerpos filiformes elásticos por sí mismos; podemos, pues, abandonar todos estos agentes de produccion del sonido.

Fluidos elásticos, aire.

Las vibraciones del aire cuando resuena, consisten en una sucesion rápida de condensaciones y dilataciones alternativas que, en la flauta y en el órgano, siguen una direccion longitudinal. En la mayor parte de los instrumentos de viento, el aire es el agente productor del sonido, porque experimenta en la longitud del instrumento ondulaciones alternativamente condensantes y rarefacientes que, llegando á la estreñidad de la columna, vuelven sobre sí mismas.

La velocidad de las ondas, es decir, de las condensaciones y dilataciones alternativas, permanece la misma en general, aunque el tubo sea ancho ó estrecho, y depende única, ó por lo menos principalmente, de la longitud de estas mismas ondas ó del espacio que tienen que recorrer. Sin embargo, los guitarristas han reconocido por la esperiencia que es necesario acortar un poco los tubos de la flauta y del órgano si se quiere que conserven el mismo sonido con una amplitud mayor, y Savart ha descubierto que en igualdad de longitud la columna de aire da sonidos mucho mas graves en tubos elásticos mojados que en tubos rígidos; se puede tambien, reblandeciendo las paredes á favor del vapor de agua, hacer bajar el sonido dos octavas de su elevacion ordinaria.

El principio de un silbato consiste en que la columna de aire contenido en un tubo se pone en vibracion por una cor-

riente de aire impelida contra una parte de su superficie. El modo mas simple de llenar esta condicion es soplar en el orificio de un tubo, por ejemplo de una llave horadada. Lo mismo sucede en la flauta, con la diferencia de que en esta no es en su estremidad donde la columna de aire está puesta en vibracion, sino delante de esta estremidad y en el costado. En los silbatos, el aire que se sopla atraviesa el estrecho canal de la porcion que se tiene entre los labios, y saliendo por la abertura lateral, hace vibrar la columna de aire contenida en el tubo. Los cañones cilíndricos cuadrangulares del órgano, que pertenecen á los de flauta ó de mutacion, tienen una construccion análoga. El aire solo es el cuerpo sonoro en estos instrumentos. Los silbatos de igual longitud, de madera, de metal ó de carton, dan los mismos sonidos, con un timbre diferente. Una vez puesta ya la columna de aire en vibracion por el soplo dirigido sobre su superficie, es necesario que la corriente de aire continúe si se quiere obtener el número de vibraciones necesarias para hacer que se perciba el sonido. Por lo demás, en esta especie de instrumentos, no hay jamás corriente de aire al través del cañon, sino solamente vibraciones del aire que encierra, lo que hace que las flautas puedan estar cerradas en su estremidad. La sencilla vibracion del aire en los silbatos cerrados por un extremo consiste en que la longitud de las ondas es igual á la del tubo, de modo que no se producen nudos en el interior de este último; su extremo cerrado hace oficio de nudo. Si el cañon está abierto por la estremidad, siendo igual su longitud á la de un cañon cerrado, da un sonido fundamental una octava mas elevado que el de este último, y el nudo de vibracion se encuentra en su medio.

Por lo demás, la elevacion de los sonidos cambia en razon directa de la longitud del tubo cerrado ó abierto. No obstante, la misma columna de aire da sonidos mas agudos cuando se sopla con mas fuerza porque produce en su longitud sonidos de vibracion. Biot y Hamel han demostrado el modo como la fuerza de la insuflacion influye en el aumento del número de nudos. Los sonidos que se llegaba á sacar así de un tubo cerrado eran:

*do*₁, *sol*₂, *mi*₃, *la*₃[#] +, *ré*₄, *fa*₄[#] —, *la*₄^b +, *si*₄.

1 3 5 7 9 11 13 15,

cuyo número de vibraciones corresponde á la serie de los números impares. En un tubo abierto por la estremidad, los sonidos producidos por una insuflacion mas fuerte, aumentando el número de los nudos, corresponde al contrario á la simple serie de los números naturales = 1, 2, 3, 4, 5, 6 &c. Soplando débilmente fue como obtuvieron el sonido fundamental de un tubo de vidrio de treinta y siete pulgadas de longitud por una de diámetro, *sol*₃. Los sonidos que obtenian cambiando la embocadura eran:

<i>sol</i> ₃	<i>sol</i> ₄	<i>ré</i> ₃	<i>sol</i> ₅	<i>si</i> ₅	<i>ré</i> ₆	<i>fa</i> ₆	<i>sol</i> ₆	<i>do</i> ₇	<i>ré</i> ₇
1	2	3	4	5	6	7 ¹ / ₉	8	10 ² / ₃	12.

Se ve segun esta serie, que los sonidos que se pueden sacar de un tubo abierto soplando diferentemente, estan tanto mas lejos unos de otros cuanto mas se aproxima al sonido fundamental, y que á medida que el tono se eleva, los sonidos que se obtienen estan mas próximos. Entre el sonido fundamental 1, y la primera octava, que corresponde al número 2, no hay sonido intermedio. Entre la primera octava y la segunda, que tiene por número de vibraciones 4, se encuentra ya un sonido. Entre la segunda octava 4 y la tercera 8, hay tres &c.

Las leyes que se acaban de esponer, se aplican, en general, no solamente al aire atmosférico, sino tambien á todos los gases. Sin embargo, es necesario notar que los sonidos fundamentales de las columnas de aire difieren segun la gravedad y la densidad del fluido; porque segun la esperiencia de los que fabrican instrumentos de cuerdas basta tener un mismo cañon por bastante tiempo en las manos para que el sonido fundamental se modifique ya un poco. Segun la teoría, los sonidos, en igualdad de longitudes, debian ser recíprocos á las raices cuadradas de la densidad de los gases bajo iguales presiones y á una misma temperatura; pero la esperiencia da un resultado algo diferente.

La embocadura del tubo tiene tambien alguna influencia en el cambio del sonido fundamental, como lo han hecho ver Biot y Hamel. Estos físicos emplearon un pito cuadrangular de cuatro pies de largo, y cuatro pulgadas de ancho y cerrado por la estremidad. La abertura ocupaba toda la longitud, y podia prolongarse hasta arriba por

medio de una muesca. Los sonidos producidos fueron los siguientes

Tamaño de la abertura.	66,0	36,5	16,0	20,5	16,5	14,0	3,8
Sonidos producidos,	<i>do</i> ₂	<i>sol</i> ₃	<i>mi</i> ₄	<i>si</i> ₄	<i>ré</i> ₃	<i>fa</i> ₅	<i>fa</i> ₇

66,00 partes de la abertura hacen una pulgada cuadrada. Los sonidos producidos corresponden á los números de vibraciones 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13. El resultado del acortamiento de la embocadura es, pues, el mismo en la flauta cerrada que el que se produce cambiando el soplo; no se pueden, pues, obtener octavas de esta manera.

La influencia de la embocadura sobre el sonido del pito no me parece que está todavía perfectamente aclarada. Hay, en efecto, un modo de cubrir la embocadura que hace que el sonido se pueda bajar bastante. Si aplico sobre el labio superior de un cañon de boca cilíndrica de laton un naipe que cubra en parte la abertura, puedo bajar el sonido mas de un tono por bajo del sonido fundamental; pero si, aplicando el naipe, tengo cuidado de que forme techo en la abertura, el sonido puede hacerse mucho mas grave todavía, y tanto mas cuanto mas se baje hácia la abertura el naipe en forma de techo. Se obtienen de esta manera todos los sonidos mas inmediatos por debajo del sonido fundamental, hasta algunos tonos enteros; estos no son por consiguiente los sonidos correspondientes á los números $1, \frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{1}{7}$. Si introduzco bastante el tapon del pito, para que el tubo no tenga mas que dos pulgadas, el sonido de este tubo puede, cubriendo la embocadura en forma de techo, bajarse desde *ré*₂ hasta *sol*₃, es decir cerca de una quinta, y los sonidos intermedios salen con facilidad, segun la mayor ó menor inclinacion del techo estendido en la embocadura.

Todo lo que se acaba de decir se aplica á los tubos sin agujeros laterales: pero las flautas propiamente dichas pueden ser consideradas segun los mismos principios. Los tubos abiertos son con los que, cuando todos los agujeros laterales estan cerrados, se consigue, variando la fuerza de soplo, producir todos los sonidos correspondientes á los números de vibraciones 1, 2, 3, 4, 5. La abertura sucesiva de los agujeros laterales permite tambien obtener los soni-

dos intermedios. Abriendo cada uno de ellos se eleva el sonido fundamental, y esta elevacion varía segun el tamaño del agujero, y tambien segun la distancia á que se encuentra del principio del instrumento.

Presántase en fin la cuestion de saber si, á beneficio de los diversos medios con que se llega á bajar el sonido fundamental de un pito de longitud dada, es posible producir sonidos tan graves que aun un tubo muy corto los dé que tengan todavía alguna gravedad cuando se sopla muy débilmente. Si el tubo está cerrado en parte, se aproxima á un tubo cubierto, cuyo sonido fundamental es una octava entera mas grave, y cubriendo la embocadura con un techo se consigue, como he dicho antes, bajar el tono cerca de una quinta. La debilidad del soplo no aumenta la gravedad del sonido de un pito comun hasta hacerle desaparecer lo que se llama el sonido fundamental; pero tal vez hay medios por los cuales un soplo mas débil todavía produciria vibraciones aun mas lentas con bastante regularidad para que fuesen percibidas como sonidos. El reclamo de los pajareros parece que produce este efecto, aunque en este caso los medios sean mas distintos que los que deben emplearse en los silbatos ordinarios para sacar los sonidos mas graves. Este instrumento de marfil ó de laton es mas ancho que largo: tiene cuatro líneas de longitud por ocho ó nueve de latitud. Su estremidad anterior y la posterior estan cerradas por una lánina delgada, y en medio presenta una abertura por donde atraviesa el aire de modo que la corriente de fluido recorre el eje de la cavidad del tubo. Savart ha examinado uno de esta especie. Segun él, el sonido se produce en este caso porque la corriente de aire que atraviesa los dos orificios, arrojando delante de sí la pequeña masa de fluido contenido en la cavidad del instrumento disminuye su fuerza elástica y le hace por consiguiente incapaz de equilibrar la presion de la atmósfera, que, rechazándose sobre sí misma, la hace retroceder y la comprime hasta que por su propia elasticidad, y bajo la influencia de la corriente que continúa siempre, sufre una nueva rarefaccion, seguida de una segunda condensacion, y así sucesivamente. Modificando la fuerza con que se sopla en este instrumento, se pueden variar los sonidos en la estension de octava y media á dos octavas, desde do_6 , hasta do_8 , y llegándose á hacer dueños de la velocidad del aire se

consigue llevar mucho mas lejos la elevacion y la disminucion de los sonidos. Se puede duplicar, cuadruplicar, ó disminuir el volúmen del instrumento, sin que los resultados cambien de un modo notable. Cuando las dimensiones son mas grandes y las paredes mas delgadas es mas fácil obtener sonidos graves; sin embargo, cada instrumento tiene uno de ellos que da con mas facilidad que todos los demás. La direccion de los bordes de la abertura cambia los sonidos. Cuando los bordes se dirigen oblicuamente hácia el interior de la cavidad, los sonidos tienen en general mas gravedad. El diámetro de los orificios influye tambien en ellos, su gravedad aumenta cuando estos orificios son mas anchos. No tenemos todavía una teoría de las vibraciones que tienen lugar en este instrumento, ni se sabe mejor si el aire es realmente el cuerpo que vibra primero, y si el instrumento no pertenece mas bien á la categoría de los estrangules, de los cuales tendremos que hablar despues. En los estrangules ordinarios hay que considerar dos dimensiones; el grueso y la longitud; si una de las láminas horadadas obrase como estrangul, representaria uno en que las tres dimensiones, longitud, grueso y latitud, entrarían en juego, como en las láminas resonantes. Por lo demás, el reclamo puede, lo mismo que el estrangul adaptarse á un cañon, y los sonidos que resultan de esto se conducen, como los que se obtienen uniendo los estrangules ordinarios con los tubos; es decir que el sonido no es ya el del estrangul, sino uno de los sonidos posibles del tubo que se aproxima mas á este. La serie de sonidos, cuando se varía el soplo, es en toda combinacion del reclamo con un cañon 1, 2, 3, 4, 5 &c. como en un pito abierto.

Instrumentos en que entran á la vez en juego las propiedades de cuerpos elásticos sólidos y las de cuerpos elásticos fluidos; instrumento de estrangul.

Hay agentes productores de sonidos que consisten en una simple lengüeta vibrante puesta en movimiento por una corriente de aire comprimido, como la lámina metálica de la trompa, y las láminas de la armónica de boca. La esperiencia enseña que los cuerpos elásticos por cohesion como los metalés y la madera no son los únicos que pueden formar lengüetas. Se pueden sustituir á estos las

láminas ó las membranas hechas elásticas por tension, como en seguida voy á demostrar. Cuando estas lengüetas membranosas se ponen en movimiento por una corriente de aire comprimido, dan sonidos muy puros sin ayuda de un cañon. Añadiendo un cañon delante de las lengüetas de la primera y segunda especie, se obtiene un instrumento mas complicado, en el cual el aire del cañon contribuye á modificar las vibraciones de la lengüeta. Los instrumentos de esta especie que tienen lengüetas fijas de metal ó de madera son conocidos hace mucho tiempo con el nombre de instrumentos de lengüeta. El órgano tiene un registro entero de estos aparatos. Otros instrumentos de viento, construidos segun el mismo principio, son el oboe, el bajon, el serpenton, la trompeta de los niños, todos los cuales tienen un estrangul independiente del tubo, y que por esto se diferencian de las flautas, en las cuales el sonido es producido únicamente por la columna de aire modificada por la longitud. Pero se puede tambien asegurar lo que llamamos estrangules membranosos con cañon dispuestos para formar un instrumento análogo, como lo veremos muy pronto. La teoría de estos instrumentos, es de la mas alta importancia para el estudio de la voz humana.

Instrumentos de estrangul hechos de un cuerpo elástico. rígido, metal ó madera.

ESTRANGULES SIMPLES SIN TUBO.

Estrangules que tienen analogía con las varas.

El instrumento mas sencillo de esta especie es la trompa, lengüeta de acero fija por una de sus estremidades á la parte cóncava de un semicírculo igualmente de acero cuyas ramas prolongadas van aproximándose poco á poco. Esta lámina está puesta en movimiento por el aire impedido contra ella y las ramas. La armónica de boca representa una reunion de muchas lengüetas en una misma caja. Se compone de una pequeña lámina metálica horadada con agujeros rectangulares oblongos, en cada uno de los cuales se ajusta una lengüeta metálica, soldada por una de sus estremidades y libre por la otra; las lengüetas deben poder

vibrar en sus cajas sin tocarse. Para ponerlas en movimiento se aplica la lámina á los labios y se impele el aire contra las lengüetas, resultando de aquí un sonido claro que varía según su longitud y fuerza.

Los estrangules ordinarios tienen el mismo mecanismo: un semicírculo hueco de latón ó acero está abierto en una de sus estremidades y cerrado en la otra. El lado plano está formado, hácia la estremidad cerrada, por una lámina elástica que no cierra enteramente el semicírculo en cuya cavidad tambien puede vibrar; de este modo el aire tiene facilidad de entrar en el semicírculo, y salir por entre los bordes de la lámina y el canal. Hay aquí, como en la trompa y la armónica, un cerco y una lengüeta elástica, móvil y fija en dicho cerco. El estrangul no difiere de estos instrumentos mas que en que el cerco forma tambien un tubo que sirve para la salida del aire que penetra entre el cerco y la lengüeta, y por el que tambien puede impelerse el aire sobre la lengüeta; pues podemos soplar por ambos lados en el estrangul. Si aplicamos la boca á la estremidad donde se halla colocada la lengüeta y soplamos hácia dentro, de modo que haga vibrar á aquella pasando el aire entre ella y el cerco, penetra por sacudidas en el semicilindro; y si se sopla por la estremidad abierta, sale el aire por entre la lengüeta y su cerco. Vemos aquí, como en la trompa, que la lengüeta es lo verdaderamente esencial, y que todo lo demás es accesorio. Un estrangul construido del modo que acabo de indicar, puede á beneficio de un tapon que atraviesa, ser colocado en un cilindro hueco, por cuya abertura lateral llegue el aire insuflado á los estrangules de los cañones de órgano.

No me parece que se há dado una esplicacion satisfactoria del mecanismo como entra en vibracion la lengüeta. He aquí mi opinion en esta materia. Cuando se sopla, es impelida la lengüeta hácia la abertura del cerco; obedeciendo á la ley de inercia, se retira delante del cuerpo que la empuja, hasta que su elasticidad, que va creciendo proporcionalmente á la flexion, se equilibra con la velocidad. Continuando siempre la presion del aire, la lengüeta permanecería en esta misma situacion si siguiéramos soplando; pero á medida que dicha lengüeta se separa, la presion va siendo menor que cuando se hallaba en el cerco, de modo que su elasticidad la obliga á volver sobre sí misma como

un péndulo; y aun por el efecto sostenido de esta misma elasticidad retrogradaria con suma velocidad, si no la retardase un poco la presión del aire. Luego que ha llegado al cerco, reanimada la presión del aire, la repele de nuevo; y si no variase dicha presión, tendría siempre á la lengüeta en su misma situación, lo que equilibraría su resistencia. Una corriente libre de aire puede, lo mismo que una encerrada, hacer vibrar una lengüeta, con tal que sea esta suficientemente delgada, como por ejemplo en la armónica, y tenga fuerza la corriente. Si soplamos con fuerza sobre una lengüeta de la armónica, por medio de un tubo delgado de muy pequeño diámetro, entra dicho instrumento en vibración; he conseguido hacer vibrar á lengüetitas fijas sobre un cerco, á beneficio de una corriente de aire que salía por un tubo muy fino: y solo lo he obtenido con las lengüetas mas largas de la armónica. He aislado las mas largas del cerco de modo que estuvieran libres hasta su estremidad posterior fija, y he soplado con un tubo delgado por delante de la estremidad de uno de sus bordes, rechazando el aire con bastante fuerza en una dirección perpendicular, no sobre la superficie sino sobre los bordes, llegué á producir las vibraciones sonoras de la lengüeta, pero mucho mas débiles cuando el aire debe pasar por entre sus bordes y el cerco. Por el contrario, las lengüetas membranosas que describiré mas adelante, entran en completa vibración y suenan completamente cuando nos servimos de un tubito para la insuflación. El modo como una corriente sutil de aire puede hacer vibrar una lengüeta fácilmente movable; me parece ser el siguiente: la corriente de aire comprimido, hiriendo contra el borde libre de la lengüeta, la empuja delante de sí; y esta se separa en virtud de la ley de inercia, siguiendo la dirección de la corriente, y continúa caminando en el mismo sentido hasta que su elasticidad, que crece con su tensión, se equilibra con la velocidad; entonces la elasticidad la vuelve sobre sus mismos pasos con una velocidad acelerada, hasta que entra en la corriente que la rechaza de nuevo. La posibilidad de producir un sonido con una lengüeta libre por medio de una corriente de aire, prueba que en la explicación que se da de la resonancia del estrangul, es preciso no conceder demasiado á su construcción y al paso del aire entre la lengüeta y el cerco.

G. Weber (1) ha demostrado que el sonido de la lengüeta de un estrangul puesta en vibracion por el soplo, cambia en razon directa de su longitud, como si se le hiciera vibrar por medio de un choque y que las lengüetas vibran bajo la misma ley que las varillas. Esta ley consiste en que el número de vibraciones de dos varillas de igual espesor y de la misma materia está en razon inversa de los cuadrados de su longitud. Weber ha demostrado tambien que el sonido que se produce soplando en un estrangul sin tubo, simula exactamente por la elevacion al que se obtiene percutiendo una hoja elástica libre por una estremidad y fija por la otra. La elevacion del sonido en dicho instrumento es casi independiente de la fuerza que tiene la corriente de aire; pero podemos aumentarla soplando con mas fuerza. Biot habia ya observado que la naturaleza química del gas de que nos servimos para soplar, no ejerce ningun influjo en la entonacion del sonido. Este modo de obrar de las hojas elásticas, metálicas, fijas por una estremidad y libres por la otra, es tanto mas notable cuanto que, como he demostrado, las hojas membranosas dispuestas de la misma manera se conducen de distinto modo, pues aquí podemos elevar el sonido algunos semitonos soplando con mas fuerza.

Las dimensiones del intervalo comprendido entre la lengüeta y el cerco, tienen poca importancia segun G. Weber: cuando la abertura es algo mas grande, el sonido sale con mas trabajo, y experimentamos mas dificultad ya para aumentarle ya para disminuirle; pero el tono subsiste el mismo.

He aquí cuál es la teoría admitida por la mayor parte de los físicos respecto á los sonidos producidos por lengüetas. Las vibraciones de los cuerpos obedecen, á lo que parece, á las mismas leyes que las varillas; pero hay esta diferencia entre las varillas y las lengüetas resonantes, que en las primeras ella misma produce el sonido, mientras que en las segundas es el aire. Otro tanto sucede cuando se hace vibrar una lengüeta por la percusion ó el soplo: en el pri-

(1) *Leges oscillationis oriundæ si duo corpora diversa celeritate oscillantia ita conjunguntur, ut oscillare non possint, nisi simul et synchronice.* Halle, 1826, in 4.º

mer caso la lengüeta sola es la que resuena, y en el segundo, si bien debe dar algun sonido, muchos creen que es el aire la causa principal del sonido que produce entonces, y esto por las razones siguientes:

El sonido de una lengüeta puesta en vibracion por la percusion es debil; el de otra que vibra impelida por el soplo es fuerte; pero hay además otra diferencia en la calidad de los sonidos cuyo timbre no se parece en el primer caso al del segundo. De aquí se ha deducido, que si bien el aire no modifica la elevacion del sonido en razon de la longitud diversa de la abertura, puede sin embargo ejercer sobre él cierta influencia en el sentido que, en las condiciones en medio de las que la lengüeta vibra por efecto del soplo, experimenta choques regulares sin formar nodos. Sabemos que se necesita para la produccion de un sonido que cierto número de choques se propaguen al órgano auditivo, y que las vibraciones no forman los sonidos sino por determinar choques de esta especie. Segun el modo como una lengüeta vibre en su cerco, debe seguramente producir choques semejantes á los que se verifican en la sirena por el paso del aire al través de la abertura, encontrándose detenido un momento en cada vibracion; así es como en la sirena sucediéndose con rapidez las interrupciones de una corriente de aire, producen un sonido. La elevacion de este sonido depende del número de interrupciones, y como estas son debidas á las vibraciones de la lengüeta dicho número será igual al de las vibraciones.

Pero esta teoría de los sonidos producidos por lengüetas, se halla muy distante de estar demostrada. Los sonidos que se sacan de una hoja delgada de suficiente longitud fija por una de sus estremidades y privada de cerco, dirigiendo sobre ella la corriente de aire de un tubo muy delgado, prueban que esta especie de sonidos no dependen únicamente de los choques alternativos del aire, aunque la fuerte corriente que sale del tubo y que dirigimos hácia el borde de la lengüeta debe disminuirse un poco cada vez que esta vuelve sobre sí misma, mientras que está libre cuando se encuentra fuera de su alcance.

Me liivito á consignar aquí esta duda; pues pienso insistir mas cuando me ocupe de las lengüetas membranosas.

Lengüetas acompañadas de un tubo que modifica el sonido

El sonido de un estrangul ó de una lengüeta varía mucho en cuanto á su elevacion cuando se adapta á dicho instrumento un tubo, como en el fagot, clarinete y bajon. En ellos lejos de perderse el aire en la atmósfera, tiene que recorrer el tubo, y así este instrumento está compuesto de dos partes, cuyas vibraciones obedecen á leyes diferentes. El sonido del estrangul y el del tudel, tomados aisladamente pueden diferir mucho entre sí; pero cuando ambas partes se reunen, influyen recíprocamente, de modo que las vibraciones de la lengüeta son determinadas por la columna de aire, y las de estas por la de la lengüeta. Nunca oiremos mas que un solo sonido, que ni es el que produciria el estrangul solo ni tampoco el que obtendríamos con la columna de aire. Así que, no basta que las vibraciones se verifiquen con una simultaneidad completa; pues es preciso además que se acomoden unas á otras (1).

Solo G. Weber ha espuesto una teoría de los instrumentos que se tocan con caña. Pero no es este el lugar mas á propósito para describir de un modo detallado el resultado de sus investigaciones y que deben ocupar un lugar en la física moderna. Sin embargo, me juzgo obligado á referir algunos de los hechos que él ha descubierto, en razon á que sirven de base á las investigaciones sobre los pitos de lengüeta membranosa, que tal vez son con los que mas semejanza tiene el órgano de la voz:

1.º La union de un tubo con un estrangul puede hacer mas grave el sonido de este último pero nunca mas agudo.

2.º El maximum del descenso no escede de una octava.

3.º Alargando el tubo, vuelve el sonido al fundamental primitivo del estrangul, pero podemos de nuevo bajarle hasta cierto grado.

4.º La longitud del tubo necesario para obtener un

(1) G. Weber se ha ocupado en investigar las condiciones necesarias para que se forme este sonido simple.—Véase POGGENDORFF's, *Annalen*, t. XVI, XVII.

grave dado, depende siempre de la relacion entre el número de vibraciones de la lengüeta y la columna de aire, tomadas cada una de por sí.

5.º Así, el sonido de un tudel va haciéndose mas grave poco á poco, á proporcion que prolongamos el tubo, hasta que la columna de aire de este se ha dilatado tanto que solo produce el mismo sonido que formaba el estrangul solo. Alargando mas el tubo, vuelve el sonido al fundamental del estrangul. Podemos todavía, prolongando mas el tubo, hacerle bajar cerca de una cuarta, hasta que la longitud del tubo sea doble que la de la columna de aire, pues entonces tendrá el mismo sonido que el estrangul: aquí el sonido vuelve á ser igual al fundamental de dicho instrumento, la prolongacion del tubo puede bajar de nuevo una tercera, hasta que llega un momento en que pasa al sonido fundamental de la lengüeta; durante la transicion podemos producir dos sonidos diferentes segun la fuerza con que se sople.

Estos descubrimientos se pueden aplicar á los pitos con lengüetas membranosas, como procuraré hacerlo mas adelante.

6.º Si el sonido del estrangul solo está en la serie de los armónicos del tubo, tambien solo, la union del estrangul con el tudel no cambia necesariamente el sonido de la primera cuando se sopla con suavidad; pero si lo hacemos con fuerza baja el sonido mas que el del estrangul una octava, una cuarta, ó una tercera menor, ú otros intervalos correspondientes á los números $\frac{7}{8}, \frac{9}{10}, \frac{11}{12}$.

Estos descubrimientos proporcionan indicios ciertos para comparar los órganos de la voz, ó de otros instrumentos sonoros con los tudeles ó con las boquillas de una trompa; por ejemplo, sobre un instrumento de viento podemos, permaneciendo la misma embocadura, bajar á nuestro gusto el sonido por medio de los tonos, y obtener un descenso proporcionado á la longitud de los tonos. El instrumento realmente no es mas que un tubo, y el aire es el que resuena dentro; por el contrario con la misma embocadura no podrian producir los tonos mas que un descenso de una octava ó menos si se tratase de un tudel con caña.

Se coloca entre esta clase de instrumentos la lengüetería del órgano ó el registro de la voz humana. El clarinete,

el oboe y el fagot, son instrumentos de estrangul, y con los que se producen los diferentes sonidos tapando ó destapando una serie de agujeros cuya disposicion ha dado á conocer la esperiencia, mientras que en la lengüetería del órgano cada sonido tiene su tubo particular.

Lengüetas metálicas en forma de disco.

Del mismo modo que las hojas delgadas de madera ó metal que vibran segun las leyes de las varillas, funcionan á manera de lengüetas, tambien los discos metálicos delgados que vibran segun las leyes de las chapas, pueden servir de lengüetas cuando se fijan en el medio para que pase el aire entre su borde y el borde escotado de un cerco periférico. Algunos esperimentos hechos por Clement y Achette, y que Savart ha repetido con igual resultado, deben á mi parecer, consignarse en este lugar. Clement ha descubierto que cuando pasa una corriente de aire al través de un agujero abierto en una pared plana y aproximamos una chapa delgada á esta abertura; esta chapa comienza á vibrar y produce sonidos sordos y muy graves. Los sonidos dependen inmediatamente de las vibraciones propias de la chapa; y es probable que estas vibraciones crezcan con el aire como en los tudeles con caña; porque cuando se ponen delante de la abertura discos circulares de igual espesor, pero de diferente diámetro, el número de vibraciones está en razon inversa de los cuadrados de los diámetros, como en los circulares resonantes. La elevacion del sonido es la misma tambien que cuando hacemos vibrar los discos circulares por medio de un arco de violin. Probablemente tambien podremos emplear discos circulares encorvados á manera de campana como discos planos; y otro tanto sucede en los sonidos producidos inmediatamente por cuerpos sólidos que afectan la forma de discos.

He hecho construir lengüetas circulares bajo los mismos principios que los instrumentos ordinarios de estrangul. Un disco circular de laton de un tercio de línea de espesor, por diez y siete líneas de diámetro, mantenido en su centro por una varilla contra el borde cortante de un arco que correspondia de modo que el aire empujado al través del tubo adaptado al arco pasase entre él y el borde

del disco. Los sonidos salen fácilmente como en los tudeles ordinarios; pero frecuentemente oímos muchos á la vez, graves y agudos, por ejemplo, el fundamental y la quinta y aun mas agudos todavía. La aspiracion del aire produce tambien sonidos como en las lengüetas ordinarias. Un instrumento construido de esta manera con una lengüeta en forma de campana no suena, probablemente porque la curvadura del disco entorpece la lengüeta, y hace que no sea de suficiente magnitud.

Un disco metálico circular, sumamente delgado, que presente una abertura en el centro y esté soldado por su periferia á una embocadura muy corta, pudiéramos considerarle como una lengüeta. Este sería el reverso del caso precedente, pues se encuentra la embocadura en la abertura central, en vez de estar sobre el borde; el aire que pasa al través de la abertura obraria aquí del mismo modo que una varilla que pasa por medio de una piel tensa en su periferia, y que produce sonidos. A primera vista estas condiciones parecen aplicarse al reclamo de los pajareros, que Savart no coloca entre los tudeles con estrangul; pudiéramos alegar en favor de esta semejanza, que dichos reclamos son susceptibles de juntarse á un tubo, por cuyo medio cambiarían de sonido. Pero lo que impide admitirlo es, que en este instrumento la abertura es mucho mas ancha que la hendidura que las lenguas metálicas deben tener para que produzcan sonidos. A la verdad, como he dicho anteriormente, las lengüetas largas y delgadas de la armónica producen débilmente su sonido al aire libre y sin cerco, cuando una fuerte corriente de aire que sale de un tubo delgado pasa por delante de sus bordes; sin embargo, el reclamo de los pajareros descrito por Savart tiene mas semejanza con un cañon ordinario. He obtenido sonidos cogiendo entre mis labios un disco de marfil agujereado en su centro aspirando el aire; este disco puede tener suficiente espesor para que sus bordes no vibren, de modo que puede obrar como una lengüeta.

Instrumentos de lengüeta membranosa ó elástica por tension

No se ha prestado la suficiente atencion al estudio de esta clase de instrumentos, cosa tanto mas sensible cuanto que encierra la llave de la teoría de la voz, del hom-

bre y de las aves. Biot y Cagniard-Latour, han intentado imitar las hojuelas membranosas de la glotis, llamadas cuerdas vocales, con membranas elásticas de goma elástica y fabricar así una laringe artificial. Henle se ha valido de membranas animales para el mismo objeto; pero hasta ahora no se habia conseguido de un modo satisfactorio para que nos fuera permitido establecer un paralelo completo entre los instrumentos en cuestion del órgano de la voz. He hecho un estudio especial del modo como los ligamentos y membranas se conducen para obrar como lengüetas, y voy á referir mis observaciones en la materia. Debo recomendar eficazmente la lectura del capítulo entero á aquellos que quieran comprender bien la aplicacion que haré despues á la voz del hombre, y los esperimentos intentados sobre la laringe humana; asimismo invito al lector á que se penetre bien de los puntos principales de la teoría de los instrumentos músicos, porque sin ella le sería imposible comprender los detalles de que voy á ocuparme.

Debemos sentar de antemano que habrá estrangules con lengüeta membranosa. La lengüeta está fundada en que un cuerpo que por sí mismo no produciria sonido alguno á consecuencia de un choque, ó al menos serian débiles y oscuros, produce por la impulsión sostenida del aire un sonido correspondiente á su elasticidad y longitud. Las lengüetas de que hemos hablado hasta ahora eran pequeñas chapas de metal ó madera que en razon de su poca longitud vibran por sí mismas sin producir sonido, mientras que sus leyes de vibracion son las de las varillas vibrantes. Los cuerpos elásticos por tension que no producen sonido percutiéndolos, cuando se les ha disminuido su longitud, pero que conservan á pesar de esto sus leyes de vibracion, pueden igualmente producir sonidos apreciables por las impulsiones sostenidas del aire. Estas lengüetas difieren de las rígidas, elásticas por sí mismas, en que necesitarian fijarse sobre dos puntos como las cuerdas, ó por todos lados como las pieles, mientras que las rígidas no lo estan á la manera de las varillas mas que por una estremidad. La esperiencia confirma inmediatamente esta idea. Cuando estendemos una membrana elástica (goma elástica) sobre el orificio de un cañon de madera de modo que cubra la mitad de dicho orificio, y cerramos la otra mitad con una chapa de madera ó carton, dejando una hendidura estrecha entre la membrana elástica y el borde del

cuerpo rígido, tenemos una lengüeta membranosa que produce un sonido lleno, puro y fuerte, soplando por la otra estremidad del cañon.

Divido los instrumentos de lengüeta elástica por tension en dos partes, como lo he hecho con los precedentes, á saber: simples sin cañon: y los que le tienen que modifica el sonido.

LENGÜETAS MEMBRANOSAS SIMPLES SIN TUBO.

Lengüetas tensas á manera de cuerdas.

Las lengüetas simples de esta especie corresponden á la trompa y á la armónica de la seccion precedente. Despues de haber estendido una hoja de goma elástica en forma de membrana delgada, separo una tira que tiene una ó dos líneas de ancho, la coloco al través sobre un marco cuadrado, y punteándola en esta situacion á la manera de cuerda, produce un sonido sordo, pero tan malo, como el que una lengüeta metálica produce por percusion. Si en cada lado del hilo elástico plano, fijamos sobre el anillo una chapa de carton ó madera, de modo que las dos sean iguales al hilo, y que entre ellas no quede mas que una hendidura estrecha, tenemos una armónica cuya lengüeta es de goma elástica, y este instrumento produce entonces como la armónica un sonido puro, fuerte y lleno. Pero podemos tambien, sin cercar esta lengüeta de un cuadro, y sin que el aire pase sobre sus lados por hendiduras, obtener de ella sonidos claros de otro modo y en virtud del mismo principio. He dicho ya, hablando de las lengüetas metálicas, que la de la armónica separada de su cerco, y fija por una de sus estremidades, puede, con tal que sea bastante larga, entrar en vibracion sonora por una corriente de aire rápida y sutil, que á beneficio de un tubo muy delgado dirigimos sobre uno de sus bordes laterales, inmediatamente por encima de la estremidad. Sin embargo, no nos cuesta dificultad conseguirlo con las lengüetas metálicas por ser demasiado resistentes; y por el contrario lo conseguimos fácilmente con las tiras de goma elástica de que acabo de hablar. Si tendemos una cinta estrecha de goma elástica, sobre un marco de ocho líneas á una pulgada de diámetro, y despues á beneficio de un tubo delgado soplamos sobre uno de sus bordes en

una direccion perpendicular á su superficie, vibra de un lado al otro, produciendo un sonido. O se consigue mejor todavía si soplamos oblicuamente sobre la superficie de la cinta, pues se producen al momento vibraciones de arriba abajo, con un sonido fuerte y puro que tiene la misma resonancia que el que obtenemos cuando estando tensa la cinta entre dos pies sólidos se sopla al través de la hendidura; sonido que se produce evidentemente del mismo modo que en las lengüetas metálicas. Cuando una corriente de aire sutil, hiere la cinta, esta se separa del cuerpo que la impele; pero como su elasticidad crece á medida que se estiende, llega un momento en que esta elasticidad se equilibre con la velocidad, y entonces la cinta ejecuta la vibracion retrógrada, que la vuelve á aproximar á la corriente para que sea rechazada de nuevo. Que la corriente de aire caiga oblicuamente sobre el medio de la cinta, ó que pase entre este y los puntos terminales, siempre debe producirse el sonido fundamental de dicha cinta: algunas veces, cuando la corriente se separa demasiado del medio, aparece otro sonido además del fundamental, pero que depende tambien hasta cierto punto de la fuerza con que soplamos. Si se aplica el corte de una espátula sobre la mitad de la cinta en una direccion perpendicular á su superficie, de modo que repose á la vez sobre dos puntos, y en seguida se sopla sobre la mitad de la cinta, se obtiene la octava del sonido fundamental. Una tension mas considerable eleva el sonido, sin que por esto resulte menos puro y lleno. Respecto á la fuerza del soplo puede elevar el sonido fundamental de la cinta cosa de medio tono y algo mas. Sin embargo, en general estas lengüetas elásticas por tension, cambian sus vibraciones absolutamente del mismo modo que las cuerdas, es decir, que el número de vibraciones crece en razon inversa de la longitud, y probablemente por esto mismo, en razon directa de las raíces cuadradas de las fuerzas tensivas. Esto constituye una diferencia importante entre ellas y las lengüetas metálicas, que se conducen como las varillas, pues que á igualdad de espesor, el número de vibraciones está en razon inversa del cuadrado de su longitud. Las lengüetas membranosas difieren de las cuerdas porque la embocadura modifica un poco el sonido, aunque la lengüeta continúe vibrando de lleno ó en toda su longitud como una cuerda. Cuando despues de haber estendido

sobre un tubo una lengüeta membranosa, abrazada por un cerco, se sopla por el tubo, se produce un sonido, ya se espire, ya se inspire el aire; pero este sonido varía en ambos casos, por mas igual que sea la embocadura. En el segundo generalmente es un semitono ó un tono entero mas grave. La longitud de la hendidura de las ramas y la lengüeta elástica, no tiene una influencia notable sobre la elevacion del sonido; pero el sopro le produce con mas facilidad cuando esta hendidura es muy estrecha. La fuerza del sopro puede elevar un poco el sonido, por ejemplo, un semitono; la de la aspiracion del aire tambien le eleva un poco. Si la lengüeta choca en un punto cualquiera, con una desigualdad del borde de las ramas laterales que la abrazan, se forma allí un nodo de vibracion, y se percibe un sonido mucho mas alto que el fundamental.

Pero las lengüetas membranosas elásticas por tension, pueden disponerse bajo formas mas variadas que las que hemos indicado hasta ahora.

No he hablado todavía mas que del caso de una cinta elástica colocada á la manera de una cuerda entre dos ramas rígidas, lo que determina que haya una hendidura sobre cada uno de sus bordes. Todavía podemos disponerlas en estas dos formas:

1.^o Una membrana elástica cubre la mitad, ó una parte cualquiera de la estremidad de un tubo mas corto, y la porcion sobre la que no se estiende, con una chapa rígida, dejando una hendidura entre ella y la membrana

2.^o Dos membranas elásticas estan estendidas de tal modo sobre la estremidad de un tubo muy corto, que cada una cubre una parte de ella y dejan entre sí una hendidura.

Cuando la hendidura está limitada en un lado por la membrana elástica, y en el otro por una chapa rígida de borde cortante, por ejemplo, de carton ó madera, el resultado es el mismo que en el caso de una lengüeta libre por ambos lados. El sonido que se determina soplando al través del tubo, es medio ó un tono mas alto que el que resulta del choque de una corriente de aire sutil que se dirige hácia el borde de la misma membrana. Siempre podemos, soplando con mas fuerza, elevar dos semitonos, pero nada mas el sonido producido por el sopro. El que resulta cuando se aspira el aire es mas agudo; solo se hace mas grave cuando la chapa se coloca un poco mas adentro de modo

que su borde está situado detrás de la membrana. Si empleamos un tubo redondo, la membrana no está tan tensa como en el caso de ser cuadrilátero, que sigue una direccion paralela á la hendidura. Luego, sabemos que las membranas tensas en un sentido vibran segun las mismas leyes, que los cuerpos filiformes elásticos por tension. Los experimentos de que hablo aquí nos suministran tambien la prueba: porque cuando estendemos una membrana de goma elástica sobre un marco cuadrado, pero solo la dejamos tensa en una direccion, estando libre uno de sus bordes, y reposando el otro sobre el marco, la hoja entera produce el sonido fundamental, si soplamos con fuerza sobre el borde por medio de un tubo pequeño y muy delgado, mientras que si colocamos un hilo sobre ella en una direccion transversal, podemos con el sople hacer dar la octava á cada una de sus mitades.

Como las membranas tensas en una sola direccion cambian sus vibraciones, segun las mismas leyes, que los cuerpos filiformes elásticos por tension, de esto resulta que con una tension igual, y permaneciendo la embocadura la misma, la elevacion del sonido aumenta en razon inversa de la longitud de la membrana, ó de la hendidura comprendida entre la lámina elástica y la chapa rígida.

No he podido averiguar si la latitud de la hendidura influye en la elevacion del sonido, como sucede con las lengüetas metálicas; pero el sople no lo produce cuando dicha hendidura es demasiado ancha.

La situacion del cerco, relativamente á la lengüeta, es una circunstancia importante. Cuando el borde de la chapa de laton está situado enfrente de la lengüeta membranosa, el sonido puede subir en el intervalo de *do* á *fa*, ó menos, que cuando la chapa sólida está un poco mas adelante que la membranosa.

El caso mas curioso es en el que dos membranas elásticas limitan la hendidura, en términos de imitar una glotis; pudiendo estar igual ó desigualmente tensas.

Las membranas de goma elástica tensas producen un sonido cuando se dirige sobre sus bordes una corriente de aire, y esta particularidad nos proporciona el medio de llevar al mismo grado de tension dos membranas de goma elástica de igual longitud, mudando su tension hasta que produzcan el mismo sonido cuando se sople sobre sus bor-

des con un tubo delgado. Para que cualquiera de ellas suene y calle la otra, se baja un poco la que queremos que no suene, ó la cubrimos con una hoja delgada de carton. Luego que las tengamos igualmente tensas, colocadas una al lado de otra sobre un marco cuadrado, se examina el sonido que producen reunidas. Me ha parecido más grave que el sonido fundamental que daba cada una de por sí, por medio de una corriente de aire dirigida sobre ella con un tubo; de modo que dando cada una el *la* su sonido común era *sol*♯; siendo el propio *do*, reunidas producian *si*; y

estando acordadas en *si* resultaba juntas *la*♯. Cuando no dan juntas el mismo sonido, á causa de la desigualdad de tension, parece con frecuencia que no se establece la unidad de accion semejante á aquella que hay entre las vibraciones de la lengüeta metálica y el aire de un tubo. Pocas veces llegamos á obtener los sonidos de ambas tiras con el soplo, pues el que resulta soplando generalmente es el único, como si la hoja mas tensa, ó la que lo está menos, no sonase, ó del modo que sucede cuando impedimos vibre una de las dos tiras colocando encima una hoja de carton. Sucede con frecuencia que la que suena con dificultad, por estar acordada mas abajo, solo vibra débilmente, y es impedida un poco hácia delante.

Los experimentos siguientes esplican la resonancia de un solo lado. Por ejemplo, hallándose afinadas ambas tiras de modo que produzcan dos sonidos diferentes de una octava. Si se soplase por el tubo sobre que está colocada, mientras que aplicásemos sobre el otro lado de la hendidura una chapa sólida, daría *ré*. Quitando la chapa sólida, de modo que ambas tiras, entre cuyas tensiones hubiese una octava de diferencia, limitasen la hendidura, tambien el sonido sería *ré*, y soplando con fuerza podríamos hacerlo subir á *ré*♯, *mi fa*. Cuando el sonido producido inmediatamente sin tubo, por una corriente sutil de aire, fuese *mi* para la tira menos tensa, y *si* para la otra, de modo que la diferencia entre ambas fuese una quinta, el sonido que obtendríamos por el tubo, despues de colocar una chapa de carton sobre la mas tensa, sería *sol*. Retirando la chapa, de modo que las dos tiras limiten la hendidura, el so-

nido fundamental obtenido por el tubo, tambien será *sol*.

Si una de dichas tiras diese *do*, y la mas tensa *ré* \sharp , he obtenido soplando suavemente por el tubo, *do*, es decir, el sonido fundamental de la tira mas grave. En este último caso la tira que produce el sonido mas agudo, permanece pasiva, y no influye sobre las vibraciones de la mas grave: aunque tambien parece que realmente las vibraciones obran unas sobre otras. Cagniard-Latour ha obtenido el mismo resultado en un experimento análogo, es decir, que ha visto acomodarse entre sí las vibraciones de dos tiras afinadas en distinto tono, y que, por ejemplo, cuando la diferencia entre ellas era una quinta, el sonido de ambas era la segunda ó tercera. No me es posible dudar de este resultado, pero debo llamar la tencion sobre un manantial de errores en esta clase de experimentos. Se cree generalmente observar una union en donde, propiamente hablando, no existe. Así, en un experimento que he hecho, la diferencia entre ambas tiras era una octava; el instrumento daba el *si* y la tira mas tensa el *fa* de arriba; parecia que habia una union en este caso, y que la tira que daba el *fa*, producía el *si* con aquella que estaba mas de una octava mas baja; pero en realidad no existia; pues cuando impelia la tira mas grave, y colocaba una hoja de carton sobre la otra, de modo que los dos bordes no correspondiesen enfrente, sino que la hoja sólida formase una lijera prominencia por encima de la elástica, esta al sonar daba no el *fa*, sino el *si*, del modo que hubiera sucedido si hubiese estado limitada la hendidura por dos tiras. La hoja sólida ocupaba en este caso el mismo lugar que la tira mas grave toma, cuando soplamos, al limitar con desigualdad la hendidura; en efecto el soplo la empuja un poco hácia delante, y solo vibra débilmente.

La regla es esta: la tira que resuena es la que con mas facilidad puede el soplo poner en vibracion, y si la embocadura es á propósito para ambas tiras, las dos vibrarán, acomodándose entre sí para producir un sonido simple; pero tambien los pueden dar diferentes, es decir, le es posible á la embocadura, cuando cambia, determinar dos sonidos uno despues de otro.—Las lengüetas metálicas de la armónica no se acomodan cuando se las quiere hacer sonar á la vez por una misma boquilla.

Las membranas elásticas pueden tambien estar colocadas unas sobre las otras por sus bordes. Tampoco se obtienen soplando en este caso sonidos puros.

Podemos modificar mucho los sonidos colocando el dedo en diferentes puntos de la tira vibrante. Se han hecho estos experimentos con membranas de goma elástica, estendidas sobre la estremidad de un cilindro. Cuando ponía el dedo sobre el contorno exterior de una de las tiras, subía un poco el sonido, haciéndose cada vez mas agudo el sonido producido por el soplo á medida que aproximaba el dedo á la hendidura.

Las lengüetas membranosas difieren de las metálicas, respecto á los cambios que experimentan cuando soplamos con mas fuerza. Un cuerpo que ejecuta las vibraciones longitudinales, como una columna de aire, produce un sonido un poco mas agudo cuando se sopla con mas fuerza; otro que vibra en direccion trasversal los da mas graves cuanto mayores sean sus escursiones, como sucede con las cuerdas y lengüetas metálicas. De aquí resulta que el sonido de una lengüeta metálica es un poco mas grave, cuando soplamos con mas fuerza (lo que acaso depende de que la base de la lengüeta metálica no vibra cuando se sopla con suavidad). Pero las tiras membranosas no se conducen, en esta parte, del mismo modo que otros cuerpos que vibran al través como las cuerdas. En efecto, siempre que se sopla con mas fuerza, el sonido se hace mas agudo. Sin embargo, me parece que el sonido de una armónica de lengüeta metálica delgada tambien se eleva un poco, cuando se impele el aire con fuerza, y el sonido de un estrangul muy delicado de una trompeta pequeña recorre, cuando se va aumentando gradualmente la fuerza del soplo, la estension entera de octava y media sin intervalos, ya soplemos solo en el tudel, ya en todo el tubo.

Lengüetas tensas á manera de tímpano.

Dos membranas que dejan entre sí una hendidura y que las estendemos en muchos sentidos, no solo por sus lados, en la estremidad de un tubo, tienen bastante analogía con los tímpanos; otro tanto puede decirse de una membrana que está tensa en la estremidad de un tubo, y que presenta en su centro un agujero para que pase el aire. Sin embargo,

esta última no suena generalmente, ó solo produce un sonido muy débil.

Presentaremos ahora la cuestion de averiguar si los sonidos que producen las lengüetas membranosas pueden modificarse, respecto á su elevacion, por la adición de tubos de diversa longitud, así como sucede á los estrangulos cuyas lengüetas son de metal. He añadido estos tubos tanto por delante como por detrás del cerco en que estaban estendidas las tiras de goma elástica, y he observado que ejercian lo mismo que el soplo una gran influencia en la elevacion del sonido.

Lengüetas membranosas con tubo.

Para estudiar la influencia del tubo me serví al principio de un cuerpo de clarinete, por cuyo medio conocemos el influjo de la columna de aire que él contiene en el sonido de la caña, y de la que los diversos agujeros tienen sobre la modificacion del sonido. Quité la caña ordinaria, y la reemplacé por otra hecha con una lengüeta membranosa de goma elástica; no se afinó siempre la chapa de la misma manera en los diversos experimentos; sin embargo el resultado fue generalmente hablando casi el mismo.

Preparado de este modo el clarinete, examino lo que se verifica cuando se abren ó cierran los agujeros laterales; no se tarda en advertir que el tubo del clarinete hace mas grave el sonido fundamental con la lengüeta membranosa; pero que la influencia de los agujeros laterales es mucho menor que cuando este tubo tiene la caña ordinaria. Abriendo sucesivamente los agujeros y las llaves de abajo arriba podemos en un clarinete elevar el sonido por semitonos; pero cuando sustituimos la lengüeta membranosa á la caña ordinaria, la elevacion del sonido por la abertura sucesiva de los agujeros de abajo arriba, se verifica de un modo casi insensible, y no llegan á un semitono hasta los agujeros mas altos, que son los que solo ejercen influencia notable. Cuando estaban todos estos abiertos, la elevacion del sonido por encima de aquel que se habia obtenido, á pesar de estar cerrados los agujeros laterales, no escede de un tono.

Para poder conocer de una manera exacta, el influjo de los tubos adaptados á las lengüetas membranosas, mandé construir para ajustar al estrangul que contenia una lengüeta de esta clase, tubos cilíndricos de cartou de diferente

longitud y susceptibles de enchufarse los unos en los otros. El diámetro trasversal era de una pulgada; el primero estaba destinado á recibir el estrangul que contenia una lengüeta membranosa; y las membranas se hallaban tensas á la estremidad de un corto tubo; las lengüetas eran tambien diferentes, pues una estaba cubierta por dos pequeñas hojas de carton que dejaban entre sí una hendidura en la que se encontraba tensa una cinta delgada de goma elástica que hacia el oficio de lengüeta. Otra no estaba mas que cubierta hasta la mitad con una chapa de madera, siéndonos fácil cubrir la otra mitad con una tira de goma elástica tensa; el tercero carecia de chapa de madera y estaba cubierto de tiras tensas que se aplicaban inmediatamente una á otra; el cuarto estaba tambien cubierto de dos tiras de goma elástica, en este la abertura sobre la cual las tiras estaban tensas era lateral, de modo que la hendidura caminaba paralelamente á la longitud del estrangul, como en los tudeles ordinarios. La abertura de los tres primeros estrangules tenia, por el contrario, su hendidura dirigida en sentido opuesto al eje. El tudel servia para soplar, y la otra estremidad en que estaba la lengüeta, se ajustaba á la superior del primer tubo de carton. Los tubos eran cinco, el primero servia como de pie para recibir el estrangul, estaba dispuesto de modo que el sonido fundamental de su columna de aire fuese *do*₃. El segundo tubo podia adaptarse al precedente, y el guitarrero lo habia medido de modo que con aquel diese el *do*₄. El tercer tubo producia con el pie la quinta *sol*₄. El cuarto estaba calculado para que diese con el pie *do*₃. Y el quinto tenia suficiente longitud para producir con el precedente y el pie el mismo *do*₃. Además de esto, los tubos podian combinarse de modo que produjesen solos el *do*₅, su octava *do*₄, la quinta de este *sol*₄, la octava del anterior *do*₃, y la de este *do*₂.

Junté el estrangul de lengüeta membranosa á estos tubos de diferente longitud, y examiné la influencia que ejercian en el sonido producido por aquella. Los experimentos dieron resultados muy diversos, casi siempre la embocadura dió el sonido fundamental de la lengüeta un poco mas grave, unas veces un semitono ó menos, y otras medio ó un tono; sin embargo, no me fue posible descubrir la regla fija. Añadiendo el segundo tubo al tudel, se hizo el sonido mas grave, ó se elevó muchos semitonos, y tampoco enton-

es conseguí descubrir una regla exacta. Para establecer un punto fijo de comparacion en esperimentos tan dificiles tomé siempre por base el sonido producido por el soplo mas débil, y escluí á los agudos que determina una corriente de aire mas fuerte, que produce nudos de vibracion en el tubo añadido. Hubo casos en que no advertí descenso del sonido añadiendo la segunda pieza, aunque debia bajar una octava. En estos casos, observé algunas veces un descenso de medio ó un tono cuando añadia el tubo; en otros al contrario, el sonido que tenia el estrangul con el primer tubo no variaba, aun despues de la adición del segundo, tercero, y demás. Cuando habia descendido el sonido por colocar el segundo tubo, la adición de la pieza inmediata lo elevaba lo suficiente para aproximarle al que el estrangul daba con el tudel solo, ó para hacerle unísono; entonces el sonido permanecia el mismo, poco mas ó menos, cuando añadia los últimos tubos, y lo mas que sucedia era descender un poco por la adición del último. Tomaba por base de comparacion de los sonidos del estrangul solo, con los que los tubos eran capaces de producir, un tubo labial particular, que tenia el mismo sonido fundamental que el del tudel con el primer tubo *do*₄. El sonido del estrangul, y los que producía con los tubos se determinaban siempre con un piano bien afinado. Como la relacion del sonido del estrangul con la del tubo, y las diferencias en la fuerza del soplo y la manera de efectuarlo, era imposible evitar, y á las que debiamos necesariamente recurrir para obtener un sonido grave con ciertos tubos no permitian llegar á resultados uniformes, la relacion de los numerosos esperimentos que se han hecho no compensará el trabajo que han costado. Me contentaré pues, con citar un solo ejemplo de un estrangul unilabial para demostrar cuán desiguales han sido los resultados.

I. El estrangul estaba preparado de modo que solo producía cuando se soplaba por encima con un tubo pequeño el tono fundamental *do* del tudel.

Estrangul puesto en accion por el tudel solo, y sin la adición de otro, *la*₃ de la octava precedente.

Con el tudel *sol*^{la}₂³; un semitono mas bajo.

La longitud del tudel es de uno á dos pies, ó este con el tubo que da con él la octava grave de aquel ó *do*₄, y *mi*₃.

Con el tubo siguiente se elevaba el sonido á sol_3 .

II. Estrangul con el tudel $la_{\sharp 3}$, debajo del sonido fundamental do_4 , del último.

Con el tudel la_3 .

Doblando este por la adición del tubo siguiente $sol_{\sharp 3}$.

Tudel con el pie que da la quinta $la_{\sharp 3}$, como con el primero solo.

La longitud del tudel de 1 á 4 la_3 .

Esta longitud de 1 á 8 $la_{\sharp 3}$, como con el tudel solo.

III. Estrangul con el tudel solo la_3 , por encima del sonido fundamental do_4 del tubo labial.

Con el tudel la_3 .

La longitud de este de 1 á 2 $fa_{\sharp 3}$, mas grave.

El tudel dando la quinta $fa_{\sharp 3}$.

La longitud del tudel es de 1 á 4 $sol_{\sharp 3}$.

La longitud es de 1 á 8 $fa_{\sharp 3}$.

IV. El estrangul solo da mi_3 , debajo del sonido fundamental, do_4 del tubo labial.

Con el tudel $re_{\sharp 3}$.

La longitud del tudel es de 1 á 2 mi_3 .

Este con el tubo que da la quinta $re_{\sharp 3}$.

La longitud es de 1 á 4 mi_3 .

La longitud es de 1 á 8 mi_3 .

V. El estrangul con el tudel solo da mi_2 , debajo del sonido fundamental do_4 del tubo labial.

Con el tudel re_3 .

La longitud es de 1 á 2, no produce sonido.

El tudel y el tubo dando la quinta $re_{\sharp 3}$.

La longitud es de 1 á 4 mi_3 .

La longitud de 1 á 8 no da sonido en la misma octava, pero soplando mas fuerte produce el si_4 , algo oscuro en la octava mas alta.

VI. El estrangul solo $do_{\sharp 2}$, debajo del do_4 del tubo labial.

Con el tudel do_2 , un semitono mas bajo.

La longitud es de 1 á 2 $do_{\sharp 2}$.

El tudel y el tubo que dan la quinta $do_{\sharp 2}$.

La longitud es de 1 á 4 la_{\sharp} mas grave.

La longitud es de 1 á 8 $do_{\sharp 2}$.

VII. El estrangul solo acorde con el sonido fundamental do_4 del tubo labial.

Con el tudel si_3 , un semitono mas bajo.

La longitud es de 1 á 2 fa_3 , mas grave.

El tudel y el tubo que dan la quinta fa_3 .

La longitud es de 1 á 4 $sol_{\sharp 3}$.

La longitud es de 1 á 8 $fa_{\sharp 3}$.

VIII. Estrangul solo una octava mas alta del sonido fundamental do_4 del tubo labial.

Con el tudel do_5 .

La longitud es de 1 á 2, do_5 .

El tudel y el tubo que dan la quinta do_5 .

La longitud es de 1 á 4 si_4 .

La longitud es de 1 á 8 do_5 .

IX. El estrangul solo re_5 de la octava alta del sonido fundamental do_4 del tubo labial.

Con el tudel re_5 .

La longitud es de 1 á 2, re_5 .

El tudel y el tubo que dan la quinta re_5 .

La longitud es de 1 á 4 $re_{\sharp 5}$.

La longitud es de 1 á 8 $re_{\sharp 5}$ sin limpieza.

Las contradicciones que envuelven estos esperimentos se vienen á los ojos. Dependen por una parte de la diferencia de relacion entre el sonido fundamental del estrangul y el del tubo añadido, y por otra, del modo de soplar para sacar los sonidos, pero que los modificaba inmediatamente.

Lo único cierto que se encuentra en estos experimentos es: que un tubo corto cuyo sonido propio sin caña sería mucho mas alto que el de esta, no eleva el sonido cuando el soplo es débil, sino que lo baja igualmente un poco, y que cuando se prolonga entonces el tubo, concluimos produciendo el tono fundamental.

En los experimentos precedentes se ha empleado la boca para poner en accion las cañas de lengüeta membranosa. Sería muy interesante investigar lo que sucedería, si en vez de soplar con la boca en un estrangul colocado sobre el tudel, que produce una corriente de aire en este último, se pusiese en accion la lengüeta membranosa soplando con un tubo delgado, caso en el que el tubo no sería atravesado de una corriente de aire. Aquí el tudel todavía ejerce alguna influencia en las modificaciones del sonido de la caña. Voy á referir algunos experimentos que he hecho en este sentido.

I. Sonido de la lengüeta de goma elástica de la caña, sin ningun tubo, poniéndola en accion con un tubo muy delgado si_3 .

Con el tudel $la_{\frac{11}{13}}$.

Añadiendo un tubo de do_4 y soplando del mismo modo que anteriormente, si_3 , que suena mal.

El tudel con un tubo que da la quinta si_3 .

Añadiendo un tubo de do_3 , $sol_{\frac{11}{13}}$.

Añadiendo un tubo de do_2 , $la_{\frac{11}{13}}$.

II. Sonido de una lengüeta con un tubo de tres pulgadas y media do_4 .

Con el tubo de do_3 , do_4 .

Con el tubo de do_4 , do_4 .

El tudel con el tubo que da la quinta do_4 .

Con el tubo de do_3 , do_4 .

Con el tubo de do_2 , si_3 .

III. Sonido de una lengüeta con un tubo de tres pulgadas y media $re_{\frac{11}{13}}$.

Con el tubo de do_3 , re_3 .

Con el tubo de do_4 , re_3 .

El tudel con el tubo que da la quinta $do_{\frac{11}{13}}$.

Con el tubo de do_3 , $re_{\frac{1}{2}}^3$.

Con el tubo de do_2 , re .

IV. Sonido de una lengüeta con un tubo de dos pulgadas y media si_3 .

Con el tubo de do_3 , la_3 .

Con el tubo de do_4 , $si_{\frac{1}{2}}^3$ debil.

Con el tubo de do_3 , si_3 idem.

Con el tubo de do_2 , si_3 idem.

La serie de los esperimentos que acabo de presentar, solo da una idea imperfecta del modo como el sonido de la lengua se modifica por el tubo de conduccion. Los tubos de un volumen determinado, producen poco efecto en ciertos casos; y sin embargo en otros lo determinan muy notable. A fin de descubrir la ley del fenómeno he empleado tubos de una pulgada de diámetro, susceptibles de llegar hasta cuatro pies de longitud, introduciendo otros mas delgados. He conseguido medir desde las mas pequeñas dimensiones cuál es la influencia que el tubo añadido ejerce sobre el sonido de la caña, haciendo con este motivo los esperimentos siguientes:

I. Sonido fundamental de un estrangul unilabial de goma elástica (por medio de un tubo de tres pulgadas), $d_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$

TUBO AÑADIDO.	SONIDO.	OBSERVACIONES.	TUBO AÑADIDO.	SONIDO.	OBSERVACIONES.
<i>P. L.</i>			<i>P. L.</i>		
0	$do_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$		22 6	la_3 y $do_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$	El sonido salta de la_3 á $do_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$ que subsiste hasta 30 pies del tubo.
6	do_4	El sonido baja.			
6 9	si_3	"			
7 6	$la_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$	"			
9	la_3	"	30	do_4	El sonido baja.
9 6	la_3 y $do_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$	El sonido salta de la_3 á $do_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$ que subsiste hasta 48 pul. del tubo.	34	si_3 y $do_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$	El sonido salta de si_3 á $do_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$
			36	do_4	
			40	do_4	El sonido baja.
48	do_4	El sonido baja.	45	si_3 y $do_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$	El sonido salta.
20	do_4	"	48	$do_{\frac{3}{4}}^{\frac{1}{4}}$	

II. Sonido fundamental de un estrangul unilabial de goma elástica soplando con la boca $re_{\frac{11}{4}}$

TUBO AÑADIDO.	SONIDO.	OBSERVACIONES.	TUBO AÑADIDO.	SONIDO.	OBSERVACIONES.
P. L.			P. L.		
0	$re_{\frac{11}{4}}$		17 6	si_3	El sonido baja.
3	re_4	El sonido baja.	20	$la_{\frac{11}{3}}$	"
4 6	$do_{\frac{11}{4}}$	"	22	la_3	"
5	do_4	"	23 6	$sol_{\frac{11}{3}}$	"
6 6	si_3	"	26 6	$sol_{\frac{11}{3}}$ y $si_{\frac{11}{2}}$	Uno despues de otro.
7	$la_{\frac{11}{4}}$	"			Salta.
8	la_3	"	34	$la_{\frac{11}{3}}$	
9 6	$sol_{\frac{11}{3}}$	"	35	la_3	El sonido baja.
10	$sol_{\frac{11}{3}}$ y $do_{\frac{11}{4}}$	El sonido salta	39	$sol_{\frac{11}{3}}$	
		de $sol_{\frac{11}{3}}$ á $do_{\frac{11}{4}}$	44	$sol_{\frac{11}{3}}$ y si_3	Uno despues de otro.
11	$do_{\frac{11}{4}}$	El sonido baja.	45	$la_{\frac{11}{3}}$	El sonido baja.
13	do_4	"			

III. Estrangul unilabiado sin porta-viento.

TUBO AÑADIDO.	SONIDO.	OBSERVACIONES.	TUBO AÑADIDO.	SONIDO.	OBSERVACIONES.
<i>P. L.</i>			<i>P. L.</i>		
3 6	<i>fa</i> ₄		20 3	<i>si</i> ₃	El sonido baja.
4	<i>mi</i> ₄	El sonido baja.	21	<i>la</i> ₃ ⁴	»
4 6	<i>re</i> ₄ ⁴	»	22 6	<i>la</i> ₃	»
5	<i>re</i> ₄	»	24	<i>sol</i> ₃ ⁴	»
6	<i>do</i> ₄ ⁴	»	25	<i>sol</i> ₃	»
6 8	<i>do</i> ₄	»	29 9	<i>fa</i> ₃ ⁴	»
7 6	<i>si</i> ₃	»	33	<i>fa</i> ₃	»
8	<i>la</i> ₃ ⁴	»	34 3	<i>mi</i> ₃	»
8 6	<i>do</i> ₃	»	35 6	<i>re</i> ₃ ⁴	»
9	<i>sol</i> ₃ ⁴	»	38 6	<i>re</i> ₃ ⁴ y <i>do</i> ₄	Salta el uno despues del otro.
9 6	<i>sol</i> ₃	»			Salta.
10	<i>fa</i> ₃ ⁴	»	40	<i>re</i> ₄ ⁴	El sonido baja.
11 3	<i>fa</i> ₃	»	42	<i>re</i> ₄	»
12	<i>mi</i> ₃	»	42 9	<i>do</i> ₄ ⁴	»
12 6	<i>re</i> ₃ ⁴	»	43 4	<i>do</i> ₄	»
14	<i>re</i> ₃	»	44 4	<i>si</i> ₄	»
17 6	<i>re</i> ₃ ⁴	»	44 6	<i>la</i> ₄ ⁴	Id.
19	<i>re</i> ₃ ⁴ y <i>do</i> ₃	Uno despues del otro. Salta.	45	<i>la</i> ₄	Id.
			46	<i>sol</i> ₄ ⁴	Id.

IV. Sonido producido con la boca en un estrangul unilabial sin porta-viento, si₃.

TUBO AÑADIDO.	SONIDO.	OBSERVACIONES.	TUBO AÑADIDO.	SONIDO.	OBSERVACIONES.
P. L.			P. L.		
0	si ₃		22 4	la ₃	Salta.
4 2	la ₃	El sonido baja.	23	sol ₃	El sonido baja.
2	la ₃	Id.	25 6	fa ₃	"
3	sol ₃	"	27 6	fa ₃	"
7 6	sol ₃	"	32	mi ₃	"
9	fa ₃	"	37 6	re ₃	"
10	fa ₃	"	40	sol ₃	Salta.
13	mi ₃	"	42 6	fa ₃	El sonido baja.
17	re ₃	"	45	fa	"

V. Sonido de un estrangul de goma elástica producido con la boca, mi₄.

TUBO AÑADIDO.	SONIDO.	OBSERVACIONES.	TUBO AÑADIDO.	SONIDO.	OBSERVACIONES.
P. L.			P. L.		
3	re ₄	Baja el sonido.	20	si ₃	El sonido baja.
3 9	re ₄	Id.	24	la ₃	"
4 9	do ₄	"	28	re	Salta.
5 6	do ₄	"	29 6	re ₄	El sonido baja.
6 2	si ₃	"	30	do ₄	"
7 4	la ₃	"	30 6	si ₃	"
10	la ₃	Id.	34	la ₃	"
13 6	re ₄	Salta.	35	la ₃	"
15	re ₄	El sonido baja.	41 6	re ₄ y mi ₄	Salta.
15 8	do ₄	"	42	do ₄	"
17 6	do ₄	"	43	si ₃	"

IV. Sonido de un estrangul unilabial de goma elástica con un tubo de cinco pulgadas, *sol*₃. El borde de dicho instrumento descansa sobre una chapa de madera, ó sobre el marco. Baja el sonido hasta que el tubo tiene 21 pulgadas, salta entonces, despues baja de nuevo hasta 42 pulgadas, en seguida se eleva, y despues vuelve á descender.

Se han repetido estos esperimentos muchas veces, y siempre han dado el mismo resultado.

Los esperimentos de la primera serie, hechos con tubos comunicantes, que permanecian los mismos, pero sirviéndose de estrangules cuyo sonido propio tenia diferente elevacion, pueban que el cambio de sonido de una caña membranosa no depende esclusivamente de la longitud del tubo añadido. Los que acabo de consignar demuestran, con mas precision todavía, que este cambio depende de la relacion entre el sonido fundamental del estrangul, y el de los tubos. Verdad es que los que usábamos solo tenian una pulgada de diámetro: otro igual, y de once pulgadas y cuatro líneas de longitud, tiene por sonido fundamental *do*₄: de modo que, segun esto, podemos calcular los sonidos fundamentales de los tubos que usamos. A beneficio de tubos sucesivos, ó por la prolongacion de uno, baja ordinariamente el sonido por semitonos, hasta que el tubo ha llegado á tal longitud que el sonido fundamental que produce se aproxima al del estrangul; cesando de descender desde poco antes de llegar á este caso; porque no es fácil bajar de este modo el sonido de una octava; por ejemplo no podemos descender mas que de *do*₄ á *la*₃ (esp. 1.^o), de *re*₄ á *sol*₂ (esp. 2.^o), de *mi*₄ á *la*₃ (esp. 5.^o). Tiene cierto límite en que sube por un salto al sonido fundamental del estrangul ó cerca de él; y si entonces añadimos nuevos tubos, vuelve á descender hasta que haya adquirido cerca de una longitud duplicada, despues se eleva, y la adiccion de nuevos tubos le hace todavía bajar. En muchos casos (esp. 3.^o), el descenso se prolonga hasta cerca de una octava: y el salto no se verificaria cuando el tubo ha llegado á suficiente longitud para que su sonido fundamental se aproximase al del estrangul, pero solo cuando llega al doble de esta longitud. No he podido averiguar las causas de esta diferencia; pero se deduce de los esperimentos, que un

tubo con estrangul membranoso se conduce casi del mismo modo que los de lengüeta metálica, cuando se añaden tubos. En estos últimos los experimentos se hacen con mas precision, porque el cambio de fuerza del soplo, modifica muy poco los sonidos de estrangul metálico, mientras que varia con suma facilidad en los membranosos de medio ó de un tono. Poniendo en action las cañas con un fuelle cargado de un peso, podremos hasta cierto punto remediar este inconveniente; sin embargo, soplando con la boca, podemos debilitar el aire hasta el extremo de solo producir un débil sonido, cosa que ofrece algunas ventajas, y que no es fácil dejar de recurrir á él, pues se necesita á veces un modo particular de embocar el instrumento, y cierta disposicion en los labios para producir este ó el otro sonido.

Somos deudores á Weber de las investigaciones clásicas sobre los cambios que los tubos de relacion imprimen en los sonidos de los tudeles de estrangules metálicos, habiendo dado en esta materia las aclaraciones siguientes:

Sea a la cuarta de la longitud de un tubo cuya columna de aire tiene el mismo sonido fundamental que el estrangul solo; cuanto mas grave ó agudo sea el sonido de este, mas largo ó mas corto debe ser el de a .

1.º Un tubo prolongado hasta a baja el sonido insensiblemente.

2.º Aumentando la longitud de a hasta $2a$ aumenta notablemente el descenso; sin embargo la duracion de las vibraciones, crece mas lentamente que la longitud de la columna de aire.

3.º Mientras que dicha columna crece de $2a$ á $3a$, el sonido descende rápidamente, y la gravedad aumenta casi con tanta velocidad como la longitud de la columna de aire.

4.º Prolongando $3a$ á $4a$ el sonido baja todavía con mayor rapidez, hasta que sea mas de una octava mas grave que el del estrangul solo. Si continuamos prolongándolo, vuelve el sonido, por un salto, al mas alto de la chapa aislada, y si se alarga de nuevo, comienza á descender del mismo modo hasta que tiene una longitud representada por $8a$ y es una cuarta mas grave que el del estrangul aislado. Vuelve el sonido á subir de nuevo comparado con el del estrangul si aumentamos la longitud del tubo has-

ta 12a, y se baja á la tercera menor del estrangul, concluyendo despues por saltar de nuevo (1).

Poseemos además otros medios que la adición de tubos para variar el sonido en el tudel con estrangul membranoso. Así que, llegaremos á obtener este resultado de dos maneras: por la fuerza del soplo, ó por la oclusion parcial de la estremidad inferior del tubo.

Cuando guarnecemos un estrangul membranoso con tubos de cierta longitud, por ejemplo de cuatro pies, podemos, soplando con mas fuerza, ó empleando distinto mecanismo para ejecutarlo, subir el sonido cerca de una octava por semitonos. Lo que no obtendríamos limitándonos á aumentar la fuerza del soplo, lo conseguimos apretando un poco los labios. Así por ejemplo, el sonido de un tudel de cuatro pies, con una lengüeta membranosa, es do_2 ; soplando mas fuerte, apretando ó no los labios, sube con facilidad $do_2^{\frac{1}{2}}$, re , $re_2^{\frac{1}{2}}$, mi , el *fa* cuesta mucho trabajo sacarle; pe-

ro obtenemos despues sin ninguno $fa_2^{\frac{1}{2}}$ *sol*, $sol_2^{\frac{1}{2}}$, *la*, $la_2^{\frac{1}{2}}$;

costaba dificultad sacar el *si* y no era tan claro.

Segun los hermanos Weber (2) los tubos de lengüeta metálica pueden tambien producir sonidos aflautados (vibraciones con nodos), y el que cualquiera de estos tubos da cuando vibra simplemente es de una octava y una quinta mas grave que cuando vibra de modo que forma un nodo; así es que en este punto los tudeles se conducen como los pitos que tienen abierta una de sus estremidades y cerrada la otra. Pero es un fenómeno propio únicamente de los tubos de lengüeta membranosa, que la fuerza del soplo puede elevar su sonido algunos semitonos, ora esté aislada, ora puesta en el tudel. Si en vez de lengüetas elásticas secas, se toman otras húmedas, por ejemplo una túnica de arteria, puede el sonido, sin la adición de tubo, subir por semitonos mucho mas alto, hasta cerca de la quinta.

La abertura inferior del tubo influye sobre el sonido del que tiene la lengüeta membranosa: así es, que con un tubo de tres pulgadas he conseguido bajar el tono una quin-

(1) POGGENDORF'S, *Annalen*, XVI, 425.

(2) *Wellenlehre*, p. 526.

ta, cubriendo mas y mas la abertura. Con otro de seis pulgadas el sonido del estrangul bajaba un semitono cubriendo la mitad de la abertura; y de do_2 á fa_2 , introduciendo el dedo en esta última. Pero á medida que el sonido baja, pierde su fuerza. En ciertos casos, la introduccion del dedo produce un efecto opuesto: el sonido se eleva un poco, de modo, por ejemplo, que si el sonido de un tudel de veinticuatro pulgadas cuya caña daba re_2 , era $re_{\frac{11}{12}2}$, introduciendo el dedo en la abertura podia elevarle un poco. Se observa con frecuencia un fenómeno análogo: ha trascurrido mucho tiempo sin poder esplicar esta contradiccion; sin embargo, he acabado por comprenderla. Cuanto mas descende el sonido por efecto de los tubos, se hace siempre mas grave si se cubre la estremidad inferior; pero cuando la prolongacion ha llegado al extremo en que el sonido por un salto pasa á ser agudo, entonces la oclusion de la abertura puede elevarle un poco, y aun determinar el salto. Así por ejemplo desde cinco á quince pulgadas baja continuamente el sonido, á saber: de sol_3 á re_3 ; en las longitudinales comprendidas entre estos dos terminos la oclusion de la abertura inferior produce siempre un descenso; á las veintiuna pulgadas el sonido está próximo á ascender saltando de re_3 á $sol_{\frac{11}{12}3}$, y teniendo el tubo esta longitud, podíamos cubriendo la abertura, producir el sonido mi_3 y hacer mas fácil el salto á sol_3 .

Si se halla una estrechez considerable (un tapon) en la otra estremidad del tubo, es decir, inmediatamente por delante de la caña, el sonido es en general mas elevado, que en el tubo que carece de esta disposicion.

Influencia del porta-viento sobre el sonido de los estrangulos membranosos.

Grenie parece fue el primero que observó el influjo del porta-viento en el sonido de un tubo con estrangul de lengüeta metálica, fenómeno que todavía no ha sido estudiado con suficiente detencion. Me parece que el porta-viento al través del cual soplamos una lengüeta membranosa, influye tanto mas en el descenso del sonido, cuanto mas ajustado esté el tubo á esta última. He aquí á la verdad un

punto de la mayor importancia relativamente al órgano de la voz, y que merece le examinemos en este lugar.

Hay en general cinco estados en los cuales una lengüeta puede producir sonidos.

1.^o Por la corriente de aire que sale de un tubo delgado, sin porta-viento, cañon, ni cerco; el sonido es según hemos dicho, diferente del que se obtiene de una lengüeta tensa sobre un cerco, cuando la cogemos en los labios y soplamos.

2.^o La lengüeta está limitada por un cerco, y se la pone en accion, sin porta-voz ni cañon, á beneficio de la boca, haciendo los órganos respiratorios el oficio de fuelles.

3.^o La lengüeta está provista de un cañon, y soplamos con la boca sin porta-viento.

4.^o La lengüeta está sin cañon, y la hacemos sonar por medio de un porta-viento sobre el que está tensa.

5.^o La lengüeta está provista de cañon y porta-viento.

En todos estos casos el sonido fundamental de la lengüeta es diferente.

Respecto á la union de la lengüeta con un porta-viento, es necesario examinar en primer lugar el caso mas simple; el de una lengüeta sin embocadura y que se halla á la estremidad del porta-viento.

El cambio de sonidos, según las diversas longitudes del porta-viento, es absolutamente el mismo en este lugar que en los tubos de diferente longitud. Alargando el porta-viento baja el sonido por semitonos hasta cierto límite; pero no escede de una octava. Prolongándole mas, el sonido vuelve por un salto á su altura primitiva; despues descende de nuevo á medida que crece la longitud del tubo; vuelve de repente al sonido agudo; despues baja todavía, y así continúa. Sin embargo, no hay una relacion perfecta entre las longitudes del tubo y las del porta-viento; que son necesarios para producir un sonido determinado. En estos esperimentos he usado de una lengüeta unilabial de goma elástica estendida sobre un tubo de media pulgada de largo; enfrente del borde de la lengüeta, se hallaba una chapa de madera, como en los esperimentos de la serie anterior. Dicha lengüeta, de sonido fijo y determinado, estaba en un caso provista de un tubo, y se soplabá con la boca, comprendiendo entre los labios el contorno

del cerco; en 'el segundo caso, la poníamos en accion sin tubo á beneficio de un porta-viento, que podíamos prolongar á nuestro arbitrio, como hacíamos en el anterior con el tubo. La tabla siguiente contiene las longitudes de los tubos y porta-viento que eran necesarias para obtener los mismos sonidos de la lengüeta que lo tenia igual en ambos casos. El sonido de dicha lengüeta sola cogida con los labios era si_3 .

Otro experimento comparativo me dió los resultados siguientes (el sonido fundamental de la lengüeta solo era mi_3).

SONIDOS.	PORTA-VIENTO SIN TUBO.	SONIDOS.	TUBO SIN PORTA-VIENTO.	SONIDOS.	PORTA-VIENTO SIN TUBO.	SONIDOS.	TUBO SIN PORTA-VIENTO.
$la_{\sharp 3}$	P. L. 4 6	$la_{\sharp 3}$	P. L. 1 2	sol_3	P. L. 19	sol_3	P. L. 23
la_3	9 10	la_3	2	$fa_{\sharp 3}$	32	$fa_{\sharp 3}$	25 6
$sol_{\sharp 3}$	13	$sol_{\sharp 3}$	2-5 6	fa_3		fa_3	27 6
sol_3	15 6	sol_3	7 6	fa_3 y $la_{\sharp 3}$	35. Salto del sonido.	mi_3	32
$fa_{\sharp 3}$	17 6	$fa_{\sharp 3}$	9	$sol_{\sharp 3}$	42	$re_{\sharp 3}$	39 6
fa_3	19	fa_3	10	sol_3	46	re_3	30 $re_{\sharp 3}$ s. a.
fa_2 y $la_{\sharp 2}$	30. Salto del sonido.	re_3	13	la_3	37	sol_3	30 $re_{\sharp 3}$ s. a.
		mi_3	13	$sol_{\sharp 3}$	42	$fa_{\sharp 3}$	42
		re_3	17	sol_3	46	fa_3	45
		$la_{\sharp 3}$	22 4. Salto del sonido.				

SONI- DOS.	PORTA-VIENTO SIN TUBO.	SONIDOS.	TUBO SIN POR- TA-VIENTO.	SONI- DOS.	PORTA-VIENTO SIN TUBO.	SONIDOS.	TUBO SIN POR- TA-VIENTO.
	P. L.	P. L.	P. L.	P. L.	P. L.	P. L.	P. L.
re ₄	4 9	re ₄	3 9	re ₄	24 9. Salto.	re ₄	29 6
do ₄	6 6	do ₄	4 9	do ₄	30 6	do ₄	30 6
si ₃	9 6	si ₃	5 6	No suena.		si ₃	30 6
la ₃	10	la ₃	6 2			la ₃	32
		mi ₄ - re ₄	7 4			mi ₄ - re ₄	34
		la ₄	10			la ₄	35
		mi ₄ - re ₄	13 6. Salto.			mi ₄ - re ₄	41 6 Salto.
re ₄	15 9. Salto.	re ₄	15			do ₄	42
do ₄	18 9	do ₄	15 8			si ₃	43
do ₄		do ₄	17 6				

Finalmente, es menester tambien ocuparnos de la modificacion que experimenta el sonido de la lengüeta, cuando se estrecha el porta-viento en una ú otra estremidad.

Si se introduce en un porta-viento corto por el lado en que se encuentra la lengüeta un tapon agujereado en su centro, por donde pueda pasar solo la corriente de aire, el sonido se hace mas agudo. Esto influye de la misma manera que cuando se estrecha la abertura.

Si por el contrario, estrechamos el porta-viento en el lado opuesto al que se encuentra la lengüeta y aplicamos los labios, lo cual hace mas pequeña la abertura, resulta el tono mas grave, siendo asi que no descendió por la longitud del porta-viento; porque cuando esta última causa le ha hecho descender, la estrechez de la embocadura no produce ningun cambio ó acaso eleva un poco el sonido.

Estrangules membranosos con tubos y porta-viento.

No solamente las longitudes que el porta-viento y los tubos solos deben tener para que produzcan cierto descenso en el sonido de una lengüeta no son iguales, sino que ni siquiera se compensan el uno al otro. Si existiese esto, es claro que cuando una longitud n del tubo, diese el sonido x , con la lengüeta sin porta-viento, una longitud menor de este tubo $n-a$ debería con un porta-viento a producir el sonido x ; pero esto es precisamente lo que nunca sucede; así por ejemplo, un tubo de doce pulgadas y media daba $fa\frac{11}{13}$ con la lengüeta; pero si estas doce pulgadas y media se hallasen distribuidas de modo que hubiese seis y un cuarto para el tubo y otro tanto para el porta-viento, el sonido sería $sol\frac{11}{13}$. Un tubo de siete pulgadas y media daría $la\frac{11}{13}$ con una lengüeta; distribuidas estas siete pulgadas y media entre el tubo y el porta-viento darían *re*.

Si hacemos al tubo y porta-viento bastante largos para que el primero de con la lengüeta (soplado) el mismo sonido que aquella da con el porta-viento, puesto en acción por la otra estremidad, obtenemos el mismo sonido de esta lengüeta guarnecida por un tubo por delante y un porta-viento por detrás. Aunque este experimento se ha repetido muchas veces siempre ha dado el mismo resultado. De esta particularidad y de cuanto precede, parece deducirse que las columnas de aire del tubo y porta-viento influyen

respectivamente en el sonido de la lengüeta; de modo que si ensayando cada uno de ellos aparte con la lengüeta, daban sonidos diferentes, tambien influirán de distinto modo en aquella. El tudel se hace mas complicado por la adición de un porta-viento que lo era por la de un tubo; y como siempre que suena, sea por efecto de la boca ó por el de un fuelle, el receptáculo del aire debe considerarse como porta-viento, y el simple experimento de una lengüeta con un tubo, que suena tocada con la boca, da un ejemplo del sonido modificado por el dicho porta-viento. Conocer la acción recíproca de estas influencias, sería de la mayor importancia para la teoría de la voz, pues allí existe á la vez un tubo (espacio de los ligamentos inferiores de la glotis) y un porta-viento (traquearteria y bronquios). Pero este es uno de los problemas mas difíciles de la acústica, y me ha sido imposible descubrir nada que se pareciese á una regla. Así que, no observo mas que la confirmación constante del hecho, que á cierta longitud del tubo, la prolongación del porta-viento cambia siempre el sonido, hasta que se han igualado las influencias recíprocas. Cuando el último tiene una longitud determinada, y el tubo se prolonga, obtenemos un descenso hasta cierto límite; prolonguémosle mas, y el sonido volverá por un salto á su elevación primitiva; repitiendo despues esto mismo descende todavía hasta que salta de nuevo, fenómeno que se reproduce con regularidad.

Algunos de los experimentos citados anteriormente, en los cuales nos hemos servido de un porta-viento corto para hacer sonar á la lengüeta guarnecida de un tubo, pertenecen á este lugar.

En un estrangul de seis pulgadas de largo, el sonido fundamental re_4 pasaba á $mi_{\frac{11}{4}}^{\sharp}$ con un tubo de cuatro pulgadas; otro de cuatro y media lo volvía á $re_{\frac{11}{4}}$, descendía á las cinco pulgadas, y volvía á re_4 antes de las seis; partiendo de este último término descendía, y á las ocho pulgadas y medio era $do_{\frac{11}{4}}^{\sharp}$, donde permanecía hasta las diez y seis pulgadas y media; desde aquí volvía de nuevo á re_4 , de diez y ocho á veinticuatro pulgadas era mas grave do_3 , á las veinte y siete y media volvía á re_4 ; á treinta

pulgadas y media descendia $do_{\frac{1}{4}}$, quedando estacionario hasta los cuatro pies.

Instrumentos de música con lengüetas membranosas.

Los aparatos de que nos hemos ocupado hasta ahora, forman una clase de instrumentos de caña, que no se han usado hasta ahora en la música; y el órgano de la voz humana y de las aves pertenecen como veremos á la misma categoría. En la primera, los ligamentos inferiores de la glotis son estrangales de dos labios; el tubo es el espacio que se estiende desde las cuerdas vocales hasta las aberturas bucal y nasal, la traquearteria y los bronquios componen el porta-viento. En las aves, las cuerdas vocales de la laringe inferior en la bifurcacion de la tráquea por cada lado, constituyen las lengüetas; la columna de aire del tubo está representada aquí, por la que contiene toda la tráquea, desde su division hasta la laringe superior y el aire de la cavidad bucal. La del porta-viento no es mas que el aire de los bronquios desde la bifurcacion de la tráquea hasta los pulmones.

Pero los labios del hombre pueden tambien obrar como lengüetas, cuando la contraccion de los músculos los pone en tension; desprovistas de elasticidad por sí mismas, adquieren un equivalente por la contraccion de su esfínter. Si hacemos salir el aire comprimiéndole entre los labios contraídos por su músculo orbicular, se producen sonidos que pertenecen á la clase de los instrumentos de caña; la cavidad bucal y los órganos respiratorios, desempeñan entonces el papel de porta-viento; resultando un instrumento de caña con porta-viento sin tubo.

Lo mismo sucede en el ano; el esfínter estiende la piel de dicha region y la hace obrar como una lengüeta con porta-viento (los gases intestinales) sin tubo.

A los instrumentos de caña de que hemos hablado hasta aquí, se refieren las trompetas y bocinas, en las cuales los labios se ponen en movimiento como lengüetas membranosas, mientras que la columna de aire del tubo, resuena del mismo modo que en los instrumentos ordinarios de caña; en estos el estrangul hay una pieza aparte, que separada del instrumento produce por sí misma sonidos. En

las bocinas, trompetas y trombones, no basta solo soplar en lo que se llama la embocadura para producir un sonido, es menester además que los labios hagan el oficio de caña, y ellos son en efecto las lengüetas membranosas entre las cuales se encuentra repelida la columna de aire. El músculo orbicular proporciona la elasticidad que les falta, por la reaccion que ejerce sobre el filete de aire que los atraviesa; así se producen sonidos de un valor determinado, tanto mas agudos cuanto mas se contraen los labios. Parece que la magnitud de la abertura influye sobre el sonido de esta especie de estrangules, como sucede cuando se silba; y en efecto, el silbido con la boca, que parece no pertenecer á este lugar, se hace mas grave á medida que se ensancha la abertura de los labios. Sin embargo, sobreviene una contraccion mas fuerte del esfínter de la boca cuando se cierra la abertura de los labios; la estrechez de esta en la posicion que afectan aquellos cuando se toca una trompeta, producen absolutamente el mismo efecto que una tension mas considerable sobre las lengüetas membranosas elásticas.

La embocadura de la trompeta está abierta en su parte superior en forma de embudo, estrechándose despues. El que quiere tocar el instrumento aplica sus labios sobre el borde de esta escavacion y empuja el aire por una abertura estrecha de aquella, produciendo el esfínter sobre sus bordes una tension determinada. La elevacion del sonido debe crecer con la fuerza de tension que los labios adquieren contrayéndose su músculo orbicular. Es preciso que exista un vacío delante de los labios, sin cuyo requisito el borde tenso no podria obrar como estrangul. Así, cuando la embocadura está llena hasta el punto de no quedar mas que un paso estrecho en el centro, bien podemos soplar, que no se producirá ningun sonido. Lo que prueba bien cuál es la causa esencial del sonido de trompeta, es que sin embocadura y solo con los labios tensos por la contraccion del esfínter, podemos producir un sonido semejante al del instrumento. Un solo labio basta para ocasionar temblores que se perciben como los sonidos, por ejemplo, cuando se coloca el labio superior por encima del inferior, y en seguida se empuja el aire, entre el primero que vibra y la superficie cerrada del inferior. La embocadura de la bocina difiere de la trompeta en que en vez de un embudo pre-

senta una escavacion cónica; pero el modo de aplicarlos es el mismo; así es que basta poner sus bordes en contacto con ella.

Biot trata de las trompetas y bocinas al ocuparse de los instrumentos de viento. Atribuye las diferencias de sus sonidos á la que tiene la fuerza con que se impele la columna de aire en la trompeta, lo mismo que la columna de aire de un pito, da cuando soplamos mas fuerte los sonidos correspondientes á los números 1, 2, 3, 4, 5 (abiertos), ó en 1, 3, 5, 7 (cerrados); pero la fuerza del soplo eleva aquí muy poco el sonido, y solo le da mayor intensidad; la diferencia entre ellos depende de la tension de los labios. Es mas exacto referir las trompetas y bocinas á los instrumentos de caña, segun lo ha hecho Munck; estos son á no dudarlo, como se deduce de cuanto precede, los tubos con estrangules de lengüeta membranosa, en los que el timbre del sonido varía por el metal del tubo, y la elevacion del de la embocadura por la columna de aire de dicho tubo, que entra simultáneamente en vibracion sonora. Los sonidos de la trompeta y bocina no crecen en elevacion en una proporcion inverta de la longitud del tubo, como sucede á los instrumentos de viento; al contrario, se sabe que en la trompeta la disminucion de la longitud del tubo, solo tiene una influencia insignificante y subordinada sobre la elevacion del sonido, absolutamente lo mismo que en los tubos de caña. Los cambios de sonido que intentamos obtener, se verifican para las trompetas y bocinas con la mano introducida en el pabellon, para los trombones por las tracciones ejercidas sobre sus tubos movibles. Hay en las bocinas y trompetas casi tantas posiciones para la mano, introducida en el pabellon, como especies de sonidos. Relativamente á la elevacion del sonido de estos instrumentos, conseguimos variarla por otros dos medios, como en los instrumentos de caña; ya variando la tension de los labios que debe ejercer entonces el mismo influjo que una tension mas fuerte de la lengüeta membranosa, de un tubo con estrangul, y ya á beneficio de la obturacion que baja el sonido, precisamente lo mismo que sucede en los tubos con caña y de lengüeta membranosa.

La bocina en las manos de un hábil artista comprende tres octavas, sin que nos veamos obligados á introducir la mano en el pabellon, y he aquí cuál es el modo de sucederse los sonidos:

Do, sol, do₂, mi₂, sol₂, do₃, re₃, mi₃, sol₃, si₃, do₄.

La sucesion entera de los sonidos que podemos producir á beneficio de la mano es, *do, fa, sol, si, do₂, re₂, mi₂, fa₂, sol₂, la₃, si₂, do₃, re₃, mi₃, fa₃, sol₃, la₃, si₃, do₄.*

Las letras itálicas indican los sonidos que se obtienen con la mano introducida en el pabellon; *la₂*, exige que solo se tape á medias.

Podemos tambien producir los semitonos introduciendo á medias la mano en el pabellon, y como el principal recurso consiste en la tension de los labios por la contraccion muscular, el que está cansado de tocar la bocina pierde su aptitud por mas tiempo. Los que mas fatigan son los sonidos altos, no por la fuerza del soplo sino por la tension de los labios.

Los agujeros laterales cerrados por llaves que han añadido en estos últimos tiempos á las trompetas, desempeñan aquí el mismo papel que en los otros instrumentos de caña, como el clarinete, oboe y fagot.

Despues de haber examinado las diversas especies de instrumentos de caña, tanto con las lengüetas elásticas rígidas, como con las elásticas membranosas, conviene insistir en la teoría de los sonidos producidos por los estrangules; sin embargo, vamos á ocuparnos no de las vibraciones del aire en los tubos, sino de las del estrangul.

Conclusiones sobre la teoría de los sonidos producidos por los estrangules.

Habiendo conocido en estos últimos tiempos sonidos producidos por el simple choque de los líquidos, como el de la sirena, ó por aquellos que se suceden con rapidez en un cuerpo sólido, como los que resultan de las sacudidas producidas por los dientes de una rueda, se han visto impulsados á admitir que los sonidos de los estrangules dependen tambien de los choques del aire que á cada vibracion les impiden salir de su cerco. La falta de brillantez en el sonido que dan los estrangules por percusion, sin soplo, parece justificar esta teoría. Sin embargo, no está probada, antes se levantan contra ella de una manera respetable muchos argumentos. La discusion de este punto es de la mayor importancia para la teoría de la voz humana: efectivamente, se trata aquí de averiguar sobre todo quién resue-

na primitivamente en la voz, los ligamentos de la glotis ó el aire.

G. Weber, á cuyas interesantes observaciones debemos el conocimiento de ciertos efectos de los tubos con estrangul, se decide completamente en favor de la hipótesis de que acabo de ocuparme. He aquí como se espresa: el sonido lleno y fuerte que da una chapa metálica que vibra aisladamente en su cerco, cuando soplamos encima, no puede producirse con la chapa vibrante; porque entonces no sería necesario escitar el sonido de ella por la corriente de aire, pues daría un sonido absolutamente idéntico en elevacion y plenitud, cuando por cualquier causa entrase en vibracion, sin experimentar ningun cambio en su situacion y relaciones, cosa que realmente no sucede. En efecto, Weber ha escitado, por medio de un arco de violin, las mas fuertes vibraciones en la chapa [mientras que se hallaba unida con otras partes del instrumento, sin conseguir produjera un sonido lleno y fuerte capaz de ser comparado; sin embargo, yo observo que el sonido de una trompa colocada en la boca es el mismo cuando depende de una percusion, que cuando se aspira el aire. No me parece esta prueba decisiva, y sin embargo creo que en los estrangules membranosos, la interrupcion de la corriente de aire, ó los choques no ejercen mas que una influencia limitada en la produccion del sonido, que contribuyen á que sea mas fuerte y lleno, pero no son capaces de producirle por sí. Estos motivos me hicieron considerar como inverosímil, la teoría que atribuye los sonidos de los estrangules membranosos á las pulsaciones del aire.

1.^o No hay razon para admitir que los sonidos de los estrangules simples dependen de las interrupciones de las columnas de aire, pues los que ellas producen cuando vibran, bastan para esplicar los primeros. A la verdad, los que determinan los estrangules membranosos por percusion carecen de brillo, y no tienen tampoco el mismo timbre que el que les es propio. Pero la primera diferencia cuesta poco esplicarla, porque un choque que solo se repite una vez, no es muy á propósito para mantener las vibraciones. Relativamente al timbre no admiten ningun género de duda; sin embargo, hay otros instrumentos que varían el timbre de sus sonidos cuando se les pone en accion, ya á beneficio de una sola percusion, ya por choques suce-

sivos: esto es lo que sucede, entre otros, á una cuerda cuando se la pulsa, ó pasamos por encima de ella un arco de violin. Otro tanto puede aplicarse á los sonidos del estrangul, ya sea la impulsión momentánea ó sostenida. A la verdad hay membranas, como los labios y el esfínter del ano, que no resuenan por la percusión, y que dan el sonido de estrangul por el soplo; pero nunca se trata, cuando se habla del sonido, mas que del número de vibraciones necesarias para producirle; luego, los experimentos solo autorizan á concluir que, en esta clase de membranas, no pueden realizarse cierto número de vibraciones regulares, mientras que no persista cierto estado de tensión, por el tiempo que reciben el choque del aire, y esta condicion no existe cuando se trata de una simple percusión.

2.^o Los sonidos que he formado soplando con un tubo delgado sobre lengüetas metálicas, y mejor todavía sobre las membranosas sin cerco, no puede esplicarse por las solas interrupciones de la corriente de aire: se parecen en el timbre, perfectamente á aquellos que producen las lengüetas cuando vibran en un cuadro, obrando como verdaderos estrangules. En efecto, pudiéramos decir que las vibraciones retrógradas de la lengüeta dificultan tambien hasta cierto punto el hilo del aire que sale del tubo; pero sería muy difícil apreciar una interrupcion real, pues que la corriente de aire varía la direccion á medida que retrocede la lengüeta. El filete de aire, que ejerce una accion sostenida, se puede en este punto comparar mas exactamente al arco de violin rozando una cuerda.

3.^o No es necesario, al menos para las lengüetas membranosas, que el cerco se cierre periódicamente durante las vibraciones de la lengüeta. Y aunque presente la hendidura una latitud constante de una línea, las lengüetas membranosas dan todavía sonidos claros, y que no difieren, en el timbre, de los que produce la misma hendidura cuando es estrecha.

4.^o Si fuese exacta la teoría que atribuye los sonidos del estrangul á las interrupciones de la corriente de aire, dichos sonidos deberian crecer en razon directa del número de interrupciones, lo que de ningun modo está demostrado. Hay una posicion de la lengüeta respecto á su cerco, en la cual determina una vez tantas interrupciones en la columna de aire, como vibraciones ejecuta; y es cuando cho-

ca al través de la abertura del cerco; porque atravesándola, y volviendo despues sobre sí misma, interrumpe dos veces la columna de aire, el número de interrupciones es al menos doble del que resulta cuando la lengüeta no hace mas que tocar á la abertura del cerco y volver á rehacerse. El sonido de una lengüeta que atraviesa su cerco deberia, pues, en circunstancias iguales, ser mas de una octava mas agudo que el de la misma lengüeta vibrando sola; luego esto nunca se verifica. Pudiérase objetar en el primer caso que describe arcos enteros de vibracion, mientras que en el segundo solo traza medios arcos, estando retenida ya por el mismo cerco, ya por la corriente de aire, de modo que en esta segunda circunstancia vibra una sola vez mas velozmente que la primera, igualándose así las interrupciones de la corriente de aire en una y otra parte. Pero examinando el modo como proceden las lengüetas membranosas, ocurren todavía algunas dificultades. Si aplico una hoja de carton ó madera sobre una lengüeta tensa en la estremidad de un porta-viento, permanece el sonido lo mismo, ora sea que la chapa esté enfrente de la lengüeta, es decir, en el mismo plano, ó bien se introduzca de afuera ó adentro hácia el lado del porta-viento; pues en ambos casos la lengüeta describe arcos enteros. Pero si aplico la hoja de modo que su borde esceda del plano de la lengüeta, el sonido producido soplando en el porta-viento es mucho mas grave; generalmente es el intervalo comprendido entre *do* y *fa*. Ya forme prominencia la hoja hácia delante ó detrás de la lengüeta, subsisten los mismos los arcos de vibracion, y sin embargo los sonidos difieren entre sí. Pero depende esta diferencia del modo diverso de lanzar el aire en ambos casos, y de la resistencia que la corriente continua de aire opone en ambos casos á las vibraciones recurrentes de la lengüeta.

En vista de estas razones, es verosímil que resuenen las lengüetas, no por las interrupciones de la corriente de aire, sino por sus propias vibraciones, y que los choques que imprime el aire no hacen mas que oscurecer hasta cierto punto el sonido. Bajo este concepto, las lengüetas metálicas se conducen, en general, como las varillas, las lengüetas membranosas como las cuerdas y las pieles tensas, y el sonido se produce con tanta mas facilidad, cuanta mayor elasticidad posea un cuerpo á pesar de su poca longi-

tud. Estudiando las vibraciones en los cuerpos elásticos tensos, se han referido á una especie de estos cuerpos, á las cuerdas de tripa y otras análogas. Es verdad que las cuerdas que se han acertado mucho, al mismo tiempo que se disminuye su tension, pierden casi toda su aptitud para producir vibraciones sonoras; pero si despues de esto conservan todavía elasticidad, por mas cortas que sean, no por eso dejarán de producir sonidos graves. Luego, hay otros cuerpos, aunque bastante tensos, que conservan suficiente elasticidad para poder vibrar regularmente; tales son la goma elástica estando seca, y los tejidos arteriales (túnica arterial) húmedos; así las piezas muy cortas de estos cuerpos producen sonidos graves cuando estan poco tensas, y agudos cuando experimentan una tension mas fuerte, y esto del mismo modo por la percusion que por el soplo. Sus vibraciones cambian en tensiones iguales, segun la misma ley, exactamente que las cuerdas, es decir, que crecen en razon inversa de su longitud, como he demostrado anteriormente.

Por mas exacto que sea este paralelo, sin embargo, un cuerpo elástico por tension que vibra como un estrangul difiere de una cuerda en muchos puntos esenciales. La diferencia no consite en que la cuerda, despues de haber sido percutida, permanece abandonada á sí misma, mientras que el estrangul experimenta de parte de la corriente de aire choques continuos mas ó menos fuertes, pues que la percusion de la cuerda se renueva continuamente á beneficio del arco. Lo mas particular que tiene el estrangul es que el grado de intensidad de un choque continuo influye sobre la duracion de las vibraciones, y cambia mucho el sonido fundamental que produce por la percusion. He demostrado anteriormente que una lengüeta de goma elástica que hacemos sonar sin cerco, por medio de un tubo delgado, eleva su sonido fundamental un semitono y mas, cuando se sopla con mas fuerza; pero una cuerda que percutemos una vez sola, da un sonido mas grave, á medida que el choque se va debilitando. Este último efecto se explica en parte por el cambio que una fuerte presion determina en la cuerda que se hace mas larga, y que no recobra su estado precedente; puede que tambien dependa en parte, de una especie de torsion en las moléculas de la cuerda que raposan sobre el puente. Pero esta es-

plicacion no se aplica á la elevacion de un sonido de estrangul, pues el resultado es diametralmente opuesto del que se observa en la cuerda. Cuando una lengüeta membranosa vibra en un cerco, la fuerza del soplo eleva el sonido, como he demostrado, muchos semitonos, y como tambien he manifestado, el sonido de una membrana animal elástica húmeda puede tambien elevarse por semitonos, una semi-quinta entera, soplando con fuerza. Esta elevacion no es la consecuencia de una formacion de nodos de vibracion, como en una columna vibrante de aire; porque se verifica de un modo sucesivo pasando por los intervalos de los semitonos, y cuando se aumenta sucesivamente la fuerza del soplo por los intervalos de los semitonos de una manera chillona: no depende inmediatamente de la lengüeta, sino del cuerpo que choca, del aire. Probablemente resulta la elevacion de que cuando se sopla con fuerza, el aire que obra sin interrupcion, comunica á la lengüeta un movimiento mas acelerado, hasta aquella especie de corriente, mientras que á la vuelta la rechaza mejor que no lo haria un soplo mas flojo, de modo que la lengüeta no hace escursiones retrógradas llenas, siendo lanzadas de nuevo antes de completarse.

Las lengüetas metálicas parecen conducirse de un modo bien diferente que las membranosas, pues dan un sonido mas elevado cuando soplamos suavemente, que cuando lo hacemos con fuerza. Sin embargo, este fenómeno parece depender esclusivamente de que cuando el soplo es débil, la lengüeta no entra en vibracion en toda su longitud hasta donde está adherida. En efecto cuando soplamos muy fuerte en una armónica, llega el sonido á elevarse hasta el punto de ser tan sensible, que en este concepto hay concordancia entre ambas lengüetas.

Pertenece, pues, á la naturaleza de los estrangules que aunque en general se conduce como las varillas y las cuerdas, cambian no obstante su sonido en proporcion de la accion de los cuerpos que los hacen sonar al aire. Segun esto, es menester considerarlas como una clase de instrumentos en relacion con los cuerpos elásticos, tanto sólidos como líquidos, y que deben considerarse simultáneamente.

Los demás instrumentos músicos no se parecen á los estrangules mas que bajo algunas relaciones, por ejemplo, respecto á la circunstancia de que los sonidos dependen has-

ta cierto punto del cuerpo impelente, sobre todo, cuando se obra continuamente. Esta relacion se verifica en las cuerdas que se hacen sonar de un modo sostenido con los arcos. Duhamel ha demostrado cómo podemos llegar, por cierto manejo del arco, cambiando el roce y velocidad á obtener sonidos mas graves que el fundamental. Dice haber obtenido la segunda, cuarta, quincena, docena y catorcena, baja del sonido ordinario de la cuerda. Puedo, segun mi propia esperiencia, citar un ejemplo en sentido inverso sacado de los tudeles. Sabemos que soplando con mas fuerza, se llegan á producir, con un pito abierto, los sonidos correspondientes á los números 1, 3, 5, 7, 9 &c. y con otro cerrado los que corresponden á los 1, 2, 3, 4, 5, 6 &c. Estos sonidos nacen de la produccion de los nodos de vibracion en la columna de aire del pito y no tienen nada que ver en este lugar. Pero he observado otra clase de elevacion del sonido de los tudeles bastante pequeños. Cuando introduzco dos pulgadas el tapon de un pito de un pie de longitud, el instrumento, graduando el soplo desde el mas débil hasta el mas fuerte, da sucesivamente, pasando por todas las variaciones, todos los sonidos del intervalo comprendido entre *do* y *fa*: y si empleo un pito de una pulgada, sube mucho mas el instrumento. Las modificaciones que experimentar los sonidos en los estrangules no se limitan á su sola ascension por efecto del aumento del soplo; su elevacion varia tambien bajo el influjo del cuerpo de donde emana el choque, pues cambia segun se ponga en accion la lengüeta sin cerco, con un tubo pequeño, ó en otro con porta-viento; se modifican asimismo por el aire, segun que se impela ó retire, y por el modo de embocar, de modo que los sonidos del mismo estrangul se hacen mas graves algunos semitonos, cuando se comprime mucho el porta-viento con los labios, y mas agudos cuando delante del estrangul y porta-viento se halla colocado un tapon que solo permite al aire pasar por su centro. Nadie duda que todas estas modificaciones se refieren á un cambio de accion de los cuerpos impulsivos sobre la lengüeta:

INDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO CUARTO.

CONTINUACION DEL LIBRO TERCERO.

	<u>pág.</u>
SECCION IV. <i>De las propiedades de cada nervio en particular.</i>	5
CAPITULO I. <i>De las propiedades de los nervios sensoriales.</i>	ib.
CAPITULO II. <i>De las propiedades de los nervios no sensoriales.</i>	13
<i>Nervios oculares.</i>	ib.
<i>Nervio trigémino.</i>	18
<i>Nervio facial.</i>	22
<i>Nervio glosofaríngeo.</i>	25
<i>Nervio vago.</i>	26
<i>Nervio accesorio de Willis.</i>	29
<i>Nervio grande lúpegloso.</i>	30
<i>Nervio gran simpático.</i>	32
SECCION V. <i>De las partes centrales del sistema nervioso.</i>	33
CAPITULO I. <i>De las partes centrales del sistema nervioso en general.</i>	ib.
CAPITULO II. <i>De la medula espinal.</i>	41
CAPITULO III. <i>Del cerebro.</i>	61
<i>Comparacion del cerebro de los animales vertebrados.</i>	ib.
<i>Fuerzas del cerebro y facultades del alma en general.</i>	69
<i>Medula oblongada.</i>	82
<i>Tubérculos cuadrigéminos.</i>	89
<i>Cerebelo.</i>	91
<i>Hemisferios del cerebro.</i>	95
CAPITULO IV. <i>De la mecánica del cerebro y de la medula espinal.</i>	102

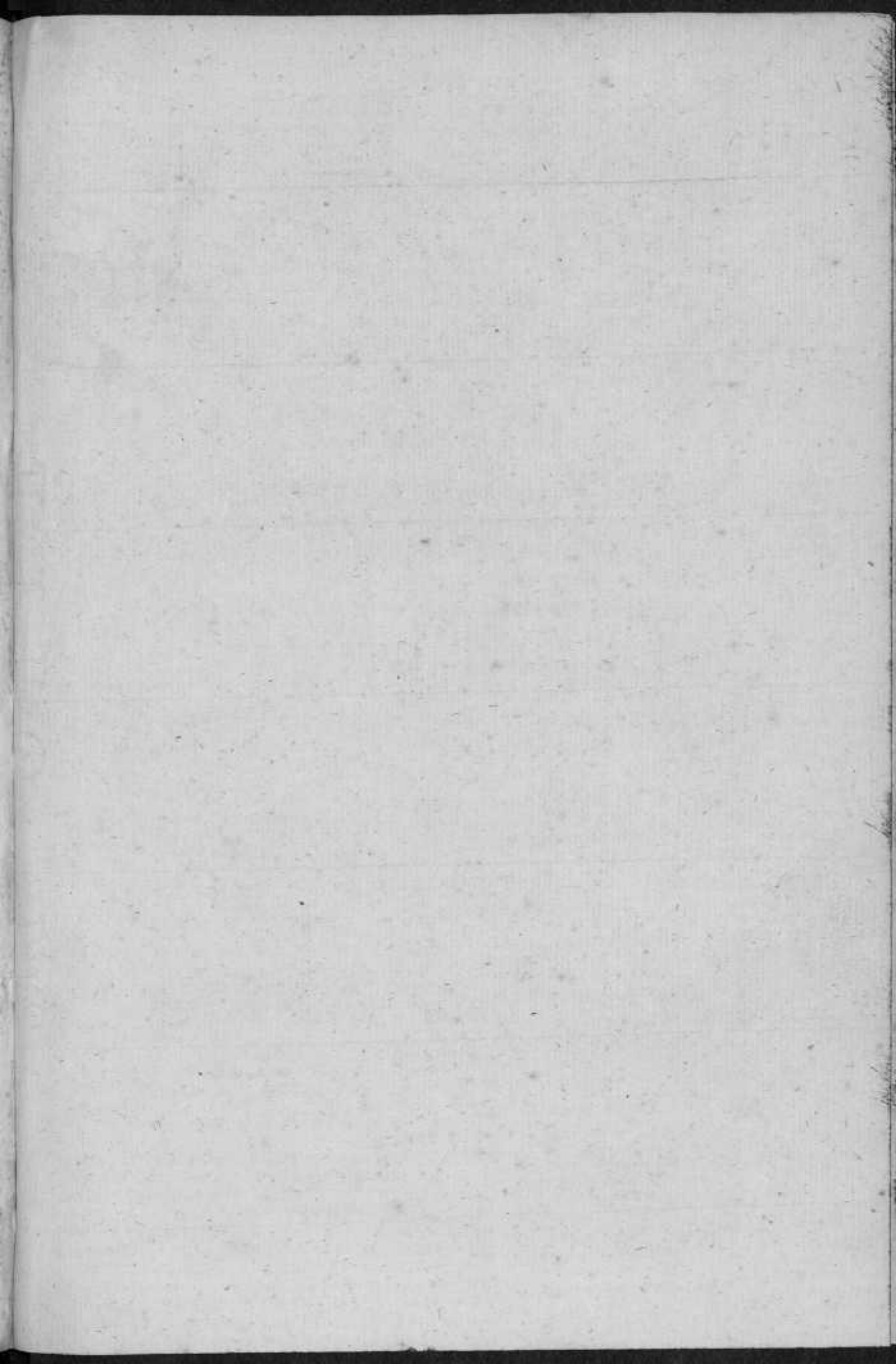
LIBRO CUARTO.

<i>De los movimientos, voz y palabra.</i>	115
SECCION I. <i>De los órganos, de los fenómenos y de las causas del movimiento animal.</i>	<i>ib.</i>
CAPITULO I. <i>De las diferentes formas de los movimientos y de los órganos motores.</i>	<i>ib.</i>
CAPITULO II. <i>Del movimiento vibrátil.</i>	121
<i>Partes en que se observa el movimiento vibrátil.</i>	122
<i>Sistema cutáneo.</i>	123
<i>Tubo intestinal.</i>	<i>ib.</i>
<i>Organos respiratorios.</i>	124
<i>Cavidad nasal.</i>	125
<i>Organos genitales.</i>	<i>ib.</i>
<i>Organos urinarios.</i>	126
<i>Organos del movimiento vibrátil.</i>	127
<i>Fenómenos del movimiento vibrátil.</i>	130
<i>Naturaleza del movimiento vibrátil.</i>	132
CAPITULO III. <i>Del movimiento muscular y de otros que se le parecen.</i>	139
<i>Tejidos contractiles.</i>	<i>ib.</i>
<i>Tejido contractil de los vegetales.</i>	<i>ib.</i>
<i>Tejido animal contractil susceptible de resolverse en cola.</i>	144
<i>Tejido elástico y contractil de las arterias.</i>	149
<i>Tejido muscular.</i>	152
<i>Propiedades químicas de los músculos.</i>	<i>ib.</i>
<i>Estructura de los músculos.</i>	153
<i>Músculos de fibras primitivas nudosas y de manojos primitivos con estriás trasversales.</i>	154
<i>Músculos con fibras primitivas no nudosas y con manojos primitivos sin estriás trasversales.</i>	159
<i>Propiedades vitales de los músculos.</i>	161
<i>Rigidez cadavérica.</i>	170
CAPITULO IV. <i>De las causas del movimiento animal.</i>	175
<i>Influencia de la sangre.</i>	177
<i>Influencia de los nervios.</i>	179
SECCION II. <i>De los diferentes movimientos musculares.</i>	197
CAPITULO I. <i>De los movimientos voluntarios é involuntarios.</i>	<i>ib.</i>
<i>Movimientos determinados por influencias heterogéneas externas ó internas.</i>	199

<i>Movimientos automáticos.</i>	351
<i>Movimientos automáticos dependientes del gran simpático.</i>	201
<i>Movimientos automáticos dependientes de los órganos centrales.</i>	202
<i>Movimientos automáticos del sistema animal de tipo intermitente.</i>	210
<i>Movimientos automáticos del sistema animal de tipo continuo.</i>	212
<i>Movimientos por antagonismo.</i>	219
<i>Movimientos reflejos.</i>	220
<i>Movimientos reflejos del sistema animal.</i>	224
<i>Movimientos reflejos del sistema orgánico.</i>	<i>ib.</i>
<i>Movimientos asociados.</i>	225
<i>Movimientos que dependen del estado del alma.</i>	227
<i>Movimientos que suceden á ideas.</i>	232
<i>Movimientos provocados por pasiones.</i>	<i>ib.</i>
<i>Movimientos voluntarios.</i>	233
CAPITULO II. De los movimientos voluntarios complejos.	236
<i>Serie simultánea de movimientos.</i>	246
<i>Asociacion de los movimientos y de las ideas.</i>	247
<i>Asociacion de movimientos con otros movimientos.</i>	250
<i>Asociacion de las ideas y de los movimientos.</i>	<i>ib.</i>
<i>Movimientos instintivos.</i>	252
<i>Movimientos coordinados.</i>	255
CAPITULO III. De la locomocion.	259
<i>Natacion.</i>	262
<i>Vuelo.</i>	268
<i>Reptacion.</i>	272
<i>Marcha y carrera.</i>	275
<i>Salto.</i>	276
<i>Accion de trepar.</i>	283
SECCION III. De la voz y palabra.	285
CAPITULO I. De las condiciones generales de la produccion del sonido.	289
<i>Cuerpos sólidos elásticos.</i>	290
<i>Cuerpos elásticos por tension.</i>	293
<i>Cuerpos filiformes elásticos por tension; cuerdas.</i>	<i>ib.</i>
<i>Cuerpos membraniformes elásticos por tension.</i>	<i>ib.</i>
<i>Cuerpos elásticos por sí mismos.</i>	295
<i>Varas rectas y curvas.</i>	<i>ib.</i>

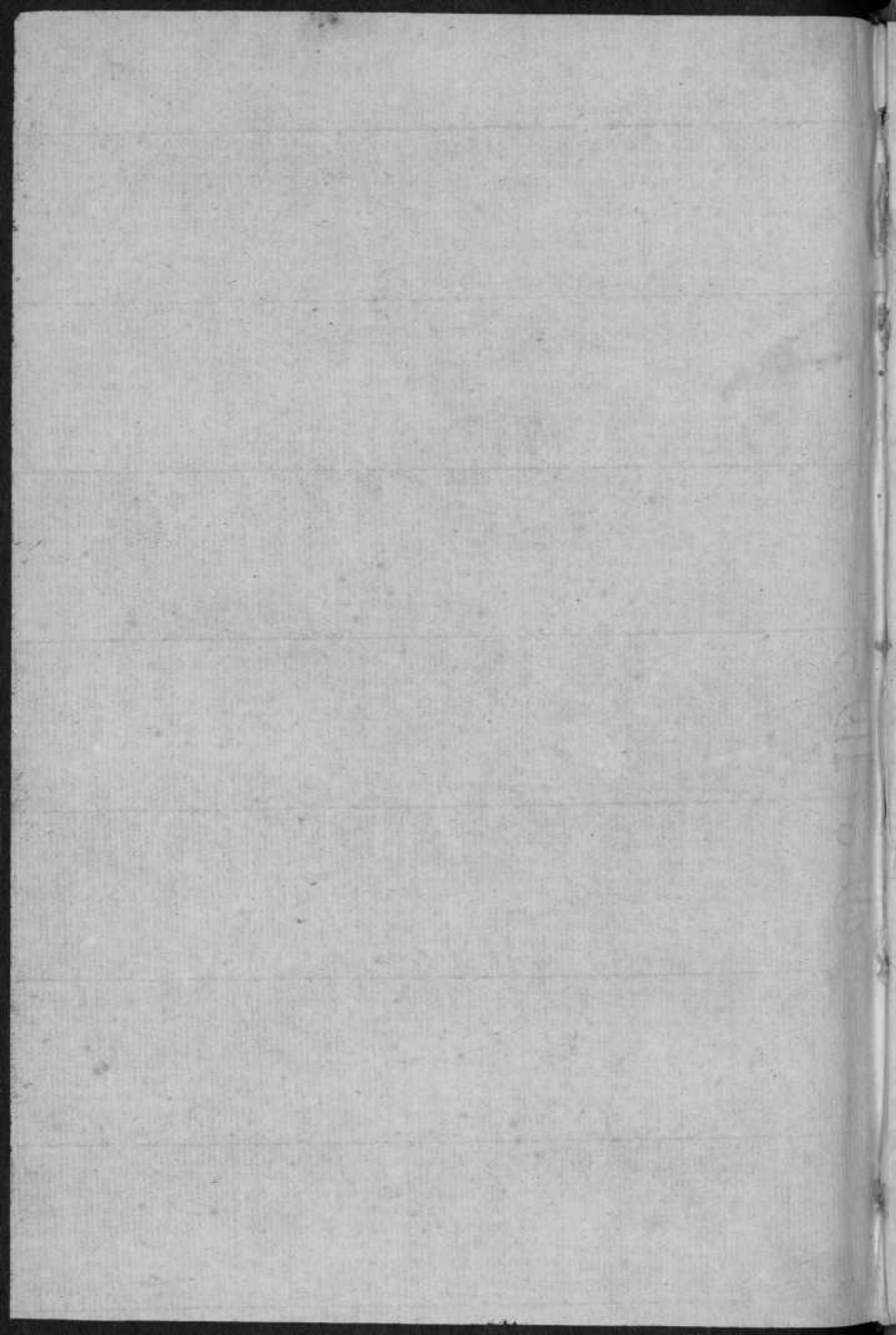
<i>Cuerpos membraniformes rígidos, rectos y curvos; chapas, campanas.</i>	296
<i>Fluidos elásticos; aire.</i>	<i>ib.</i>
<i>Instrumentos en los cuales entran á la vez en acción las propiedades de cuerpos elásticos sólidos, y las de cuerpos elásticos fluidos. Instrumentos de estrangul.</i>	301
<i>Estrangules simples sin tubo.</i>	302
<i>Estrangules que tienen analogía con las varas.</i>	<i>ib.</i>
<i>Lengüetas acompañadas de un tubo que modifica el sonido.</i>	307
<i>Lengüetas metálicas en forma de disco.</i>	309
<i>Instrumentos de estrangul membranoso ó elástico por tension.</i>	310
<i>Estrangules membranosos simples sin tubo.</i>	312
<i>Estrangules estendidos á manera de cuerdas.</i>	<i>ib.</i>
<i>Estrangules estendidos á manera de timpano.</i>	318
<i>Estrangules membranosos con tubo.</i>	319
<i>Influencia del porta-viento en los estrangules membranosos.</i>	333
<i>Estrangules membranosos con cuerpo de tubo y porta-viento.</i>	337
<i>Instrumentos de música con lengüetas membranosas.</i>	339
<i>Conclusion sobre la teoría de los sonidos producidos por los estrangules.</i>	342

FIN DEL INDICE DEL TOMO CUARTO.

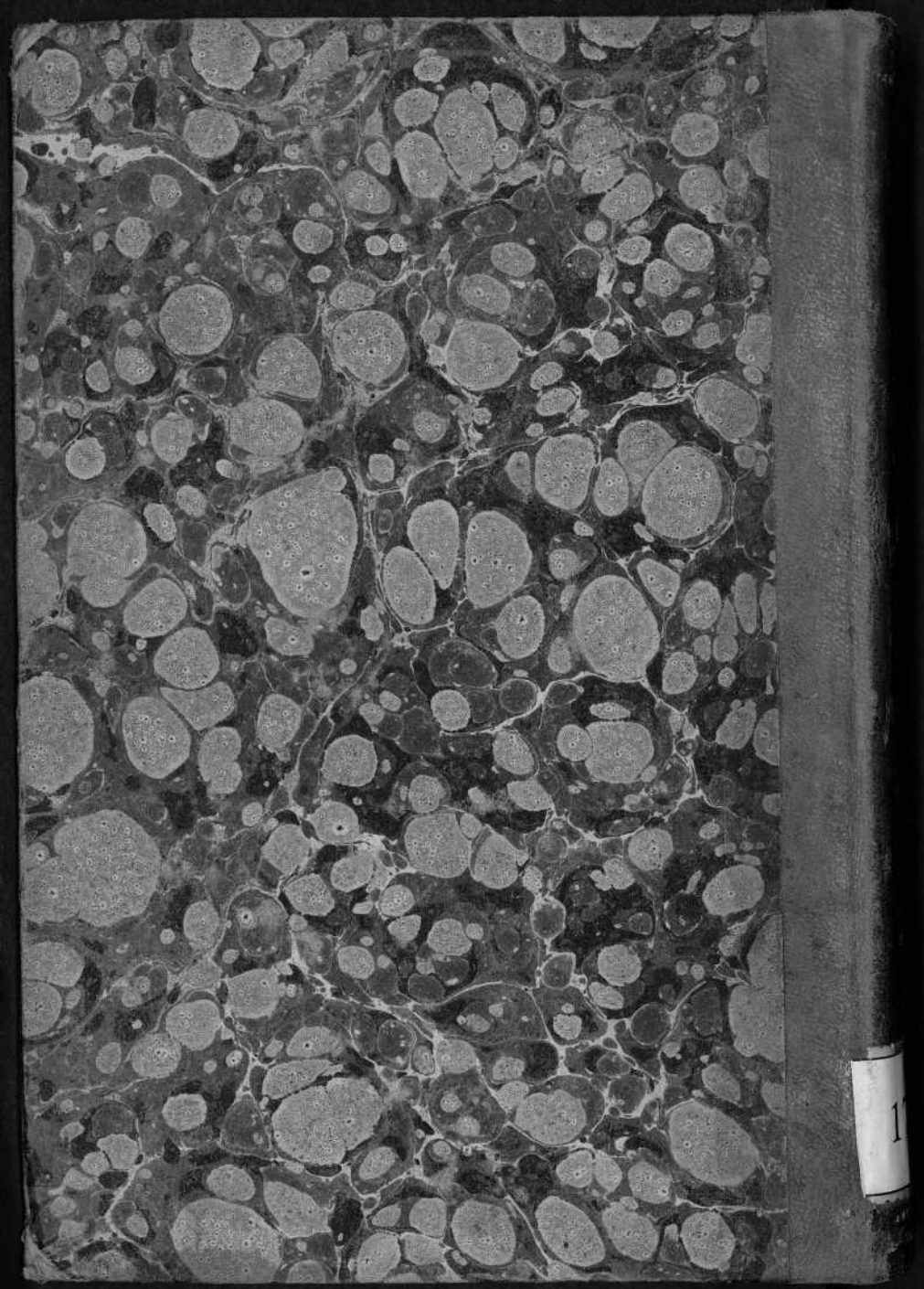


Cuerpos membranosos rígidos, elásticos y curvos	305
Fuerzas elásticas	306
Influencia de las partes elásticas de la voz en la formación de los sonidos de los cuerpos elásticos sólidos	307
Instrumentos elásticos rígidos	308
Instrumentos elásticos elásticos	309
Instrumentos elásticos elásticos en forma de tubo	310
Instrumentos elásticos elásticos en forma de tubo elástico	311
Instrumentos elásticos elásticos a manera de cascadas	312
Instrumentos elásticos elásticos a manera de campana	313
Instrumentos elásticos elásticos con tubo	314
Influencia del peso elástico en los instrumentos mem- branosos	315
Instrumentos elásticos elásticos con cuerpo de tubo y punta elástica	316
Instrumentos elásticos elásticos con longitudes membranosas	317
Conciencia sobre la acción de los sonidos producidos por los instrumentos	318

100 LIBRO



40-4-24





TRATADO
DE
FISIOLOGIA



17.158

