Tesoro de las Ciencias Médicas.

TRATADO DE FISIOLOGIA.

Ie

TRATADO

DE

FISIOLOGIA,

POR J. MULLER,

Profesor de anatomia y de fisiologia en la universidad de Berlin, etc.

Traducido de la cuarta edicion alemana, y anotada

POR A. J. L. JOURDAN.

Y del francés al castellano

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

TOMO PRIMERO.

MADRID:

IMPRENTA Y LIBRERIA DE D. IGNACIO BOIX, EDITOR.

CALLE DE CARRETAS, NUMERO 27.

1846.

Cuando yo lo cogí era el 1959

Roberto Llorca

LOS TRADUCTORES.

No es necesario que nos detengamos á encarecer el relevante mérito de la obra que ofrecemos á nuestros comprofesores y á los estudiosos alumnos de las facultades; pues que el nombre del autor nos dispensa de toda recomendacion ó elogio, y por otra parte el traductor francés da una idea fiel de su alta importancia. Si algo pudiera añadir mayores quilates á produccion tan notable, seria el hecho de haberla adicionado considerablemente Mr. Jourdan, dejándola tan completa y acabada que no falta en ella el mas insignificante adelantamiento de nuestra época. La obra que damos, contiene cuanto á fines de 1845 se sabe en fisiología.

El deseo de generalizar los conocimientos de la fisiología actual, poniendo en las manos de los profesores y estudiantes una edicion poco costosa, nos ha retraido de ilustrar esta edicion española con numerosos grabados, como lo ha

hecho Mr. Jourdan, y como pensamos en un principio. Por otra parte, no los consideramos de tanta utilidad que merezcan aumentar el coste de la edicion, ya por sí algo mayor de lo que se acostumbra en este género de obras. No obstante, si algun grabado juzgásemos de absoluta necesidad, cuidaremos de colocarle en el lugar oportuno, sin que por esto sufran mayor dispendio nuestros suscritores.

La traduccion será tan esmerada como requiere una materia de tanto provecho para nuestra juventud médica.

ADVERTENCIA DE M. JOURDAN.

Ya han pasado los tiempos en que era necesario recomendar el estudio de la fisiología. Antes no se incurria tal vez en notable error considerándola como la novela de las ciencias naturales y reputándola como de escasa importancia; porque en realidad carecia de base, y sobre no ser los hechos bastante numerosos, tampoco se habian observado con cuidado suficiente para deducir de ellos leyes generales que ofreciesen un carácter, ya que no de certidumbre, de probabilidad á lo menos. Actualmente nadie deja de ver en ella una de las mas importantes ramas de la medicina, de la historia general y de la filosofía. La causa de esto es, que si bien no ha descubierto todos los misterios de que se ha rodeado la naturaleza para la creacion y las funciones de los séres organizados, ha dado á conocer mejor los fenómenos de la vida, aplicando los procederes del método esperimental á la observacion de los cuerpos vivos, valiéndose con habilidad de los auxilios que la prestan, por un lado la patología, que en realidad no es mas que una de sus ramas, y por otro la física, la química y sobre todo la microscopia, cuyos pro-

gresos han sido tan considerables y rápidos en estos últimos tiempos.

La Francia ha producido algunos hombres que han prestado á la fisiología eminentes servicios. Muy lejos, en verdad, de nosotros, el pensamiento de poner en duda el mérito de las obras publicadas en nuestro pais, desde Bichat, en diferentes épocas; pero no dejamos sin embargo de estar convencidos, y esta es por otro lado la opinion general, de que ninguna puede compararse con las que ofrece la Alemania, como por guias, á los discípulos diseminados en sus numerosas universidades.

Entre estas obras ocupa el primer lugar la publicada por J. Muller bajo el modesto título de *Manual*; porque no solamente encuentran en ella los discípulos una sólida instruccion, pero tambien podrá hallar mas de un maestro objetos de meditacion é indicios á propósito para ponerle en camino de nuevas investigaciones que podrán ocurrirle. No tanto debe esta obra, que hasta el dia cuenta cuatro ediciones, su favorable acogida á la alta posicion científica del autor, como á la circunstancia de haber éste acertado á abarcar, sin salirse del reducido terreno que se ha propuesto, las verdades de todos los tiempos y paises, confirmadas generalmente por sus propias investigaciones y esperimentos, juntamente con numerosos hechos de esos que habia motivo para esperar de uno de los hombres que mas han contribuido en nuestros dias á los verdaderos adelantamientos de la anatomia, de la fisiología y de la zoología comparadas. Nadie ignora en efecto que J. Muller ha hecho investigaciones sobre la estructura de las glándulas, la composicion de la sangre y la formacion de la costra inflamatoria; que ha estudiado con asiduidad la estructura y diversas funciones del sistema nervioso; que le somos deudores de ingeniosos esperimentos sobre la vista, la voz y la audicion; que ha enriquecido la ciencia con trabajos importantes sobre la anato-

mía y la fisiología de los myxinoides y de los plagiostomos, y en materias tan diferentes y variadas se ha manifestado á un tiempo mismo hábil esperimentador, observador profundo y lógico severo.

Al emprender la traduccion de esta obra, era imposible reducirse al simple papel de traductor; porque habiéndose publicado por partes y en diferentes épocas, la última edicion alemana no pudo el autor aprovechar en algunos puntos los incesantes progresos de la ciencia, cuya faz tiende á variar necesariamente la emulacion de tantos hombres laboriosos en todos los paises. Era pues forzoso añadir notas con el objeto de señalar los hechos nuevos, modificados ó rectificados.

Para llenar esta penosa tarea, no solamente ha recurrido el traductor á los *Archivos de fisiología* del mismo Muller, al *Repertorio* de Valentin y á los diferentes periódicos de Alemania é Inglaterra, pero igualmente á las principales obras alemanas, inglesas é italianas que ha sabido buscar, ha leido y estractado con esmero. Principalmente ha cuidado de dar á conocer los recientes trabajos de Becquerel, Bernard, Blondlot, Bouisson, Boussingault, Brierre de Boismont, Chossat, Diday, Donné, Flourens, Gaudichaud, Lacauchie, Lebert, Letellier, Longet, Payen, Petrequin, etc., etc., que Muller no habia podido comprender en su cuadro, ya por serle desconocidos, ya por no haberse publicado hasta despues de salir á luz su obra.

Tambien ha parecido conveniente añadir al capítulo sobre la voz una memoria que Muller habia publicado aparte, cuya adicion esclarece mucho una de las cuestiones mas oscuras de la fisiología.

Todas estas mejoras contribuirán sin duda alguna á la mejor acogida del *Tratado de fisiología* de Muller, harto útil ya por sí mismo; no pudiendo dudarse que esta obra es la mejor guia para los discípulos, y que por lo tanto alcanzará tan buena acogida como en Alemania é Inglaterra.

PROLEGOMENOS.

Es la fisiología aquella ciencia que tiene por objeto estudiar las propiedades de los cuerpos orgánicos, animales y vegetales, los fenómenos que estos cuerpos presentan y las leyes con que ejecutan sus funciones.

La primera cuestion que se ocurre al entrar en el campo de esta ciencia, es relativa á la diferencia existente entre los cuerpos orgánicos y los inorgánicos. Los cuerpos que ofrecen fenómenos vitales ¿difieren, bajo el punto de vista de su composicion material, de los cuerpos inorgánicos, cuyas propiedades pertenecen á la física y á la química? Y conviniendo en la marcadísima diferencia qne hay entre los fenómenos de ambos reinos ¿será forzoso conceder que difieren tambien las fuerzas determinantes de estos fenómenos, ó que las fuerzas de la vida orgánica no son mas que modificaciones de las fuerzas físicas y químicas?

DE LA MATERIA ORGANICA.

Composicion química de la materia orgánica.

Las sensaciones, la nutricion y la procreacion, no tienen análogos entre los otros fenómenos físicos, no obstante ser iguales los elementos que entran en la composicion de los cuerpos orgánicos é inorgánicos. Verdad es que los cuerpos orgáni-

cos contienen en clase de *principios inmediatos* sustancias suyas esclusivas, que la química jamás acertaria á producir, tales como la albumina, la fibrina, etc.; pero todos estos cuerpos, sometidos al análisis químico, se reducen á elementos de cuerpos inorgánicos.

En los vegetales, los principios constitutivos mas esenciales son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno: menos comun es el azoe. Hállase tambien, con mas ó menos abundancia, fósforo y azufre, principalmente en la albumina vegetal y el glúten. y sobre todo en las plantas tetradinamas, en las cuales los acompaña asimismo el azoe. Se encuentra ademas potasa y calcio (sustancias que entran en casi todos los cuerpos), sodio (que existe especialmente en las plantas marinas), aluminio, silíceo y magnesio (que son raros), hierro y manganeso (mas comunes), cloro, bromo y iodo (estas dos últimas sustancias, con particularidad en las plantas marinas).

Estas diversas sustancias, escepto (1) el aluminio, tambien se hallan en el reino animal, siendo en él mas comun el sodio y mas raro el potasio que en los vegetales. Algunos animales marinos tienen iodo y bromo. Los elementos del cuerpo del hombre y de los animales superiores son el oxígeno, el hidrógeno, el carbono, el azoe, el azufre (especialmente en los pelos, en la albúmina y en la materia cerebral), el fósforo (que existe principalmente en los huesos, en los dientes y cerebro), el cloro, el fluor (en los huesos y en los dientes), el potasio, el sodio, el calcio y el magnesio (tambien en huesos y dientes), el manganeso y el silicio (en los pelos); por último el hierro que se encuentra en la sangre, en el pigmento negro y en el cristalino (2).

La primera diferencia entre los cuerpos orgánicos y los inorgánicos consiste en el número de sustancias elementales que unos y otros cuentan: no entran todos estos elementos en la composicion de los cuerpos orgánicos, para cuya vida son muchos de ellos nocivos.

El modo de combinacion de los elementos se ha conside-

---

(1) Meisner, y últimamente Serzeau, han encontrado cobre en las plantas, *Annales de chimie*, tom. XLIV, pág. 334. Becher supone ademas haber hallado oro en la ceniza de los tamarindos. (TIEDEMAN, *Physiologie*. (Trad. de Jourdan, tom. 1.°, pág. 94.)

(2 En una discusion que metió mucho ruido se sostuvo que el cuerpo humano contenia, en el estado normal, arsénico y otros varios metales.

rado hasta ahora, segun Fourcroy y Berzelius, como orígen de otra diferencia.

En la naturaleza inorgánica no existen mas que combinaciones *binarias*, esto es, producidas por la union de dos sustancias simples entre sí ó por la de una combinacion binaria, ya sea con un elemento, ya con otra combinacion binaria. Por ejemplo, el ácido carbónico es una combinacion de carbono y oxígeno; el amoniaco lo es de azoe é hidrógeno, y el ácido carbónico y el amoniaco se juntan para formar el carbonato de amoniaco.

Oxígeno... Carbono...	Acido carbónico.	Carbonato de amoniaco.
Hidrógeno Azoe.....	Amoniaco.....	

Una combinacion inmediata de tres, cuatro ó mas sustancias unas con otras, en la que todos los elementos estén mezclados con igualdad, parece no poder realizarse sino bajo el influjo de la vida, ya sea vegetal ó ya animal, ó en otros términos, sin la intervencion de las fuerzas orgánicas. Asi es que los mismos elementos, el oxígeno, el carbono, el hidrógeno y el azoe, que por combinacion binaria dan orígen al carbonato de amoniaco, producen materia orgánica bajo el influjo de la vida. Estas combinaciones toman el nombre de *ternarias ó cuaternarias*, segun el número de elementos que se reunan. El moco vegetal, el azúcar, el almidon, la grasa, se consideran como combinaciones ternarias de carbono, oxígeno é hidrógeno: el gluten, la albumina, la fibrina, el moco animal, la caseina, como combinaciones cuaternarias, que ademas de los tres elementos anteriores, contienen azoe. Esta teoría de la composicion de los cuerpos orgánicos ha sido muy impugnada por algunas personas; pero hasta la presente, no se ha podido demostrar respecto de ninguna de las sustancias de que se componen los tejidos vegetales y animales, que sea una simple combinacion binaria. Berzelius mira actualmente las materias orgánicas como óxidos de radicales compuestos, resultantes unos de dos elementos, carbono é hidrógeno, ó carbono y azoe, otros de tres elementos carbono, hidrógeno y azoe (1).

---

(1) BERZELIUS, *Traité de chimie*, trad. de Eslinguer, y Jourdan, tom. 5.º, pág. 5.

Como quiera que sea, es tan particular el modo de combinacion de los elementos en los cuerpos orgánicos, y de tal manera resultan de fuerzas especiales, que si bien la química puede destruir los compuestos orgánicos, jamás ha sabido formar ninguno. Verdad es que Berard, Proust, Dœbereiner y Hatchett creen haber producido artificialmente combinaciones orgánicas; pero sus aserciones no están bastantemente demostradas, y asi no podemos contar mas que con los descubrimientos de Woehler. Segun este químico, se obtiene urea, en vez del cianito amoniacal, echando una disolucion de cloruro amoniacal sobre cianito argéntico recien precipitado, que por este hecho se convierte en cloruro argéntico. Tambien se forma urea, tratando el cianito plúmbico con el amoniaco líquido: la disolucion contiene primeramente cianito amoniacal; pero despues de la evaporacion se convierte esta sal en urea. Woehler reconoció igualmente que el gas amoniacal y el vapor de ácido cianoso se condensan en cianito amoniacal; pero que por medio de la fusion, de la ebulicion ó la evaporacion espontánea de la disolucion, esta sal se trasforma en urea. Igualmente se forma primero cianito amoniacal y despues urea, mezclando ácido cianoso con agua ó amoniaco líquido. Pero la urea ocupa el límite estremo de las materias orgánicas, y es mas bien una escrecion que un principio constitutivo del cuerpo animal.

La naturaleza orgánica puede por tanto producir un número incalculable de combinaciones, una multitud ilimitada de cuerpos, compuestos de los mismos elementos, pero en proporciones tan variables, que dá al pronto ganas de creer que no hay proporciones definidas en las materias constitutivas de los séres organizados. Hace empero observar Berzelius (1) que no por eso dejan de existir las tales proporciones: basta, dice, que fijemos nuestra atencion en las relaciones con que se combinan los átomos orgánicos con átomos inorgánicos de segundo órden, para advertir que en lo que nos permiten juzgar nuestras investigaciones, observan las mismas leyes que los átomos inorgánicos, esto es que el oxígeno del uno es un múltiple por un número entero del oxígeno del otro, y que cuando ácidos orgánicos contienen cinco átomos de oxígeno, este oxígeno está con el del óxido inorgánico en la misma proporcion que la que se sabe existe para los átomos inorgánicos de cinco átomos de oxígeno.

---

(1) *Traité de chimie*, tom. 5.°, pág. 8.

En su mayor parte están formados los cuerpos orgánicos de sustancias combustibles, y las partes combustibles de animales y vegetales (escepto los ácidos) contienen proporciones tales de oxígeno, de hidrógeno y de carbono, que no bastaria el oxígeno para convertir en agua todo el hidrógeno, ni todo el carbono en ácido carbónico.

La materia orgánica existente en los cuerpos orgánicos no se mantiene por completo sino en tanto que dura la vida de estos cuerpos. Ya durante la vida, ciertos elementos ó compuestos binarios, obrando esteriormente sobre los cuerpos orgánicos, pueden turbar el equilibrio de las sustancias que entran en su composicion y destruir la combinacion orgánica, como sucede por ejemplo cuando una parte de un sér vivo sufre la accion del fuego. Llega tambien un instante en que este rompimiento de equilibrio se hace espontáneamente en cualquiera cuerpo vivo: váse debilitando la fuerza que mantenia y trasformaba las combinaciones orgánicas, hasta no hallarse en estado de equilibrar la tendencia de elementos de la materia orgánica á contraer combinaciones buenas entre sí y con otros elementos, de suerte que el cuerpo orgánico se descompone con la materia que le constituye; en este caso no solo no presenta ya la combinacion orgánica ninguno de los fenómenos que antes la distinguian, sino que no es apta comunmente para sostenerse, y sometida á las leyes químicas de la combinacion binaria, se reduce á compuestos binarios, en medio de los fenómenos de la fermentacion y de la putrefaccion, sobre todo cuando contiene mucho azoe. Resulta, pues, de la observacion, que en los cuerpos inorgánicos depende la combinacion de la afinidad y de las fuerzas inherentes á las sustancias combinadas juntas, al paso que por el contrario en los cuerpos orgánicos la potencia encadenadora y conservadora no reside únicamente en las propiedades de las sustancias mismas, y que hay otra cosa mas, que no solo hace equilibrio con la afinidad química, sino que ocasiona las combinaciones orgánicas con arreglo á las leyes de su propia actividad. Los flúidos imponderables, la luz, el calor, la electricidad, tienen idéntica influencia sobre las combinaciones y descomposiciones de los cuerpos orgánicos é inorgánicos; pero no hay razones para considerar á ninguno de estos agentes como causa primera de la actividad de que goza la materia orgánica viva.

Despues de cesar la vida, se descomponen siempre las sustancias orgánicas, cuando las condiciones son favorables á la manifestacion de la afinidad química. Diremos cuáles son,

segun Gmelin, las descomposiciones que entonces se efectúan. Entre los elementos de las combinaciones orgánicas, los unos se separan al estado de libertad bajo la forma de gas azoe, de gas hidrógeno; otros se combinan para formar combinaciones inorgánicas, tales como agua, ácido carbónico, gas óxido de carbono, gas hidrógeno carbonado, amoniaco, cianógono, ácido cianhídrico, gas hidrógeno fosforado y ácido sulfídrico; y algunos, uniéndose en otras proporciones, producen una ó muchas nuevas combinaciones orgánicas, como cuando de la azúcar sale almidon. Las combinaciones orgánicas, perfectamente secas, no se descomponen á la temperatura ordinaria; el agua al menos, y á veces tambien el aire, son indispensables para esta descomposicion espontánea. Gmelin considera la carencia de las condiciones necesarias para el desenvolvimiento de la afinidad química, como la causa á que debe atribuirse que para ciertas sustancias orgánicas no comience la descomposicion inmediatamente despues de la muerte del animal ó del vegetal; y la razon seria la misma que existe para que ciertos compuestos orgánicos no se descompongan sino á una temperatura determinada. Respecto de las materias animales húmedas, se descomponen espontáneamente, aun sin aire atmosférico, por la influencia del mercurio, aunque el aire sea el cuerpo que mas activa la putrefaccion, aun mas que el oxígeno puro, pero siempre se necesita cierto grado de calor. Los productos de la putrefaccion de las sustancias animales, sobre todo de las pertenecientes al cuerpo humano, son gas ácido carbónico, á veces tambien gas azoe, gas hidrógeno, gas sulfídrico, gas hidrógeno fosforado y amoniaco: se forma tambien ácido acético, á veces ácido azoótico, y concluye por no quedar mas que las partes fijas, que constituyen, junto con restos que se descomponen mas lentamente, el *humus* ó *mantillo*. Debajo del agua, y en ciertas sepulturas donde esta no tiene entrada, los cadáveres humanos y de animales sufren la conversion de un gran número de sus partes en una materia grasa llamada *adipocira*. Gay Lussac y Chevreuil creen que esta materia es la grasa encerrada de antemano en las partes orgánicas en estado fresco, y que subsiste despues de destruidas las demas sustancias; porque segun estos dos químicos, la cantidad de grasa que se logra estraer de las partes animales frescas no es inferior á la que se obtiene por medio de la putrefaccion de estas mismas partes en agua. Berzelius, por el contrario, supone que se verifica una verdadera conversion de la fibrina, de la albumina y de la materia colorante de la sangre en adipocira.

Las principales diferencias en la composicion de la materia orgánica, dependen al parecer de la proporcion de los pesos atómicos del oxígeno, del hidrógeno, del carbono y del azoe, y hé aquí el orígen de la hipótesis de que las combinaciones orgánicas son todas ternarias ó cuaternarias, escluyéndose las binarias. Pero otra cuestion muy importante es la de saber el estado de los elementos minerales que se hallan en corta cantidad en los compuestos orgánicos, si están asimismo por combinaciones cuaternarias, quinarias, etc.; si están unidos con las sustancias animales en el estado de pureza, de óxido ó de sal, ó por último si constituyen compuestos binarios mezclados simplemente con los otros. Su union con sustancias animales es evidente en muchos casos, y ya se manifiesta como combinacion de azufre puro ó de fósforo puro, ya como combinacion de óxidos y sales con estas sustancias. Un ejemplo tenemos en la albumina, en la cual Mulder descubrió una sustancia llamada protéina, combinada con azufre y fósforo no oxidados y al mismo tiempo con fosfato de calcio. Fósforo no oxidado existe igualmente en la grasa cerebral. Los huesos son un ejemplo de combinacion química entre una sal y una materia animal; porque es seguro, como demostró E. H. Weber, que el fosfato de calcio no se halla en los huesos en el estado de fósforo, de oxígeno y de calcio, sino realmente en estado de sal, formando una combinacion binaria con el cartílago; y tenemos la prueba en la rubia, que tiene mucha afinidad para el fosfato de calcio, pero ninguna para la cal ni para el calcio, y que los huesos de un animal vivo mantenido con alimentos impregnados en esta sustancia, saben estraer de la sangre durante el acto de la nutricion. Por otra parte, muchos ácidos descomponen las sales calcáreas contenidas en los huesos, y las roban, sin alterar la forma del cartílago ni descomponerle.

Pero tambien hay en los jugos animales principios animales, óxidos y sales, que aunque pertenecientes á su constitucion, no están sin embargo mas que disueltos, como por ejemplo el cloruro de sosa en la sangre: y hé aquí el motivo de ver cristalitos microscópicos de sal en los humores animales sometidos á la desecacion. Igualmente sales estrañas se disuelven en los jugos de vegetales y animales, y los animales se desembarazan de ellas casi del todo por la via de la orina sin sufrir descomposicion.

Si por una parte se tiene en cuenta la naturaleza de los resíduos que quedan despues de la putrefaccion de las materias animales, y por otra se cuida en los análisis de es-

tablecer una distincion entre los cuerpos que han sido simplemente estraidos de estas sustancias y los producidos verdaderamente por la accion de los medios químicos puestos en uso, se puede admitir con Weber dos séries de combinaciones binarias en los cuerpos de los animales y sobre todo en el del hombre. La primera comprende compuestos binarios de elementos minerales, como fosfato sódico, cálcico y magnesio, carbonato sódico y cálcico, cloruro potásico y sódico, sílice, óxido de manganeso, óxid de hierro, sosa, etc. La segunda abraza compuestos binarios de elementos orgánicos y elementos inorgánicos: en esta clase deberia contarse la albumina de la sangre, que está, segun dicen, combinada con sosa, formando un albuminato de sosa: tambien podrian incluirse en esta categoría los lactatos de sosa y potasa.

Formas de la materia orgánica.

Examinemos ahora las formas mas sencillas con que se nos presenta la materia orgánica.

Hállase la materia orgánica en estado de disolucion completa en muchos humores en que el microscopio no alcanza á descubrir especie alguna de moléculas: esto sucede en el licor de la sangre, en el cual no toma esta materia forma de glóbulos, sino por la accion de la pila galvánica ó por el calor y otras influencias químicas. Igualmente está disuelta en parte en la linfa de los vasos linfáticos.

Frecuentemente tiene la materia orgánica la forma de moléculas microscópicas redondeadas. Estas moléculas deben ser consideradas como ligeros precipitados, desprovistos todavía de estructura, que se producen en disoluciones de sustancias orgánicas durante el curso de las operaciones vitales, y que por otra parte se asemejan mucho á los precipitados de glóbulos que es capaz de formar el arte en aquellas mismas disoluciones por medio de reactivos químicos. En este caso se hallan los glóbulos que constituyen en parte el contenido de las celdillas en vegetales y animales, los glóbulos de pigmento de las celdillas pigmentarias, etc. Cuando estas pequeñas moléculas sin estructura están suspensas en un líquido, ofrecen el fenómeno microscópico descubierto por Roberto Brown, y perceptible aun despues de la muerte, á saber: un movimiento contínuo, uniforme y bastante rápido de vaiven, encerrado en límites estrechos. Este fenómeno no es peculiar únicamente de la materia orgánica sólida, redu-

cida á moléculas pequeñísimas: pertenece lo mismo á toda materia mineral finamente pulverizada que nade en medio de un líquido, y todavía se ignora la causa de que depende.

En su mayor sencillez de estructura, tal como la tienen todos los primeros rudimentos de vegetales y animales, forma la ma eria orgánica una *celdilla* provista en lo general interiormente de un núcleo. La membrana que constituye las paredes de la celdilla carece de estructura, y es tan simple que no se distinguen las partículas por cuya aglomeracion haya sido formada. El núcleo por el contrario se compone de granulaciones finísimas, entre las cuales suele observarse una algo mas gruesa llamada *nucleola*. De los descubrimientos de Shwann resulta que las celdillas son, en los animales, los elementos de todas las estructuras complexas: de ellas nacen los tejidos, ya por el estiramiento de las células que se prolongan á manera de filamentos, ya por la reunion de muchas, que se confunden en otras celdillas secundariass Segun esto, la formacion de las fibras ó de los otros tejido. nunca reconoce por causa una agregacion de glóbulos; pero el hecho, comprobado por Eremberg, de que algunas mónadas (1) de 1/2000 de línea están provistas de órganos complicados, bastaria para tachar de inverosimilitud esta hipótesis, puesto que los glóbulos, cuya aglomeracion supone, tienen por sí solos mas de 1/2000 de línea. Respecto de las diversas estructuras, ora nadan en líquidos y no tienen entre sí adherencia alguna, como los corpúsculos de la sangre y de la yema del huevo, cuya conformacion es análoga á la de las celdillas, ora están reunidas produciendo partes sólidas coherentes como en los tejidos.

Las materias sólidas vivas se encuentran en un estado de *reblandecimiento* peculiar de los séres orgánicos. El agua las comunica estensibilidad y flexibilidad, sin que por esto pueda decirse que están mojadas y sin que les sea dado humedecer otros cuerpos comunicándoles el líquido que las impregna. Berzelius cree que esta agua compone las cuatro quintas partes de su peso, y añade que no parece que les pertenece por afinidad química, puesto que se evapora poco á poco, y que se esprime instantáneamente con una fuerte presion entre hojas de papel de estraza. La pérdida del agua

(1) Así se llaman los entes simples privados de las partes, de que, segun el sistema de Leibnitz, se componen los demas entes ó sustancias.

destruye enteramente la aptitud para vivir en la materia animal, si se esceptúan algunos animales y vegetales de las últimas clases, que despues de desecados recobran la vida reblandeciéndolos de nuevo. (1) Segun Ch vreul, solo el agua pura es capaz de producir el fenómeno de un completo reblandecimiento, á pesar de ser absorbida lo mismo el agua salada por las materias animales secas, y tambien el alcohol, el éter y los aceites.

Los poros henchidos de agua de las materias animales mojadas, permiten á las sustancias solubles en el agua que entran en contacto con estas, disolverse en el líquido que las humedece, ó si estuvieran ya disueltas las sustancias, repartirse por el tejido orgánico. El agua de las partes animales mojadas abandona con no menos facilidad los cuerpos que tiene en disolucion á otras partes que igualmente son susceptibles de disolverlos. Las leyes de la atraccion de las sustancias durante la disolucion y la mistion y las leyes del equilibrio de reparticion de los líquidos miscibles, encuentran tambien su aplicacion en las partes animales húmedas. Así como una membrana orgánica porosa, cuyas dos caras son puestas en contacto con el agua, establece por medio de sus poros una continuidad entre el líquido que baña una de las caras y el que toca á la otra, así tambien sustancias disueltas en uno y otro líquido pueden atravesar poco á poco la membrana, hasta que haya equilibrio de mezcla y reparticion. Otro tanto sucede á los gases que entran en contacto con partes animales mojadas. En otra parte veremos que aquí, como en los cuerpos inorgánicos porosos, reina una ley notable, á saber, que la disolucion mas densa recibe mas de la disolucion mas ténue al través de las porosidades de los cuerpos, que esta de aquella. La permeabilidad para los flúidos no pertenece únicamente á las estructuras complicadas: se la observa tambien en las estructuras simples, en la membrana que forma la pared de las celdillas elementales de los vegetales y de los animales. Los flúidos penetran por entre las paredes de las celdillas dentro de estas y recíprocamente. Es preciso ademas figurarse á cada glóbulo que nada en un líquido, como reblandecido y penetrado por el agua. El agrupamiento de los átomos químicos homogéneos debe ser tal, en este caso, que deje intersticios para introducirse el agua.

---

(1) BERZELIUS, *Tratado de química*, tomo VII, pág. 4.

Produccion de la materia orgánica y su aptitud para vivir.

La fuerza que anima á los cuerpos orgánicos no es conocida en ninguna otra parte mas que en estos cuerpos. Solo se manifiesta en las combinaciones orgánicas que la dan orígen, y jamás los elementos fundamentales llegan á producir una partícula de materia orgánica, cuando se encuentran por casualidad. Fray (1) supone haber visto formarse en agua pura, animalillos microscópicos, y Grithuisen dice haber observado en infusiones de granito, de creta y mármol, la produccion de una membrana gelatinosa, en la que luego se desarrollaron infusorios. Retzius (2) habla tambien de una especie particular de conferva que se formó en el seno de una disolucion de cloruro barítico en agua destilada, que se habia tenido muchos meses encerrada en un frasco con tapon esmerilado. Pero por notables que sean estos hechos, es indudable qne las sustancias sometidas al esperimento, los vasos ó el agua, contenian aún una pequeña cantidad de materia orgánica, porque segun las observaciones de Schultze, bastan algunas moléculas de polvo de sustancias orgánicas para producir el fenómeno que se alega como prueba de la generacion espontánea de los infusorios. Los mismos animales no pueden producir materias orgánicas con elementos solos, como tampoco con simples combinaciones binarias. Si crecen es porque se apropian sustancias orgánicas existentes ya antes que ellos y procedentes de otros animales ó vegetales: su facultad no pasa de mantener ó modificar la composicion de la materia orgánica. Los vegetales, por el contrario, tienen poder, no solo para metamorfosear la materia orgánica de los animales y de otros vegetales, sino de producirla con los elementos ó con los compuestos binarios de los elementos, tales como el ácido carbónico y el agua, por mas que no puedan prosperar cuando el suelo no tiene rastro alguno de materia orgánica: hay que admitir ademas en e los la facultad de crear materias orgánicas con combinaciones binarias, porque sin esta renovacion contínua, el alimento iria siempre en disminucion sobre la tierra, á causa de ser sin cesar descompuestos ve-

---

(1) *Ensayo sobre el origen de los cuerpos organizados*, París 1817, en 8.º

(2) FROZIEP, *Notizien* 5, número 56.

getales y animales y reducidos á compuestos binarios por la combustion, la putrefaccion, etc.

La materia orgánica producida por los vegetales ó contenida y metamorfoseada en los vegetales y animales, es apta para vivir luego que se la apropia un cuerpo vivo y queda sometida á la fuerza orgánica de este cuerpo. De esta manera, toda la sustancia orgánica que hay esparcida sobre la tierra procede únicamente de cuerpos orgánicos vivientes; la muerte ó la estincion de la fuerza que engendra y mantiene las combinaciones orgánicas, ataca á los individuos, al paso que la materia orgánica conserva su aptitud para vivir, mientras no se ha reducido á combinaciones binarias.

La aptitud para vivir de la materia orgánica, consiste en poder alimentar un cuerpo orgánico vivo. Ordinariamente los cuerpos orgánicos de cierta especie solo nacen de otros cuerpos de su misma clase, esto es, por huevos ó yemas; pero se puede preguntar, si cuando se descompone un cuerpo orgánico no produce tambien la materia que le constituye organismos de otra especie bajo ciertas influencias; si, no solo es apto para vivir, sino que continúa viviendo con otras modificaciones; si, concurriendo ciertas condiciones, esto es, la accion del aire atmosférico, del aire y de la luz, se resuelve en infusorios vivos, al paso que en otras circunstancias revive en plantas de las clases inferiores, los musgos. Los antiguos, y en especial Aristóteles, admitian ya la generacion espontánea de los animales en el sentido mas lato. Era con efecto una tradicion añeja, que la putrefaccion engendra animales inferiores, insectos y gusanos, opinion que figuró entre las preocupaciones de los físicos y médicos hasta el siglo XVII. Pero en esta época probó Redi que eran falsos los ejemplos de generacion espontánea alegados por los antiguos, y que todos estos insectos y gusanos proceden de huevos depositados de antemano por animales en las aguas de las cuales salian. La demostracion era categórica; y no hubo naturalista instruido que creyera en la fábula de la generacion por putrefaccion, de suerte que quedó como incontrastable el adagio de *omne virum ex ovo*. Pero mas adelante demostró Needham, que si no produce insectos la putrefaccion, da orígen al menos á animalillos microscópicos, desconocidos hasta entonces, los infusorios. Vertiendo agua sobre sustancias animales ó vegetales, y dejando todo espuesto al aire y á la luz á la temperatura ordinaria, se nota al cabo de algunos dias que parte de la materia se descompone poco á poco; otra se metamorfosea, ó se resuelve en glóbulos ó se

deshace enteramente, y se ve aparecer mohos ó animalillos microscópicos, en los cuales hizo despues Ehrenberg el brillante descubrimiento de que gozan de una organizacion mucho mas complicada de lo que se habia sospechado.

Las primeras observaciones sobre la produccion de los infusorios fueron recogidas por Needham. Otros ensancharon mas los conocimientos; y segun Wrisberg, es necesaria la influencia del aire para que las infusiones de sustancias orgánicas produzcan infusorios, los cuales no se producen cubriendo el licor, por ejemplo, con una capa de aceite de olivas. Pero todas las sustancias, animales ó vegetales, mezcladas con agua, son aptas para producir de estos animali los, como no sean ácidas ni acres, ni contengan nada que pueda impedir la putrefaccion. Verifícase el desarrollo de los infusorios, despues que la materia orgánica ha sufrido cierto grado de descomposicion, anunciado por las burbujas de gas que se desprenden: á este tiempo y despues, muestra la infusion una gran cantidad de moléculas microscópicas, que unas veces estan esparcidas, aisladas, y otras forman una especie de membrana en la superficie del líquido, y proceden de la descomposicion de la materia orgánica.

La generacion espontánea de los infusorios fue atacada por muchos físicos, pero en especial por Spallanzani, el cual pretende que la aparicion de estos animalillos era debida á huevos mezclados accidentalmente con materias orgánicas y que se desarrollaban bajo a influencia reunida del calor, del agua, del aire atmosférico y de la luz. Los esperimentos de este sabio dan por sentado que las sustancias orgánicas cocidas son igualmente aptas que las que no han hervido para producir infusorios, y que para la infusion puede usarse indistintamente agua comun y agua destilada. Prueban tambien que es necesario el aire atmosférico para el desarrollo de infusorios, y que estos no se producen en el seno de infusiones que hayan estado espuestas una hora á la accion del agua hirviendo, despues de herméticamente cerradas en vasos. Por esperimentos hechos con las simientes de sandía, de calabaza, de cáñamo y con las lentejas, se ha averiguado que el número de infusorios es mas considerable cuando crece el gérmen que cuando empieza á germinar la semilla, y que disminuye cuando esta está pasada. Cuando se infundian aparte el almidon y el gluten, despues de separarlos, la infusion del almidon contenia pocos ó ningunos animalillos, al paso que abundaban en el gluten. Por el contrario, ningun sér vivo aparecia en las infusiones de cebada,

de maiz, de altramuz, de judías, de arroz y lino. No obstante, como los géneros y especies de los infusorios estan tan bien determinados como los de las clases superiores del reino animal; como Spallanzani no ha descrito la forma de sus infusorios; y como, en fin, no conocemos todavía los grados de desarrollo porque puede pasar cada especie de estos animales, pierden mucho valor los esperimentos del sabio italiano. El dice haber descubierto animalillos enteramente distintos en infusiones de calabaza, de camomila y de acedera.

Trevirano dió mayor peso á la hipótesis de la generacion espontánea con numerosos esperimentos ejecutados con mas criterio (1). Los argumentos se fundan en los hechos siguientes:

1.° Sustancias orgánicas diversas, puestas en infusion en una misma agua, producen animalilos infusorios diferentes.

2.° La luz ejerce grandísima influencia en la generacion espontánea. Así la materia verde de Priestley, notable por la propiedad que tiene de exhalar gas oxígeno, no se produce sin el influjo de la luz, esponiendo agua, y en particular agua de pozo, al sol, en vasos abiertos ó cerrados, pero trasparentes. Manifiéstase entonces bajo el aspecto de una costra verdosa, formada por granulaciones redondas y elípticas, en la que se descubren primeramente moléculas aisladas, que ejecutan ligeros movimientos, y despues filamentos trasparentes que se mueven de una manera irregular. Ingenhousz es el que observó mejor estos cambios. Segun R. Wagner, la materia verde de Priestley es un conjunto de cadáveres de animalillos verdes, el *Euglena viridis* y otros infusorios. En esta hipótesis serian los filamentos movibles séres particulares, distintos del resto de la materia verde, incurriendo Ingenhousz en el error de considerar á especies diversas de séres simples como otras tantas metamorfosis de las mismas moléculas.

3.° Los gusanos intestinales y los animalillos espermáticos, corpúsculos adornados de una cola y provistos de movilidad, segun demuestra el microscopio, hablan tambien en favor de la formacion espontánea de séres vivos en la materia orgánica.

---

(1) *Biologia*, t. 2.°, pág. 279.

4.º Los esperimentos de Treviranus han manifestado que en igualdad de circunstancias, séres diversos, á saber, infusorios ó mohos, se producian en infusiones distintas, y que la causa de esta diferencia no dependia del agua, sino de la sustancia empleada.

5.º Treviranus observó que se formaban producciones diferentes en porciones diversas de una misma infusion, cuando la casualidad sometia á estas á condiciones que no eran las mismas. Así la infusion de hojas de lirio desarrollaba infusorios en un largo vaso cubierto de tela y espuesto al sol, y materia verde en otro vaso puesto de distinto modo. Una infusion de centeno en agua de pozo daba tambien productos diversos, segun se metiera ó no una varilla de hierro. Parece que concuerda con este hecho otro observado por Gleditsch, que vió rajas de melon, tapadas con muselina, cargarse de mas ó menos cantidad de mohos, y algas, segun que habian estado colocadas en sitios mas ó menos elevados. Podríase añadir que Gruithuisen dice haber encontrado animalillos infusorios enteramente distintos en las infusiones del pus y del moco. De todo esto dedujo Treviranus que existe en toda la naturaleza una materia constantemente activa, absolutamente indescomponible ó indestructible, en virtud de la cual todos los séres vivos, desde la alga hasta la palmera, y desde la mónada hasta los mónstruos del mar, poseen la vida de que gozan, y que invariable en la esencia, pero variable en la forma, cambia continuamente de configuracion: que esta materia es amorfa por sí, pero susceptible de tomar todas las formas de la vida; en fin, que no obtiene una forma determinada sino por la influencia de causas esteriores, y no persevera bajo esta forma sino mientras subsisten las mismas causas, tomando otra cuando obran otras fuerzas sobre ellas.

Segun Wrisberg y otros, nacen los infusorios de las partículas que se desprenden de la sustancia infundida y que empiezan á moverse poco á poco; pero segun Gruithuisen, no aparecen hasta que el agua ha robado la parte estractiva del cuerpo que se infunde. Schultze dice no haber visto jamás en infusiones de sangre, de leche ó de materia cerebral ningun glóbulo sanguíneo, lechoso ó medular, moverse como mónada ó trasformarse en mónada: cada uno de estos glóbulos produce al descomponerse un gran número de mónadas. En efecto, segun Wrisberg, la mónada visible mas pequeña tiene 1/2400 de pulgada de diámetro, al paso

que los cuerpecillos de la sangre del hombre tienen un 1/4000 y los de leche son aún mas gruesos (1).

Pasemos ahora al exámen de estas observaciones.

El modo como se han hecho los esperimentos sobre la generacion espontánea, no es garantía de que no se haya deslizado alguna ilusion.

1.º Los que han esperimentado al aire libre sobre decocciones de sustancias orgánicas, no pueden probar que los infusorios producidos no procedian de infusorios ó gérmenes de infusorios desecados con el polvo que revolotea en la atmósfera. Acaso, como lo dá á entender Humboldt, roban los vientos de las aguas que se secan gérmenes de los séres orgánicos mas simples; y estos gérmenes, cayendo en el agua en el estado de polvo, renacen en ella á la vida, como sucede á los rotíferos, segun los esperimentos de Spallanzani confirmados por otros observadores. Schultze se ha valido recientemente, para esplicar los infusorios, de la circunstancia de encerrar el polvo de la atmósfera pequeñas moléculas orgánicas susceptibles de hincharse en el agua: considera estas moléculas como mónadas secas, que reviven en humedeciéndose. Sin embargo, aunque sea muy frecuente esta formacion de infusorios, Schultze no la considera como la única, y admite la metamorfosis de las sustancias orgánicas en protozoarias.

2.º Los que han hecho esperimentos sobre materias animales hervidas y se han valido de agua comun para la infusion, tampoco pueden probar que sus infusorios sean de nueva formacion; porque puede haberlos contenidos el agua en el estado de huevos ó verdaderos infusorios, que se multiplican rápidamente á espensas de la sustancia orgánica infusa. No se puede suponer en casi ningun caso que se haya usado de agua destilada pura, puesto que hasta un agua destilada cinco veces puede conservar moléculas orgánicas.

3.º Los que esperimentaron con sustancias orgánicas frescas y agua destilada ó gases ficticios, no pueden probar que los huevos de infusorios ó los infusorios mismos no estuvieran contenidos en la materia orgánica. A la verdad, se conocen pocos animalillos microscópicos en las partes vivas, y en todo caso los glóbulos ordinarios de los líquidos orgáni-

---

(1) TREVIRANUS, *Biologia*, t. II, pág. 264.—GRUITHUISEN, *Bæstrege zur Phisiognosie und Eautognosie*, Munich, 1812.-BURDACH. *Physiologie*, 1837.—C. A. S. SCHULTZE, Mikroscopische, etc.

cos, de la sangre por ejemplo, no gozan de una vida individual; pero el moco tiene ya animalillos microscópicos: los hay en el moco intestinal de la rana, lo mismo que en el esperma; y Baer ha visto en diversos músculos partículas microscópicas que se movian (1). Los granos del trigo y de algunos *agrostis* tienen á menudo vibriones, que aun despues de secos, recobran la vida humedeciéndolos. Algunos animalillos, que se hallan en otros animales, siguen viviendo en el agua, sobre todo, los epizoarios.

4.° Por último, aunque algunos observadores han hecho esperimentos á un tiempo con infusiones de sustancias orgánicas, con agua destilada y con gases artificiales, no se puede admitir como probable en estos casos la precision necesaria para sentar un resultado definitivo, ni es posible siquiera, pues los instrumentos empleados para mudar el agua hubieran debido estar absolutamente puros de toda partícula orgánica adherente, y cada lavatorio daba motivo á errores.

Estas observaciones no refutan la generacion espontánea: demuestran solamente que no hay medio de probarla por la observacion directa. Pero Ehremberg la ha hecho en realidad muy inverosímil con sus investigaciones sobre la organizacion de los animales y vegetales que se dice nacen de esta manera. Descubrió en primer lugar la verdadera germinacion de las simientes de setas y de mohos (2), fijando así el modo de propagacion de estos vegetales: demostró cómo se pueden producir nuevos mohos con semillas de otros, é hizo probable que en el caso de que estos seres aparezcan de un modo inesperado, sea porque diseminadas sus semillas en el agua ó en la atmósfera, no hayan hecho mas que encontrar el terreno necesario para desenvolverse. En cuanto á los animalillos infusorios, reconoció Ehremberg que tienen una estructura complicada, de suerte que aun el mas pequeño mónada de 1/2000 de linea de diámetro está provisto de un estómago compuesto y de órganos locomotores que consisten en pelos. En otros observó los huevos y la propagacion por medio de ellos. Estas particularidades suscitan las mayores dudas contra la exactitud de las observaciones anteriores, cuyos autores, sin conocer la estructura complexa de los animales de que hablaban, suponian haberlos visto nacer inmediata-

---

(1) Véase *Nov. act. nat. cur.*, t. XIII, pág. 594.

(2) *Nov. act. nat. cur.* t. X.—DUTROCHET, *Memorias sobre los vegetales y animales.* Paris, 1837; t. II, pág. 190.

mente de partículas de sustancias puestas en infusion. Ehrenberg jamás logró obtener de infusiones determinadas, formas igualmente determinadas de infusorios: él mismo opina que hay cierto número de especies, las mas generalizadas de todas, cuyos huevos ó individuos pueden existir en todas las aguas, aun en algunas partes de plantas, y que se multiplican muchísimo y con suma rapidez. Un rodador, *hidatina senta*, que fué observado mas de diez y ocho dias y vivió despues de este término, apareció capaz de cuadruplicarse en veinte y cuatro á treinta horas. Por esta base resulta en diez dias un millon de individuos, lo cual esplica hasta cierto punto la abundancia de los infusorios en una gota de líquido. Ehremberg jamás observó infusorios en el rocío ni en la lluvia, pero los encontró en todas las partes del mundo; y lo mismo en agua de mar que en la de rio, lo mismo en las superficies que en las profundidades de la tierra. El desarrollo de estos animales parece rico en formas sucesivas, y podrá suceder que se crea descubrir especies distintas, habiendo solo simples grados de desarrollo. Ehremberg dedujo de estas diversas observaciones, que todos los infusorios proceden de huevos como los otros animales, y deja indecisa la cuestion de si sus huevos son realmente en parte producto de una generacion espontánea (1). Waguer tiene por hecho averiguado la conversion de infusorios en materia de Priestley, que ha sido descrita por muchas personas; pero para él esta materia no es otra cosa que un monton de infusorios muertos, pertenecientes al *Euglena viridis*. Por otra parte, pone en duda, y acaso con razon, la metamorfosis de la materia de Priestley en confervas, en musgos, etc.

Hoy, en atencion á los gusanos intestinales, es mas lícito sostener la hipótesis de la conversion primordial de una materia animal no organizada todavía en ciertos animales. Toda una série de argumentos en favor de la generacion espontánea nace de la imposibilidad que hay para esplicar de otro modo el orígen primero de los entozoarios.

1.° Los gusanos intestinales, en gran mayoría, difieren completamente, tocante á la organizacion, de todos los séres que viven fuera del cuerpo animal. La analogía de algunos dístomas con los planarios de agua dulce y de agua salada no es mas que aparente.

---

(1) *Poggendorf's Annalen*, 1832; t. I.—Comp. R. Waguer, en *Isis*, 1832, p. 383.

2.º Muy pocos de estos gusanos son los que se encuentran en diferentes especies de animales: así los ténias del hombre son esclusivos suyos, al paso que el *destoma hepaticum* parece comun al hombre, á la liebre, á los animales de cuernos, al camello, al ciervo, al caballo, al cochino; y la ascáride lombricoide al hombre, al cochino, al buey y al caballo. La mayor parte de los animales tienen sus entozoarios propios que difieren de los demas en cuanto á la especie.

3.º Muchos gusanos intestinales no viven sino en ciertos órganos.

4.º Estos séres mueren en general fuera del cuerpo animal.

5.º Se los ha descubierto hasta en los embriones.

6.º Lo que prueba que ellos ó sus gérmenes no son trasmitidos por los alimentos, es que los animales que viven únicamente de vegetales tienen sus entozoarios propios, lo mismo que los demas. Esta trasmision no puede admitirse sino en un cortísimo número de casos en los animales carnívoros: el equironisque del turon se ha solido encontrar tambien en el alcon; las lombrices de las ranas, en las serpientes; la ligula de los pescados y el *bothricephalus solidus* de la perca en el conducto intestinal de las aves zancudas y palmípedas. Pero otros muchos entozoarios habitan fuera del tubo digestivo y de las vias por donde penetran sustancias esteriores.

Ehremberg, que no es partidario de la generacion espontánea en los gusanos intestinales, se inclina á la opinion antigua, segun la cual los huevos de estos séres son diseminados por la circulacion en todas las partes de los animales. Admite que las partes genitales de los entozoarios encierran gran número de huevos; que el líquido circulatorio arrastra estos huevos á todas las regiones del cuerpo de un animal, pero que muy pocos son depositados en el terreno necesario para su desaarollo, de suerte que todos los humores de un animal están, por decirlo así, impregnados en huevos de gusanos que viven en tales ó cuales órganos de aquel mismo animal. La leche, de que se alimentan otros individuos, puede ya contener huevos de entozoarios. El embrion de los mamíferos, en el cual se han hallado gusanos intestinales, puede haber recibido los huevos en los humores de la madre. En huevos de gallina se han descubierto gusanos. Pero en realidad se tropieza con tantas inverosimilitudes al querer refutar la generacion espontánea como al tratar de admitirla. Los huevos de entozoarios son sin duda demasiado gruesos para

poder pasar de los órganos en que estos animales viven á los vasos linfáticos, para circular por los capilares sanguíneos que no tienen mas que 0,00025 de pulgada de diámetro, y por último para llegar á los productos secretorios, á la leche, á la yema de huevo. La hipótesis de la trasmision de los gusanos intestinales de la madre al hijo está en manifiesta contradiccion con los datos esperimentales de la micrometría, á no que se suponga que las mas pequeñas partículas de sustancia reproductiva de estos animales son tan aptas como el huevo entero para propagarlos. En cuanto á los animalillos espermáticos, admite Eheremberg que son inoculados á cada animal en el acto de la generacion. (1)

Los esperimentos directos sobre la generacion espontánea son estremadamente difíciles en el estado actual de la ciencia, y los hechos en estos últimos tiempos no hablan en favor de la doctrina. Schultze ha observado que un aire atmósférico que haya pasado por ácido sulfúrico no permite desenvolvimiento de infusorios en líquidos hervidos. Schwann ha reconocido que estos mismos líquidos, puestos en contacto con aire sometido antes al calor rojo pero rico todavía de oxígeno y renovado á menudo, no producen infusorios ni mohos y no sufren la putrefaccion.

---

(1) Las observaciones de Baer añaden nuevos enigmas á la historia de la generacion de los vermes intestinales. Los animalillos que él denomina *Bucephalus* se producen en los ovarios filiformes de las almejas, y como Bojano descubrió en el *Limnœus stagnalis*, una lombriz que contiene dentro de sí otros animales de distinta forma. Nordmann (*Mikrographische Beitrœge*, Berlin 1832) ha observado mónadas en el cuerpo de los diplóstomas vivos y visto nacer infusorios en los huevos de lerneas en putrefaccion. Por otra parte es preciso atender á los cambios que esperimentan algunos entozoarios, por ejemplo la ligula y el *bothricephalus solidus* de los pescados que no adquieren partes genitales distintas sino en las aves palmípedas. Es preciso considerar tambien la forma de algunos distomas jóvenes, por ejemplo, el *distoma nodulosum* del Bars que al principio está privado de chupador y provisto de un vestigio de ojo, con pelos como para nadar en el agua. Los infusorios y entozoarios de los vegetales vivos están por estudiar todavía. Un hecho bastante importante es que segun Steinbuch (*Analecten*. 1812) y Baner (*Philos. Trans*. 1823). las semillas enfermas de *Agrostis*, de *Phalaris* y de *Triticum* contienen vibriones: Baner encontró en el tallo de las plantas nuevas de trigo, los vibriones que inoculó en las semillas, y segun él y Steinbuch, los gusanos de las semillas secas están muchos aptos para vivir en el agua.

La formacion de infusorios no es una produccion primitiva de materia orgánica; supone ya la existencia de séres orgánicos, puesto que ninguna sustancia orgánica se desenvuelve nunca por sí misma, y que los vegetales vivos son al parecer los únicos que tienen la facultad de trasformar combinaciones binarias, como el agua y el ácido carbónico en combinaciones binarias orgánicas, en materia orgánica, al paso que los animales viven únicamente de materias orgánicas formadas ya, que ellos no tienen poder para crear por sí mismos con elementos ó combinaciones binarias, suponiendo por consiguiente su existencia la del reino vegetal. En cuanto á saber cómo se han producido primordialmente los séres orgánicos, y cómo ha adquirido la materia una fuerza que es absolutamente necesaria para la formacion y subsistencia de la materia orgánica, pero que por otra parte tampoco se manifiesta nunca sino en materias orgánicas, es cuestion que pasa de los límites de la esperiencia. No se puede cortar la dificultad diciendo que la fuerza orgánica es inherente siempre á la materia, como si la fuerza orgánica y la materia orgánica no fueran mas que modos distintos de considerar el mismo objeto; porque los fenómenos orgánicos no son propios en realidad mas que para cierta combinacion de los elementos, y la materia orgánica susceptible de vivir, se resuelve en combinaciones inorgánicas desde que cesa la causa de los fenómenos orgánicos, esto es, la fuerza vital. La solucion del problema pertenece á la filosofía y no á la fisiología empírica. Así, pues, como la conviccion tiene bases enteramente diferentes en filosofía y en las ciencias naturales, nuestro deber es en este caso no abandonar el dominio de una esperiencia fecundada por el raciocinio. Por tanto es preciso contentarnos con saber que las fuerzas que hacen vivir á los cuerpos organizados son de naturaleza particular, y examinar cuáles son las propiedades que las caracterizan.

DEL ORGANISMO Y DE LA VIDA.

Esencia de la organizacion viviente.

Los cuerpos organizados no se diferencian tan solo en los cuerpos inorgánicos por el modo con que están dispuestos los elementos que los constituyen: la actividad contínua que se despliega en la materia orgánica viviente goza tambien de un poder creador, sometido á las leyes de un plan razonado, de la armonía, porque las partes están dispuestas de

tal manera que correspondan al objeto del todo, y esto es precisamente lo que distingue al organismo. Kant dice que la causa del modo de existencia en cada parte de un cuerpo vivo está contenida en el todo, al paso que en las masas muertas, cada parte la lleva en sí misma. En vista de este carácter, se concibe por qué una parte aislada del todo orgánico, cesa de vivir la mayor parte del tiempo, y por qué el cuerpo orgánico es un individuo, un todo indivisible. Mientras las partes son miembros heterogéneos de un todo, el tronco tampoco puede subsistir despues de la pérdida de una parte integrante del todo.

Solamente cuando animales ó vegetales muy simples poseen cierta suma de partes homogéneas, ó cuando los miembros homogéneos pertenecientes á un todo, se prolongan en cada porcion de este, es cuando el todo puede ser dividido, y separados los segmentos, que contienen todavía los miembros heterogéneos del todo, pero en menor número, pueden seguir viviendo. Las ramas desprendidas de un árbol se convierten en individuos nuevos fijándolas en tierra. Las diversas partes de los vegetales tienen tanta semejanza entre sí, que pueden trasformarse unas en otras: por ejemplo, las ramas en raices, los estambres en pétalos (1). En el mismo caso están algunos animales simples, como los pólipos. Las dos mitades de un pólipo, cortado por en medio, siguen creciendo independientemente, como lo prueban los esperimentos de Trembley, de Roesel y otros. Así sucede tambien con algunas lombrices, como por ejemplo, las Naides, en las cuales las mismas partes heterogéneas, poco mas ó menos, de las porciones del intestino, de los nervios, de los vasos sanguíneos, se prolongan en los diversos segmentos del cuerpo. Háse visto á estos animales multiplicarse por escision: pero si los dividian de modo que cada tronco no conservára partes características del todo, no podia subsistir en ellos la vida. En los animales superiores y en el hombre hay ciertos órganos, esto es, miembros, totalmente diferentes bajo el punto de vista y de la calidad, que no pueden ser eliminados sin que se estinga la vida, sin que se borre la idea del todo, y estos órganos son simples ó únicos, como el cerebro, la médula espinal, el pulmon, los intestinos, etc. Otras partes, por el contrario, que no entran en la idea del todo como miembros absolutamente necesarios ó que son múltiples, pue-

(1) GOETHE, *Metamorphosen der Pflanzen.*

den ser separadas. Obsérvese empero que ninguna parte de estos animales sobrevive á la separacion, porque ninguna conserva los miembros integrantes que caracterizan al todo. El huevo solo, el gérmen, llena esta condicion, porque la fuerza orgánica no ha formado todavía las partes integrantes del todo: así cuando se separa se desenvuelve en un todo nuevo. Hay pues en el organismo la unidad del todo que domina á la multiplicidad de los miembros.

Por los hechos referidos se colige que los cuerpos orgánicos no son absolutamente indivisibles. Lejos de esto, son divisibles siempre con conservacion de sus fuerzas, cuando los segmentos separados conservan todavía en proporcion suficiente los miembros del todo, que difieren entre sí por su calidad y aun se efectúa una verdadera escision en la generacion de los animales y de los vegetales superiores. Los cuerpos inorgánicos, por el contrario, son divisibles en un sentido mas lato, sin que las partes pierdan las propiedades químicas del todo: segun una espresion admitida, se los puede dividir hasta el infinito, esto es, segun la doctrina atomística, hasta los átomos primitivos, que por su pequeñez se escapan á nuestros sentidos; y en los cuerpos que, bajo el punto de vista químico, merecen el nombre de compuestos, hasta los átomos producidos por la reunion de diversos átomos constitutivos, los cuales son igualmente inaccesibles para nuestros sentidos. No obstante, hay entre los cuerpos inorgánicos algunos, los cristales, que no seria posible dividir hasta las partículas primitivas sin que pierdan sus propiedades. Los cristales no se dejan dividir fácilmente sino en ciertas direcciones, y las partes así obtenidas suelen diferenciarse del todo en la forma, motivo para que algunos mineralogistas (1) hayan considerado los cristales como individuos que deben su subsistencia á la continuidad de accion de la fuerza que los produjo, y que perecen cuando influencias químicas esteriores ó influencias mecánicas prevalecen sobre su fuerza de cristalizacion, sobre su dureza. Pero aun cuando en este caso se quiera considerar á los cristales como individuos, no por eso dejaria de existir la gran diferencia de ser las moléculas homogéneas en todo el cristal y divisible este al menos en agregaciones homogéneas de moléculas, al paso que los cuerpos orgánicos están com-

(1) MOHS, *Grundriss der Mineralogie*, tomo I, prólogo, página 6.

puestos de partes diferentes de un todo, es decir, de tejidos que poseen propiedades especiales. Luego todo cuerpo inorgánico es un agregado de diversas sustancias mezcladas, al que falta la relacion entre estas partes, necesaria para que el todo subsista.

De hallarse los cuerpos orgánicos compuestos de miembros heterogéneos de un todo segun la ley de la armonía, dedúcese la necesidad de una diferencia pronunciada entre la configuracion esterior é interior de estos cuerpos y de sus órganos y la de los cuerpos inorgánicos. En todo el reino animal no solamente admiramos la espresion de las fuerzas predominantes, lo mismo que la centralizacion es el resultado de cierta fuerza en una combinacion binaria; sino que tambien la forma d los animales y de los órganos, manifiesta que todo está dispuesto de un modo racional para el juego de las fuerzas, que hay armonía prefijada entre la organizacion y las facultades, á fin de lograr el objeto ó el ejercicio de estas facultades del todo, como lo comprueba cada parte, por ejemplo, el ojo, el aparato auditivo, etc. En los cristales por el contrario no se descubre señal alguna de armonía entre la configuracion y la actividad del todo, porque el cristal, tomado en conjunto, no es un todo armónico compuesto de tejidos heterogéneos, sino que fué producido por una agregacion de elementos ó de moléculas homogéneas sometidas á las mismas leyes de la agregacion cristalina. Por esta misma razon no crecen los cristales sino por adiciones esternas á las partes formadas primero, siendo así que la organizacion diversa de las partes unidas en el cuerpo orgánico es simultánea en lo general, de suerte que el crecimiento de este cuerpo, parte casi siempre simultáneamente de todas las partículas activas de su sustancia, y el aumento de su masa no se efectúa, como los cuerpos inorgánicos, por simple agregacion esterior.

La única cosa que se puede comparar en los cuerpos orgánicos é inorgánicos, es el modo con que se realiza la simetría en unos y otros. Los cristales tienen caras, aristas, ángulos, simétricos ó no simétricos. Tambien tienen los animales partes simétricas y otras que no lo son, y las leyes de la configuracion orgánica, sea ó no simétrica, manifiestan modificaciones semejantes. Distinguimos, por ejemplo: 1.° un tipo simétrico radiado en los radiarios, en el cual partes homogéneas se agrupan en torno de un centro comun, no faltando la simetría de los lados anterior y posterior de la organizacion radiante; 2.° la simetría de las

partes homogéneas sobre un tipo ramoso, como sucede en los vegetales, en que las hojas y las flores son las partes simétricas que se repiten, y en los pólipos en que el animal es la parte simétrica implantada en el polípero ramoso; 3.º la simetría serial en la sucesion de las partes simétricas de delante atras en las lombrices que solo tienen partes simétricas en el vientre y dorso; 4.º simetría bilateral en la repeticion de partes semejantes de los dos lados del cuerpo, en los animales superiores y en el hombre, en quien la falta de simetría obra sobre los órganos situados detrás unos de otros, así como sobre las caras dorsal y ventral. En muchos animales, la simetría lateral, coexiste en parte con la simetría sucesiva de adelante atrás, como sucede en las vértebras en los que ocupan el punto superior de la escala. Prescindiendo de que la simetría y la no simetría de los cuerpos inorgánicos cristalizados, se nota siempre en superficies planas y en líneas rectas, que es lo contrario de lo que pasa en los cuerpos organizados, queda todavía la gran diferencia de que las partes simétricas y no simétricas de los cristales tienen composicion simple, al paso que las partes que se repiten simétricamente en los cuerpos orgánicos están compuestas de tejidos heterogéneos. Tampoco nos es dado conocer las causas de que dependen los diversos tipos de la simetría orgánica, las que determinan por ejemplo en el gérmen mismo la situacion de los ejes para la simetría bilateral, para la de delante atrás, para la de los lados ventral y dorsal en los animales superiores: tan imposible es esto como descubrir las causas de la cristalizacion simétrica. Por lo demas en el organismo nunca son los órganos cristalinos, y aunque cristalicen ciertas grasas en el estado de pureza, no se verifica este fenómeno sino cuando están sometidas á influencias esteriores y sustraidas á la de la fuerza vital; lo mismo sucede con el azúcar, la urea y el ácido úrico. La mayor parte de los humores y de las materias orgánicas, no cristalizan ni aun fuera del organismo viviente. (1)

---

(1) El conducto vertebral y la cavidad craniana de las ranas, encierran al rededor de las partes centrales del sistema nervioso, una capa de materia pultácea blanca, que, segun Ehremberg, consiste en cristales microscópicos y en carbonato de calcio. En el peritoneo de los peces, descubrió él mismo cristales microscopicos de una materia orgánica.

Hasta ahora no se ha tratado mas que del carácter particular de los cuerpos organizados, que los hace todos orgánicos, compuestos de órganos heterogéneos, y que tienen la razon de su existencia en el todo segun la espresion de Kant. Pero la fuerza orgánica del todo, que es la condicion de la existencia de las partes, posee tambien la propiedad de producir con la materia orgánica los órganos necesarios para el conjunto. Algunas personas han creido que la vida ó la actividad de los cuerpos orgánicos era únicamente la consecuencia de la armonía, en cierto modo del engaste de las ruedas de la máquina, y que la muerte resultaba de la destruccion de esta armonía. No se puede negar la armonía, la correspondencia de unas partes con otras, porque la respiracion en los pulmones es la causa de la accion del corazon, y el movimiento de éste lleva á cada instante al cerebro la sangre modificada por la respiracion, lo cual permite al encéfalo vivificar los demas órganos y provocar los movimientos respiratorios. Pero lo que da impulso á todos estos actos es el aire atmosférico en la respiracion. Toda lesion grave de uno de los resortes principales del mecanismo del cuerpo orgánico, el pulmon, el corazon, el cerebro, puede ser causa de muerte, motivo porque se les dió el nombre de *atria mortis* (1).

Pero la armonia necesaria entre los miembros para constituir el todo, no subsiste sin embargo cuando falta la influencia de una fuerza que obra igualmente sobre el todo, no depende

---

(1) Segun la exacta observacion de Chossat (*Investigaciones esp, sobre la inanicion*, Paris 1843) los fisiólogos que antes ó despues de Bichat se han dedicado al estudio de las causas de la muerte, no han dilucidado la cuestion, refiriendo esta al cerebro, al pulmon y al corazon. Con efecto, asi no se esplica mas que un corto número de casos de muerte, y en la tisis pulmonar, por ejemplo, no podria decirse que en general sobreviene la muerte por asfixia, pues el dia de la muerte no aparece el pulmon mas dañado que la víspera, á cuyo tiempo bastaba todavía para la oxigenacion de la sangre. A los tres modos indicados por Bichat hay que añadir un cuarto á lo menos: la muerte por el aparato digestivo. La inanicion es una causa de muerte que marcha de frente y en silencio con toda enfermedad en la que no esté la alimentacion en el estado normal. Llega á su término natural mas tarde ó mas temprano que la enfermedad que acompaña sordamente, y puede tornarse en enfermedad principal la que empezó como epifenómeno. Reconócesela en el grado de destruccion de las carnes musculares, y á cada paso se puede calcular su importancia por el peso relativo del cuerpo. (*N. del T. franc.*)

de ninguna de sus partes, y existe antes que ellas, porque no son creadas hasta el momento del desarrollo del embrion, y esto por la fuerza del gérmen. En un mecanismo construido con armonía, un reloj por ejemplo, el todo puede desplegar una actividad dependiente del curso de accion de diversas partes, y puesto en movimiento por una causa: pero los cuerpos orgánicos no subsisten solo por una union fortuita de sus elementos, sino que producen con sus fuerzas propias y á espensas de la materia orgánica, los órganos necesarios al todo. Esta fuerza creadora, inteligente, se manifiesta segun una ley rigorosa como lo exige la naturaleza de cada animal; existe ya en el gérmen, aun antes de que estén separadas las futuras partes del todo, y ella es la que en realidad produce los miembros, sin los cuales no quedaria realizada la idea del todo.

El gérmen es el todo *potentia*; y cuando se desenvuelve aparecen *actu* las partes integrantes del todo. Observando el huevo empollado, vemos efectuarse á nuestra vista esta centralizacion de partes procedentes de un todo potencial. Todas las partes del huevo, esceptuado el gérmen, solo están destinadas á la nutricion de éste: en el gérmen reside únicamente la fuerza entera del huevo, y como las influencias esteriores son las mismas para todos los séres orgánicos, debe considerarse lo que aparece con la misma forma en la mayor parte de los animales, como el todo potencial del animal futuro, dotado de la fuerza esencial y específica que disfrutára éste, y susceptible de acrecentar por asimilacion de materia el mínimum de esta fuerza específica y de la materia que la acompaña. Se estiende el gérmen, envuelve la yema á medida que crece, y de su metamorfosis nacen los órganos del animal por medio de una produccion incesante de celdillas ó elementos activos de formacion, porque los primeros que aparecen son los elementos del sistema nervioso, y aun los elementos de los sistemas orgánicos dan orígen á todos los pormenores de la organizacion con su desarrollo sucesivo; de suerte que estamos obligados á ver en la primera señal de las partes centrales del sistema nervioso, no el cerebro ó la médula espinal, sino solamente el todo potencial de este sistema. Asimismo, las partes del corazon proceden manifiestamente de un utrículo homogéneo, y el primer vestigio de aparato digestivo, sin glándulas salivales ni hígado, no es otra cosa que un utrículo intestinal, es el todo potencial del futuro aparato de la digestion. Hoy ya no se puede poner en duda que el gérmen no es una simple miniatura de los órganos

futuros, como lo creian Bonnet y Haller, porque los rudimentos de los órganos no se hacen visibles por el efecto solo del engrosamiento; desde su primera aparicion tienen bastante volúmen, pero son sencillos; de suerte que vemos nacer poco á poco los órganos complexos de un órgano sencillo primitivamente.

Si Stahl hubiera tenido conocimiento de estos hechos, habria hallado un argumento mas en favor de su doctrina, á saber: que el alma razonable es el primer móvil de la organizacion, que es la única causa de la actividad orgánica, que construye armónicamente y mantiene su cuerpo con arreglo á las leyes de su propia actividad, y que por su accion orgánica se verifica la curacion de las enfermedades. Los contemporáneos y los sucesores de aquel grande hombre no le comprendieron bien cuando creyeron que segun él, el alma crea las ideas con intencion y conciencia, siendo asimismo lo que dá impulso al organismo. El alma de Stahl es la fuerza de la organizacion misma, manifestándose con arreglo á leyes racionales. Pero Stahl avanza demasiado igualando las manifestaciones del alma acompañadas de conciencia con la fuerza de la organizacion que se hace evidente de un modo armónico, pero por efecto de una necesidad ciega. La fuerza organizadora, que obedeciendo á una ley eterna produce y anima los miembros necesarios para la existencia del todo, no reside en órgano alguno; se revela por la nutricion, aun en los mónstruos acéfalos hasta el instante del nacimiento, modifica el sistema nervioso existente ya, lo mismo que los demas órganos, en la larva del insecto que se metamorfosea; de suerte que desaparecen muchos gangliones del cordon nervioso, y otros se confunden: la misma fuerza organizadora es causa de que durante la metamórfosis de la rana se acorte la médula espinal á medida que pierde su organizacion la cola, y que se desenvuelven los nervios de las estremidades. La actividad que obra con armonía y con conciencia se despliega tambien en los fenómenos del instinto. Cuvier dijo perfectamente que el instinto es una especie de sueño ó vision que persigue siempre á los animales, que parece que estos tienen en su sensorio imágenes ó sensaciones innatas y constantes, que los determinan á obrar como las sensaciones ordinarias y accidentales indican comunmente. Pero lo que promueve este sueño, esta vision, no puede ser otra cosa que la fuerza organizadora que obra por leyes racionales, la causa primera de una criatura. Esta fuerza existe en el gérmen con anterioridad á todos los órganos; de modo que pa-

rece no estar encadenada tampoco á ningun órgano en el adulto. Por el contrario, la conciencia, que no dá lugar á ningun producto orgánico, ni forma mas que ideas, es un resultado tardío del desarrollo mismo, y está ligada á un órgano de que depende su integridad, al paso que el primer móvil de toda organizacion armónica continúa obrando hasta en el mónstruo privado de encéfalo. Fáltales la conciencia á los vegetales, y sin embargo existe en ellos una fuerza de organizacion que obra segun el prototipo de cada especie de planta.

No puede considerarse la fuerza organizadora como análoga á la conciencia, ni podria compararse su actividad ciega, necesaria, con ninguna formacion de ideas. Nuestras ideas, del todo orgánico, no son mas que simples imágenes cuya conciencia tenemos, en lugar de que la fuerza orgánica, la causa primera del sér orgánico, es una causa creadora que imprime cambios armónicos á la materia. El organismo, el sér orgánico, es de hecho la unidad de la fuerza creadora orgánica y de la materia orgánica. ¿Y esta fuerza y esta materia han sido alguna vez las ideas eternas de Platon? ¿se han infundido los prototipos creadores en una época cualquiera en la materia, continuando siempre desde entonces rejuveneciéndose en cada animal? Hé aquí otras tantas preguntas á que nuestro saber no alcanza, mitos ó fábulas de que no puede darse prueba, tradiciones que hacen resaltar con bastante claridad los límites de nuestra simple conciencia. Lo que hay positivo es que cada forma animal ó vegetal se mantiene invariable en sus productos, y que entre tantos millares de animales y de plantas, no hay ninguna transicion verdadera de una especie á otra: cada familia, cada especie, está ligada á ciertas condiciones físicas de su existencia en la tierra, á cierta temperatura, á circunstancias determinadas de geografía física, para las cuales parece creada. En esta infinita diversidad de criaturas, en esta legitimidad de clases, familias y especies naturales, se manifiesta una fuerza creadora comun, manantial de la vida en toda la tierra. Pero todos estos organismos, todos estos animales, todos estos modos, por decirlo así, de sentir el mundo, y de raciocinar sobre él, son independientes desde la época de su creacion: la especie se estingue cuando llegan á ser destruidos los individuos productivos: el género no puede ya producir la especie, ni la familia restablece el género. Animales han perecido en el curso de las revoluciones que ha sufrido la superficie de la tierra, bajo cuyas minas se los halla sepultados, y unos

pertenecen á especies estinguidas, otros á especies vivas todavía (1).

Mejor se concibiria la unidad de hecho de la fuerza organizadora y de la materia organizada, si se pudiera probar que la fuerza organizante y todos los fenómenos de la vida son meramente la consecuencia de cierta combinacion de los elementos, el resultado de la composicion. La diferencia entre la materia orgánica animada y la inanimada consistiria entonces en que hubiera cambiado en esta el modo de combinacion de los elementos. Reil tuvo la osadía de intentar la demostracion en una memoria célebre (2), que algunos autores, Rudolfi por ejemplo, consideran como una obra maestra, como un modelo del único modo como deben presentarse los elementos de la fisiología. Atribuye los fenómenos orgánicos á la diversidad original de la composicion química y de la de los cuerpos orgánicos; diferencia de composicion y de forma, tal es segun él, la causa de toda diferencia entre los cuerpos orgánicos y sus fuerzas. Pero admitir dos principios, la composicion y la forma, no es resolver el problema, porque resta saber cómo se ha asociado la composicion á la forma, ó la forma á la composicion. Por tanto, la forma de la materia orgánica no determina primordialmente el modo de sus acciones, porque el gérmen afecta la misma forma en los animales mas diversos, en los vertebrados y no vertebrados: do quiera se compone de la celdilla del huevo, de la vesícula germinativa y de la mancha germinativa. Por otra parte, la forma de los cuerpos orgánicos no se ha determinado jamás sino por sus elementos ó por la combinacion de estos elementos. El mismo Reil conviene en ello, puesto que dice en su memoria que la forma de la materia es ya un fenómeno dependiente de otro, á saber, de la afinidad de los elementos

---

(1) El estudio de las capas sobrepuestas de la tierra, en las cuales se hallan restos de criaturas organizadas, prueba al parecer que todos los séres que han dejado asi sus despojos no han vivido á la par en nuestro planeta, y ningun vestigio de hombre se ha encontrado en las capas profundas de los depósitos que contenian restos orgánicos: pero ningun hecho nos autoriza para aventurar suposiciones tocante á la primera formacion de las criaturas, ninguno nos demuestra la posibilidad de esplicar estas diferencias por metamórfosis, puesto que todas las creaciones conservan invariablemente la forma que se les dá.

(2) *Archiv. fuer. die. Physiologie.* Tom. I.

y de sus productos. De aquí se seguiria que si sola la composicion fuera causa de las fuerzas orgánicas, la misma composicion seria al mismo tiempo el principio formador. Pero como en los cuerpos orgánicos, privados de fuerzas orgánicas, no se diferencia al parecer la composicion despues de la muerte, de la que tenian en vida, hubiera debido admitir Reil que hay materias mas sutiles todavía, inaccesibles al análisis químico, que existian en los cuerpos orgánicos vivos y que faltan en los cuerpos orgánicos muertos.

Debe entrar ciertamente en la composicion de las sustancias que constituyen el cuerpo vivo, un principio material, sutil, desconocido todavía, ó acaso la materia orgánica, deberá á la accion de causas desconocidas las particularidades que la distinguen: pero este principio ¿se ha de considerar como un flúido imponderable ó como una fuerza? Es una cuestion tan dificil de resolver como los problemas análogos suscitados en física por muchos fenómenos importantes; y en esto la fisiología no está mas atrasada que las otras ciencias naturales, porque las propiedades del principio de que se trata son tan conocidas en los efectos de los nervios, como las de la luz, del calor y de la electricidad lo son en física. En todo caso, su movilidad es una cosa segura: se manifiesta en una infinidad de fenómenos vitales. Vemos que partes arrecidas por el frio, que las privára de sentimiento y movimiento, se reaniman poco á poco partiendo de los límites de las que no están adormecidas: esta comunicacion es aún mas pronunciada, luego que se ha cesado de ejercer sobre un miembro la compresion que habia producido el embotamiento del miembro. La fibrina exudada en la superficie de un órgano en la inflamacion, se anima y se organiza. La fuerza orgánica obra mas allá de los límites de los órganos en la metamorfosis de la materia animal en los vasos, y en la trasformacion del quilo, que adquiere nuevas propiedades siguiendo el curso de los vasos linfáticos. Obra sobre la sangre á través de las paredes de los vasos, y la mantiene líquida, siendo así que se coagula luego que sale de los vasos en casi todas las condiciones, cuando no está descompuesta. Hasta un líquido que se haya estravasado ó acumulado por efecto de una enfermedad, resiste mas tiempo á la putrefaccion en el cuerpo vivo que fuera de él, lo cual no depende únicamente de la falta de entrada de aire, pues suele suceder, en disminuyéndose las fuerzas, que se descomponen en el cuerpo la sangre y el pus. Por último, con el testimonio de Autenerieth puede citarse la aptitud de las partes animales

para recibir ó perder fuerza vital, y para que esta se acumule á veces con rapidez en un órgano.

Por grande que sea la certidumbre que estos hechos den de la existencia de una fuerza que obra á veces con rapidez y es susceptible de propagarse en el espacio, nada nos autoriza á admitir la identidad de esta última con los flúidos imponderables conocidos, con las fuerzas generales de la naturaleza, calor, luz, electricidad. Lejos de ello, basta el menor exámen para desechar toda idea de semejante aproximacion. El magnetismo llamado animal pareció esparcir al pronto alguna luz sobre este emigmático asunto. Creyóse que la frotacion de un hombre con otro, el contacto de manos, etc., producian efectos notables, dependientes de la trasmision de un supuesto flúido zoomagnético que algunas personas imaginaban poder acumular con auxilio de ciertos aparatos; pero la historia del magnetismo animal se ha hecho un deplorable tejido de mentiras y decepciones (1); una cosa sola ha demostrado, y es cuán poca aptitud tienen la mayor parte de los médicos para la observacion empírica, y cuán distantes están de poseer el espíritu de exámen tan generalmente aplicado en las otras ciencias físicas. Ningun hecho hay en esta historia que no suscite dudas, y de una cosa no mas hay certidumbre, del infinito número de las ilusiones. La medicina tampoco presta ningun hecho conciliable con las maravillas del magnetismo animal, como no sea el de repetirse, con certidumbre no obstante, que ciertos paralíticos habian sido curados por la inmersion de sus miembros en sangre de animales recien degollados, á lo cual puede añadirse los decantados cuentos sobre el supuesto rejuvenecimiento de viejos y cacoquímicos por medio de la frecuentacion y traspiracion de niños sanos y robustos.

Condiciones esteriores de la vida.

Háse visto hasta aquí que los cuerpos orgánicos están compuestos de materias que presentan combinaciones particulares, desconocidas en la naturaleza inorgánica, esto es, ternarias, cuaternarias y aun mas complexas. Estas combinaciones no se producen mas que en los cuerpos orgánicos, mientras que estos están activos ó vivos. Los cuerpos orgáni-

---

(1) BUADIN Y DUBOIX. *Hist. académica del magnetismo animal. Paris.*

cos se hallan ademas formados de órganos, esto es, de miembros del todo diferentes unos de otros bajo el punto de vista de la calidad, y no solo están constituidos por ellos, sino que los procrean por su propia fuerza. La vida no es pues una simple consecuencia de la armonía y de la accion recíproca de estos miembros: comienza á manifestarse con una fuerza ó sustancia imponderable que obra en la materia del gérmen, entra en su composicion, y comunica á la combinacion orgánica propiedades cuya estincion es emanada de la muerte.

Pero la accion de la fuerza orgánica no es absoluta. Pueden existir la composicion y la fuerza necesarias para la vida, y no manifestarse sin embargo fenómenos vitales. Luego este estado de reposo de la fuerza orgánica, tal como se verifica en el gérmen fecundado pero no empollado del huevo, ó en el huevo vegetal mientras no germina, debe distinguirse de la muerte No es tampoco la vida, es solamente una aptitud especial para vivir. La misma vida, la manifestacion de la fuerza orgánica, comienza bajo la influencia de ciertas condiciones, á saber: el calor, el aire atmosférico, el aire disuelto en el agua para los huevos que sufren la incubacion en este líquido, y el aflujo de sustancias nutritivas humedecidas, es decir, materia alimenticia y agua, y estas condiciones siguen siendo necesarias á la vida, que no pueden manifestarse sino en tanto que subsisten.

El huevo animal ó vegetal no permanece siendo gérmen sino mientras está enteramente tranquilo, sin conflicto alguno con el mundo esterior: en todo este tiempo es apto para desarrollarse, y su fuerza creadora le mantiene, si bien guardando reposo y no manifestándose. Así pueden conservarse largo tiempo los huevos de animales, con tal que estén sustraidos á la influencia del aire y del calor. La facilidad de desarrollarse se mantiene durante el invierno en muchos huevos de insectos, y los hay de estos pertenecientes á las regiones de ultramar que salen á luz en los jardines botánicos de Europa. Asimismo se asegura que las simientes de muchas plantas fanerogamas conservan la facultad de germinar por espacio de veinte años debajo del agua y hasta cien años en la tierra, fuera de toda accion del aire atmosférico (1). «Trevirano habla, refiriéndose á Van-Swieten, de semillas de acacias que germinaron al cabo de ochenta años, y de judías, á las que sucedió lo mismo despues de doscien-

(1) Anales de cienc. nat. t. 5.°, pág. 380.

tos años, y aun cita una cebolla encontrada en la mano de una momia de Egipto; cebolla que llegó á echar retoños (1). Pero así que entran en juego las influencias de la naturaleza esterior, se desarrolla el gérmen, si de ello era susceptible, ó se pudre como hace un organismo ya desenvuelto, cuando faltan las condiciones esteriores necesarias para su desarrollo interior, ó cae en un estado de muerte aparente, como durante el sueño de invierno, ó por último mueren enteramente. La fuerza vital latente del gérmen no necesita ningun estimulante esterior para continuar subsistiendo en reposo, pero es preciso para la vida desarrollada, para la que se manifiesta.

El calórico, el agua, el aire atmosférico y la sustancia nutritiva, necesarios para la vida, determinan, manteniéndola, cambios materiales contínuos en los cuerpos orgánicos: se combinan con estos últimos, de los cuales al mismo tiempo se descomponen algunas partes constituyentes y son espelidas fuera. Se ha dado el nombre de *incitaciones* á las impresiones producidas por las condiciones esteriores de la vida. Sin embargo, conviene distinguirlas bien de otra multitud de incitaciones que no son necesarias para la vida, y no debe perderse nunca de vista que promueven la manifestacion de los fenómenos de esta última, con cambios materiales, con trueques de sustancias ponderables é imponderables, en atencion á que mantienen continuamente la composicion de los humores, de la sangre, por ejemplo, necesarios para la conservacion de la vida. La sangre modificada por las tales mutaciones produce en los órganos cambios materiales orgánicos, sin los cuales no podria subsistir la vida, produce ademas un cambio de sustancias ponderables é imponderables, fenómenos que acompañan á la descomposicion de algunas de las partes que ya constituyen á estos órganos y su espulsion del cuerpo. Los nervios de los animales determinan tambien cambios materiales en los órganos, y el agente, imponderable sin duda, que reside en ellos, es un incitante interno de alta importancia.

Se ha llamado *incitabilidad* á la propiedad que tienen todos los cuerpos orgánicos de sufrir continuamente ciertas metamorfosis materiales, necesarias para el ejercicio de la vida, por medio de la influencia de las incitaciones que aca-

---

(1) TREVIRANUS, *Erscheinungen und. Gesetze des organnischen Lebens*, pág. 47.

ban de ser enumeradas. Estas incitaciones son en cierto modo el impulso esterior que determina el juego de las ruedas de la máquina entera. Por poco oportuna que pueda ser la comparacion con un mecanismo, no deja de ser cierto que la fuerza que crea en los cuerpos orgánicos el mecanismo necesario para la vida, no es capaz de producir ningun acto sin este impulso esterno y sin contínuas metamorfosis materiales verificadas con el auxilio de los incitantes esteriores de la vida. Por esto comparó Richeraud, no sin razon, los fenómenos de la vida con los de la combustion y la llama. La manifestacion del fuego no dura mas que mientras se verifican las combinaciones y separaciones necesarias para la combustion; el oxígeno se combina con el cuerpo que arde, despréndese calor, y en tanto que hay oxígeno y materiales combustibles, duran los fenómenos de la ignicion. Estoy muy distante de querer hacer depender la vida de una combustion: lo que trato de probar es, que en una y otra cosa se hacen sin cesar ciertas combinaciones y separaciones de materias que dan orígen en un caso á los fenómenos de la combustion y de la ignicion, en otro á las manifestaciones de la fuerza orgánica; porque los incitantes de la vida son para los cuerpos orgánicos lo mismo que el oxígeno de la atmósfera y los combustibles para la accion del fuego, sin que por eso se llame al oxígeno incitante de la llama; y porque si no se admitieran cambios materiales contínuos provocados por los incitantes, si se rehuyera el creer en una sucesion no interrumpida de combinaciones y separaciones de sustancias ponderables é imponderables, el término de escitante de la vida seria vacío de sentido ó espresaria una idea falsa. Solo que no hay que perder de vista que los cambios materiales producidos por los incitantes de la vida no engendran nuevas combinaciones binarias en el organismo, aunque entonces entren en accion sustancias de naturaleza orgánica; tambien hay que tener presente que las únicas combinaciones de estas que se forman, como el ácido carbónico, son resultado de una descomposicion y deben ser arrojadas al esterior; al paso que el oxígeno, que se mezcla en parte con la sangre en el acto de la respiracion, cambia la naturaleza de dicho humor; y por último, adviértase que la sangre modificada debe producir en los órganos dotados de la fuerza orgánica, cambios materiales enteramente distintos de los que se puedan suponer en un cuerpo muerto.

Estas condiciones generales de la vida, estas incitaciones que pueden llamarse integrantes, son comunes á vegetales y

animales. La luz es indispensable, sobre todo á las plantas; es menos inmediatamente necesaria para los animales, si bien su sustraccion produce escrófulas y raquitis: un gran número de estos últimos, en especial los entozoarios, son prueba de nuestro aserto, y la carencia de luz no es nociva á los organismos animales, sino en tanto que modifica las otras condiciones de la vida. Las condiciones indispensables para la vida de los animales son, no solo la ingestion de sustancias nuevas, sino tambien con especialidad la de materias ya organizadas, al paso que los vegetales se nutren de materias organizadas en parte, reducidas á combinaciones binarias, y convierten estas combinaciones binarias en ternarias. Por lo demas, hay necesidad absoluta de materia nueva, de calor, de agua y de aire atmosférico, para que los séres orgánicos se desarrollen, continúen viviendo y crezcan.

Se ha errado grandemente al poner las incitaciones vivificantes al nivel de las otras incitaciones que no entran esencialmente en la composicion de los cuerpos orgánicos, ni aumentan sus fuerzas. Una incitacion mecánica que modifique el estado de una membrana sensible, por ejemplo la presion, claro está que determina un fenómeno de la vida, la sensacion, pero no vivifica, no acrecienta las fuerzas orgánicas; en lugar de que las incitaciones absolutamente necesarias para la vida contribuyen esencialmente á la formacion misma de la materia orgánica. Los alimentos no son únicamente incitantes para los cuerpos orgánicos: tienen por sí aptitud para vivir; son incitantes que vivifican y pueden ser vivicados. El hombre, en el estado de salud, no puede pasar sin ellos mas de una semana sin que la consecuencia sea mortal; pero á reptiles se ha visto ayunar muchos meses sin novedad. El agua, ya éntre como tal en las combinaciones orgánicas, ó ya admitan estas sus elementos no mas, es tambien indispensable para la manifestacion de la vida, porque las partes animales no pueden vivir sin ser reblandecidas por ella. El aire atmosférico es una condicion tan necesaria para los fenómenos vitales, que la vida de los animales superiores no podria subsistir un solo instante sin la respiracion, sin las modificaciones que la respiracion introduce en la sangre, y sin la influencia de esta sangre modificada por los órganos. Puede suceder que falten los alimentos en cierto espacio de tiempo, como en los reptiles puede ocurrir que los órganos tarden mas ó menos tiempo en recibir de la sangre sustancias nutritivas nuevas; pero el cambio que produce la sangre en los órganos por medio de la respiracion, no

puede ser interrumpido sino poquísimo tiempo en los reptiles y dura.te algunos segundos en el hombre. Por último, el calor, importante en especial á los principios de la vida animal en que el nuevo sér no puede producirlo por sí, y generalmente indispensable á todos los séres orgánicos, vegetales y animales, parece entrar tambien en la composicion de los séres orgánicos; porque las acciones orgánicas exigen una temperatura determinada en cada animal y en cada vegetal: sabemos tambien que las acciones químicas de combinaciones binarias exigen cierta temperatura, y que absorben una cantidad determinada de calórico para la formacion de combinaciones nuevas. Bajo la influencia de todas estas condiciones, sustancia alimenticia, agua, aire atmosférico y calor, el sér orgánico se desenvuelve espontáneamente de su gérmen, porque se verifica entonces una descomposicion contínua de la materia orgánica existente, y los fenómenos vitales son en gran parte resultados de una formacion contínua de materias nuevas, de una descomposicion incesante de las materias presentes, en una palabra, de cambios sucesivos en la materia orgánica. Aún no está bien demostrado que la electricidad sea necesaria para el desarrollo de la vida.

Pero la manera de depender los séres vivos de los diversos incitantes de la vida no es la misma en todos. Edwards ha observado que los animales de sangre caliente recien nacidos necesitan mas calor que los adultos y no pueden vivir sin él, al paso que soportan por mas tiempo el estar dentro del agua sin respirar (1). El animal adulto está ligado á cierta temperatura por las condiciones vitales de su especie, lo cual hace que tenga designados ciertos departamentos geográficos para desplegar plenamente sus facultades. Los animales de sangre fria son los que mas tiempo pueden pasarse sin incitantes. Los moluscos, los insectos, los escorpiones, las serpientes y las tortugas viven meses enteros sin alimento, al paso que el hombre sano apenas puede soportar la abstinencia una semana sin fallecer de hambre. Diversos insectos viven muchos dias en gases mefíticos, por ejemplo, las larvas de tábanos, segun los esperimentos de Schoeder van der Kolk. Algunos moluscos han permanecido veinte y cuatro horas dentro de la máquina neumática sin morir. Los reptiles

---

(1) EDWARDS. *De la influencia de los agentes físicos sobre la vida.* Paris, 1824. LEGALLOIS, *Esperimentos sobre el principio de la vida.*

viven largo tiempo sin respirar, algunas horas en agua privada de aire, segun Spallanzani y Ewards, de diez á veinte horas en agua impregnada de aire: y ciertas ranas á quienes arranqué los pulmones, sobrevivieron treinta horas á esta operacion. Sin embargo, las infinitas relaciones de lagartos y otros animales que se supone haber encontrado vivos en huecos de canteras y en árboles, no son probablemente sino cuentos, por mas que Herissant y Edwards hayan visto vivir algun tiempo á reptiles sepultados entre yeso: Edwards se convenció al fin de que el yeso es permeable al aire atmosférico; de suerte que, sumergiendo la masa en mercurio, los reptiles perecian tan pronto como dentro del agua (1).

La complicacion del organismo acrecienta la dependencia mútua de los órganos. De aquí resulta que los animales simples sobreviven mas tiempo á las lesiones que los de las clases superiores. Los animales inferiores salen mucho mas fácilmente del estado de asfixia. Spallanzani, Fontana, y Schulze, han visto recobrar la vida á rotíferos desecados, aun despues de mucho tiempo, metiéndolos en agua. Steinbuch y Bauer han hecho la misma observacion en los vibriones de las semillas dañadas del trigo y de una especie de *Agrostis*, cuando humedecian estas semillas al cabo de algunos años. A pesar de las lesiones mas graves, los reptiles conservan indicios de vida, y sabido es cuánto tarda en estinguirse la incitabilidad en los músculos y nervios de estos animales. La vida es mas tenaz tambien en los animales jóvenes, sin duda á causa de su mayor sencillez (2).

Caducidad de los cuerpos orgánicos.

Los cuerpos orgánicos son perecederos: mientras que la

---

(1) Véase la obra indicada antes de Edwards.

(2) He visto fetos de conejo, sacados de la matriz, vivir un cuarto de hora bajo el recipiente de la máquina neumática. Legallois dice, que cuando se trata de matar animales de cinco en cinco dias hasta el trigésimo despues de nacer, metiéndolos en agua, quitándolos el corazon ó abriéndolos el pecho, la duracion de sensibilidad disminuye cada quince dias, de suerte que es, por ejemplo, de un cuarto de hora inmediatamente despues del nacimiento, y de dos minutos y medio al trigésimo dia. La misma observacion ha he ho respecto á la duracion de la circulacion despues de cortada la médula espinal ó la cabeza; pero todos estos fenómenos se esplican completamente por el axioma de que cuanto mas desarrolladas estén las partes de un todo, mas dependientes deben ser unas de otras.

vida, con apariencias de inmortalidad, pasa de un individuo á otro, los individuos perecen; pero cuando todos estos mueren, desaparece una especie vegetal ó animal, como lo pueba la geología. La fuerza orgánica se trasmite entonces á otras partes para engendrar nuevas producciones y las antiguas perecen. Autenrieth, en su Fisiología, ha dicho: «Los cuerpos »inorgánicos que echan sin cesar raices nuevas, como las »plantas enredaderas pór sus chupones y ciertos árboles por »sus ramas, son los únicos que no mueren. Llega en aquellos »un momento en que el nuevo retoño es á la vez parte inte»grante del antiguo cuerpo orgánico, y cuerpo nuevo orgáni»co subsistente por sí mismo. Pero el tronco antiguo perece »siempre, y la fuerza vital no sigue obrando sino en el brote »nuevo, que á su vez se alarga igualmente por un lado mien»tras muere por el otro. Lo que sucede simultáneamente en »esta circunstancia, es decir, la muerte por un lado y la for»macion por otro de un cuerpo nuevo que continúa viviendo, »sucede separadamente en el hombre y en los animales per»fectos. El niño se desprende de la madre, como cuerpo nue»vo apto para vivir, antes que ella muera, y la madre mue»re algun dia, mientras que la especie parece inmortal.» La cuestion de saber por qué perecen los cuerpos orgánicos, y por qué pasa la fuerza orgánica de las partes productivas que mueren á los productos jóvenes vivos de estos cuerpos, es uno de los puntos mas árduos de la fisiología general: no estamos en disposicion de resolver el enigma, y cuanto podemos hacer es esponer la sucesion de los fenómenos. A nadie se satisfaria contestando que las influencias orgánicas gastan la vida poco á poco, porque en este caso la fuerza orgánica deberia empezar á disminuir desde el principio de la existencia de un sér; y ya se sabe que tan perfecta es todavía en el tiempo de la virilidad que se multiplica por formacion de gérmenes. Debe haber, pues, otra causa distinta mas profundamente oculta, que origina la muerte del individuo, mientras asegura la propagacion de la fuerza orgánica de un individuo á otro y hace así esta fuerza imperecedera.

Podríase decir tambien que la caducidad creciente de los cuerpos orgánicos por los progresos de la edad, pende de la acumulacion en ellos de ciertas sustancias descompuestas, cuya afinidad química se pone en equilibrio con la fuerza vital. Pero tambien en esta hipótesis deberia disminuir la fuerza orgánica desde el principio. Así Dutrochet atribuye la vejez á la acumulacion creciente de oxígeno en el cuerpo animal; pero esta supuesta acumulacion no se funda en prue-

ba alguna. Todo lo que podemos hacer es mostrar la conexion de los fenómenos con el desarrollo. Si se compara el gérmen de un sér orgánico con el estado de este en edad mas avanzada, se vé que el todo, que, segun Kant, es la causa de la existencia de todas las partes, consiste casi únicamente en esta última época en el conflicto de sus diversas partes y de sus fuerzas, lo mismo que un mecanismo no subsiste sino por la accion mútua de sus ruedas: en el gérmen, por el contrario, la fuerza que encierra la causa de la produccion de todas las partes está indivisa todavía: el principio orgánico se halla en alguna manera en estado de concentracion estrema: la aptitud para desarrollarse es lo mayor posible y el desenvolvimiento reducido á sus menores proporciones. Cuando la fuerza orgánica ha obrado algun tiempo y se ha desenvuelto el organismo hasta llegar á la edad de la juventud, tenemos á la vista, no ya una cosa simple con la fuerza indivisa del todo, sino una cosa múltiple con fuerzas divididas. Pero cuanto mas dividida está la fuerza del todo, mas pierde al parecer el organismo la aptitud para ser animado por la influencia de los incitantes generales de la vida, y mas disminuye la afinidad, si es lícito hablar así, entre la materia orgánica y los incitantes que encienden la vida á manera de una llama; de suerte que cuando está concluido el desarrollo, cuando la vida inmortal necesita ser garantizada, hay necesidad de la produccion de un gérmen, que por lo mismo que posee la fuerza indivisa todavía, tiene la mayor afinidad con los incitantes de la vida, afinidad cuya intensidad disminuye á medida que se desenvuelve el organismo. Esto se asemeja á una esplicacion, y sin embargo, en el fondo no es mas que una simple esposicion del encadenamiento de los fenómenos, que ni siquiera puede asegurarse que sea exacta.

Abordemos ahora la segunda cuestion, la de saber por qué la materia es continuamente perecedera durante la vida de un sér orgánico, y por qué necesita ser reemplazada sin cesar por nueva materia orgánica. Este caso ocurre mucho menos en los vegetales que en los animales, á lo menos no se le observa mas que en la muerte gradual de las hojas antiguas; porque, como ha notado Tiedemann, los tejidos una vez formados estan largo tiempo sin sufrir cambio alguno de materiales constituyentes. En los animales, por el contrario, hay cambio contínuo de sustancia. No obstante, Tiedemann atribuye esta diferencia á que existen en el reino animal desarrollos de fuerza que producen cambios en el

substratum material de los órganos, como parece hacerlo la accion de los nervios (1).

Sniadecki (2), que se ha ocupado especialmente de este problema, dá el epíteto de vivificables á las materias que pueden servir para la nutricion de los cuerpos orgánicos. Pero la aptitud de estas materias para ser vivificadas es enteramente general: es igualmente susceptible de revestirse de toda suerte de formas, en tanto que no obran sobre ella influencias determinadas, y por lo mismo no tiene forma precisa. La materia orgánica tiende pues de un modo general á la vida y á la organizacion. Pero luego que cae cierta porcion de esta materia bajo el poder de un individuo cualquiera, la fuerza individual imprime cierta direccion á su tendencia general: de aquí proceden la configuracion individual y local, el género, y el modo de la vida Así, pues, toda organizacion particular es resultado de dos tendencias: una general, que reside en la materia misma y en virtud de la cual ciertas sustancias tienden á la vida y á la organizacion: otra particular que reside en los individuos y determina la especie de esta vida, la forma de esta organizacion. Por consecuencia, la partícula de materia vivificable que ha sufrido en parte ó por completo el efecto de cierta fuerza individual y que goza proporcionalmente de la vida, en atencion á que por esto no ha cesado de ser vivificable, debe tender en razon de esta propiedad á continuar viviendo y tomando todas las otras formas orgánicas, esceptuando solamente las que ya posea. Luego si se la compara con una materia vivificante totalmente inorganizada todavía, y que como ella tienda á revestirse de todas las formas, debe evidentemente parecer menos vivificable que aquella. Esta disminucion de su aptitud para ser vivificada, debe ser igual á la tendencia que tenia á revestirse de la forma particular de que se muestra dotada; porque esta tendencia particular está ya satisfecha y saturada por decirlo así. De aquí dedujo Sniadecki que la aptitud de la materia para vivir en los individuos se encuentra en razon inversa de la fuerza orgánica, cuya influencia ha sufrido ya la materia, ó que la materia que llega á los séres orgánicos y que los animales toman en el estado de combinacion orgánica hecha ya, mientras que los vegetales la convierten antes en combinacion orgánica, pierde, hablan-

---

(1) *Tratado de fisiologia*, trad. de Jourdan. Paris, 1831.
(2) *Theorie der organischen Wessen*, Nuremberg, 1831.

do con propiedad, tanta aptitud para ser vivificada como fuerza individual adquiere, y en consecuencia que pierde la capacidad de recibir una forma dada, en la proporcion misma en que se reviste de esta forma. Asi que está completamente organizada y obra sobre ella la totalidad de la fuerza individual, pierde toda aptitud para vivir con relacion á aquel individuo: entonces la fuerza orgánica no tiene ya poder alguno sobre ella, se hace no vivificable é inerte en medio del cuerpo vivo, y solo es buena para ser espulsada del cuerpo. Hé aquí cómo esplica Sniadecki el cambio contínuo de las materias organizables en los cuerpos orgánicos.

Una vez admitida esta esplicacion, no hay nada mas fácil seguramente que darse cuenta de los fenómenos generales en los cuerpos orgánicos, como lo ha hecho Sniadecki con una sencillez admirable y de un modo consecuente. Sin embargo, se puede poner en duda la exactitud de las proposiciones en que se apoya. Segun Sniadecki, la única cosa esencial en los cuerpos vivos es la fuerza orgánica y no la materia organizada. La fuerza orgánica se manifiesta todo el tiempo que está obrando, esto es, mientras no existe materia organizada: esta no la posee, no puede servir para nada, ni es buena mas que para ser espelida. Pero en esta hipótesis las materias escrementicias deberian llevar el carácter de una organizacion perfecta, y ser reorganizables por otros séres orgánicos y por su fuerza orgánica: esto es lo que no sucede. Los escrementos mas generales son la orina y el ácido carbónico arrojado por la respiracion, y estas materias no son ya organizables por los séres del reino animal; son sustancias animales descompuestas. Mas conveniente seria admitir que lo que está organizado por un cuerpo orgánico, participa de la fuerza orgánica en proporcion de la organizacion que adquiere. La fuerza organizadora es divisible en muchos séres orgánicos simples, cuando la materia organizada llega á ser dividida. Esto conduce á un principio totalmente opuesto al de Sniadecki, que pretende que la materia pierde aptitud para vivir en proporcion de la vida que adquiere. Nosotros, por el contrario, decimos que la materia tiene la vida proporcional á la fuerza vivificante que ha recibido, y que es vivificante en razon directa de la vida que ya la anima, que manifiesta su fuerza vivificante sobre otras materias, pero solo con el concurso de ciertos incitantes, que, combinados con las partes organizadas, espulsan otras sustancias. Cuando ciertos incitantes penetran en la sangre, por ejemplo durante la respiracion, y obran en seguida so-

bre las partes orgánicas, se hace la afinidad entre ciertas partes de la materia organizada y el incitante de la sangre mayor que la de las partes de la materia orgánica entre sí. La vivificacion de la materia organizada por un modo que se acompaña de eliminacion, la hace apta de nuevo para recibir sustancias nutritivas; pero á medida que se torna animada una materia, adquiere aptitud para animar y organizar por sí otras materias: no se convierte en escremento, sino que toma parte en la fuerza organizadora de la materia ya existente.

La causa de que materias orgánicas sean continuamente descompuestas y espelidas en los cuerpos organizados, puede á primera vista atribuirse á la circunstancia siguiente. La conversion de los alimentos en sustancia nutritiva, puede dar lugar á la eliminacion de ciertas materias que contienen un esceso de elementos incapaces de servir. Así los vegetales cuando convierten el ácido carbónico y el agua en una combinacion ternaria, en materia vegetal, dejan escapar oxígeno escedente. En los animales las principales materias escrementicias, las de que no hay medio de sacar partido, son el ácido carbónico y la orina. Verdad es que los animales eliminan tanta materia como reciben: pero parte de lo que espelen constituye las escreciones inútiles ya de todo punto, al paso que muchas cosas tienen empleos particulares, ó son arrojadas fuera accidentalmente como el moco intestinal y acaso la bilis. Las materias escrementicias que salen del intestino, se componen en parte de los alimentos ingeridos; pero el ácido carbónico y la orina, á pesar de que emanan de las mismas partes orgánicas, no sirven absolutamente para nada. A la verdad, la orina cambia de naturaleza segun el alimento, de suerte que evidentemente arrastra tambien ciertas partes inútiles de los alimentos, antes que estén del todo organizadas. Pero las partes constituyentes de este líquido, no cambian sin embargo en animales que no reciben sustento alguno y que ayunan meses enteros. Es pues cierto que la orina arrastra partes inútiles, que son sustraidas por ella á las sustancias ya organizadas de los animales, y que el ejercicio de la vida pone la materia fuera de servicio. Igualmente, las crisálidas de insectos, al tiempo de su metamorfosis, cuando no toman absolutamente nada, producen no obstante sustancias escrementicias por sus vasos de Malpighio, y sabemos que estos vasos segregan ácido úrico. Asi tambien el embrion de los animales superiores, produce una escrecion particular por los cuerpos de

Wolf antes de que los riñones comiencen á funcionar.

En cuanto á lo concerniente al conflicto de los cuerpos animales con el aire atmosférico, aún no hemos podido formarnos una teoría racional de las causas de esta alianza tan necesaria para la vida; pero la hipótesis por la cual la respiracion proporcionaria los elementos que faltan para la formacion de la materia animal ó lanzaria fuera los supérfluos para esta formacion, es refutada en seguida por el hecho de que la mayor parte de los animales reciben la sustancia animal formada y de que los reptiles respiran, consumen el oxígeno de la atmósfera y espiran con el ácido carbónico, aun cuando estén meses enteros sin tomar especie alguna de alimento.

Las sustancias que el ejercicio de la vida elimina constantemente, aun cuando no haya ingestion de materias alimenticias, es decir, el ác do carbónico, la urea y el ácido úrico, son incapaces de alimentar á otros animales. El ácido carbónico es ya una combinacion binaria producida por la descomposicion de la materia animal; en cuanto á la urea, se acerca mucho á ser combinacion binaria ó tal vez lo sea: al menos se convierte muy fácilmente en cianito amoniacal, segun ha demostrado Wæhler. Como estas dos escreciones continúan cuando el cuerpo animal no recibe alimentos, dedúcese necesariamente que la vida por sí sola origina una descomposicion contínua de sustancias ya organizadas. Y no podria suceder de otro modo, si es cierto, como he probado anteriormente, que no se manifiesta la fuerza orgánica en un animal, sino en cuanto ciertos incitantes determinan en las partes vivas contínuas metamorfosis materiales, de las cuales no son mas que manifestaciones los fenómenos vitales, como el fuego es la manifestacion de la metamorfosis material que se efectúa en el acto de la combustion. El impulso está dado por la respiracion á las metamorfosis materiales: la sangre, renovada continuamente por esta funcion, provoca á su vez cambios contínuos en el organismo: de las partes ya subsistentes de los órganos proceden los productos generales de la descomposicion, el ácido carbónico y los productos constituyentes de la orina, muy ricos en azoë, la urea y el ácido úrico; y esta descomposicion de la materia orgánica que acompaña al ejercicio de la vida, hace necesario el aflujo de nuevas materias nutritivas, que sufran la accion de la fuerza organizadora. Una parte orgánica no muestra fenómenos de vida ni organiza otras materias, sino cuando su reposo es turbado por manifestaciones nuevas de

la afinidad orgánica entre la sangre y los principios constitutivos de los órganos, de donde se sigue la descomposicion de ciertas partes de estos mismos órganos, que son sustituidas por la accion de la fuerza orgánica sobre nuevas sustancias nutritivas.

Orígenes de la materia orgánica y de las fuerzas orgánicas.

Los alimentos de los animales son materias dotadas ya de una composicion orgánica, que provienen del reino animal y del reino vegetal. Los de los vegetales son tambien sustancias procedentes de otros vegetales ó animales y no descompuestas enteramente, solo que las plantas no se apoderan de ellas hasta hallarse reducidas á combinaciones binarias, á carbonato amoniacal. Los alimentos de las plantas son el ácido carbónico, el amoniaco y el agua. Priestley, Ingenhousz, Senebier y Saussure han probado que el ácido carbónico mantiene á los vegetales: las hojas y las partes verdes de estos séres, lo absorben y exhalan gas oxígeno, lo cual agregado á la absorcion de agua, hace que la planta aumente de peso. Las hojas tienen la facultad de apoderarse del ácido carbónico y exhalar oxígeno, aun cuando estén separadas del vegetal vivo. (1) Si las plantas alimentadas únicamente con ácido carbónico, prosperan poco y rara vez florecen y fructifican, es, segun Liebig, porque necesitan tambien de sales y de una combinacion azoada, el amoniaco,

---

(1) Schultz pretendió probar en algun tiempo, que el ácido carbónico apenas es descompuesto por las plantas, y que el oxígeno exhalado por estas, bajo la influencia de los rayos solares, no tiene por orígen este ácido, sino que trae su orígen de los compuestos orgánicos contenidos en los jugos de los vegetales, como los ácidos tártrico y oxálico. Boussingault, que repitió estos esperimentos, ha visto que hojas frescas, puestas en presencia del ácido carbonico, ocasionan un desprendimiento abundante de oxígeno, al paso que producen muy poco, sumergiéndolas ya en agua pura, ya en diversas disoluciones. Confirmando así lo que ya se sabia, piensa que la diferencia de los resultados obtenidos por Schultz pende de la gran facilidad con que se alteran las hojas, porque observó que al cabo de algunas horas se verifica un desprendimiento de ácido carbónico que no es ya resultado de una exhalacion normal, sino producto de una descomposicion que empieza.

(Nota del traductor francés.)

para desenvolverse y formar varias de sus partes. Largo tiempo se ha admitido que el humus y el ácido húmico que se forman en la tierra por la descomposicion de las sustancias vegetales, son la materia principal alimenticia de los vegetales. Liebig destruyó esta creencia con su *Tratado de química orgánica*, obra que causó una reforma completa en la ciencia química y que se ha hecho no menos importante para la fisiología animal. El hecho de que todos los años se sustrae una cantidad considerable de carbono á un bosque, á una pradera, en forma de leña y de heno, aunque esta cantidad es continuamente restituida, y el suelo se hace mas rico en carbono por el aumento del humus, demuestra ya que el ácido carbónico es el verdadero orígen del carbono de los vegetales: este ácido es exhalado en parte por los animales, desprendido en parte tambien por la descomposicion de las materias animales y vegetales; las hojas le toman en el aire, donde viven los animales, donde se efectúan las combustiones y putrefacciones, y las raices le toman del suelo con el agua. En cuanto al orígen del azoe de las plantas, ha resultado ser, segun Liebig, el amoniaco producido por la descomposicion de las materias animales. El azoe del aire atmosférico no podria representar un papel en el trabajo asimilador de vegetales y animales, pues las operaciones químicas mas violentas no son capaces de hacerle contraer combinacion con ningun otro elemento que el oxígeno. Una propiedad rural bien manejada, que en sí misma encuentra los medios de sostenerse sin apelar á auxilios estraños, aumenta continuamente, segun Liebig, la suma de azoe que posee bajo la forma de hombres, de animales, de granos, de frutos y de escrementos. Todos los años los productos de esta economía toman la forma de cereales y de ganado. El acrecentamiento de la cantidad de azoe por las plantas, no puede tener su orígen sino en la atmósfera: el amoniaco producido por la descomposicion de millones de hombres y de animales es el del azoe, el álcali existe en el estado de gas en la atmósfera, y cada vez que el vapor acuoso se reduce á agua, él mismo se condensa enteramente: la lluvia le trae á la tierra, y con efecto toda agua de lluvia contiene amoniaco.

De la mas alta importancia para la fisiología general de los séres orgánicos es el hecho de alimentarse los vegetales, no de combinaciones orgánicas existentes ya, sino de combinaciones binarias, ácido carbónico, amoniaco y agua que convierten en materia orgánica. Este hecho nos demuestra

cómo se conserva el alimento de los animales, y nos descubre la última conexion de la naturaleza orgánica con la inorgánica. Los animales descomponen sin cesar gran cantidad de materias orgánicas, que son por lo menos incapaces de servirles, y que los vegetales solos convierten en combinaciones orgánicas útiles para la vida animal. Como la combustion y otros modos de descomposicion reducen continuamente una masa enorme de materias vegetales á combinaciones binarias y á elementos, los alimentos de los animales y vegetales vivos irian disminuyendo siempre, si las plantas no poseyeran realmente el poder de reproducir materia orgánica con elementos y combinaciones binarias. Luego, segun lo que va dicho, no se puede admitir que no haya otra materia orgánica que la que existió en un principio, y que esta circula sin cesar por el mundo vegetal y por el mundo animal, pasando de un sér á otro. La descomposicion incesante de cuerpos orgánicos, supone la aptitud de las plantas para formar nueva materia orgánica con combinaciones binarias y con elementos.

Ahora bien, la fuerza orgánica se multiplica en el acrecentamiento y propagacion de los cuerpos organizados (porque de un sér nacen otros varios y de estos muchos mas), al paso que por otra parte parece aniquilarse la fuerza orgánica de los cuerpos que mueren. Pero como la fuerza orgánica no se limita á pasar de un individuo á otro; como una planta, despues de haber procreado anualmente los gérmenes de una multitud de productos nuevos de la misma especie que ella, puede aún conservarse productiva, parece que el manantial del aumento de la fuerza orgánica, reside tambien en la organizacion de materias nuevas, y concedido esto, una vez que las plantas forman nuevas materias orgánicas con sustancias inorgánicas bajo la influencia de la luz y del calor, se les deberia atribuir asimismo el poder de acrecentar la fuerza orgánica á espensas de las causas desconocidas del mundo esterior, mientras que los animales pueden reproducirla tambien con ayuda de los alimentos, bajo el influjo de los incitantes de la vida, é individualizarla por la propagacion, Ignoramos completamente, si, en el ejercicio de la vida, ademas de la descomposicion contínua de sustancias, hay desperdicio de fuerza orgánica, y, en caso afirmativo, cómo se ejecuta esta pérdida; pero lo que parece cierto es que, cuando mueren los cuerpos orgánicos, se resuelve la fuerza orgánica en causas naturales generales, de donde parece ser regenerada por las plantas. Si no se quisiera creer

en la multiplicacion de la fuerza orgánica, por orígenes desconocidos del mundo esterior, en los cuerpos orgánicos existentes, seria necesario admitir que su aparente multiplicacion infinita en el acrecentamiento y propagacion, no es mas que una evolucion de gérmenes encajonados unos en otros, ó, suponer, lo cual seria incomprensible, que no se debilita por su intensidad la division de la fuerza orgánica que ocurre en la propagacion; pero siempre quedaria en pié el hecho de que la muerte de los cuerpos organizados deja continuamente inactiva cierta cantidad de fuerza orgánica ó la resuelve en sus causas físicas generales.

DEL ORGANISMO ANIMAL Y DE LA VIDA ANIMAL.

Analogías y diferencias de los vegetales y animales.

Desarrollo, crecimiento, escitabilidad, propagacion, caducidad, son los fenómenos generales de todos los cuerpos organizados y las consecuencias de la organizacion. Pero los animales poseen otras propiedades, que pueden llamarse *animales* en contraposicion de las propiedades *orgánicas* ó generales. Las principales de estas propiedades son la de sentir y la de moverse voluntariamente. Cierto que no se puede negar del todo el movimiento á los vegetales, porque su organizacion se acompaña de movimientos imperceptibles: hay en ellos jugos que circulan, se vuelven hácia la luz, se alargan sus raices para penetrar en mejor suelo: algunos trepan asidos á otros cuerpos que le sirven de apoyo, sus estambres se inclinan hácia el pistilo en la época de la fecundacion, y aun muchas plantas, sobre todo las acacias, muestran en sus pedúnculos un movimiento solicitado con escitaciones: fenómenos que repiten la ley general de que las partes orgánicas dotadas de ciertas propiedades irritables las manifiestan del mismo modo, á pesar de la gran diversidad de escitantes. En efecto, las influencias mecánicas, galvánicas y químicas, el alcohol, los ácidos minerales, el eter, el amoniaco, los cambios de temperatnra, la accion de la luz, producen el mismo resultado. (1) En fin, el pipirigallo oscilante, ademas de la influencia general de la luz sobre el movimiento de su hojuela media, ejecuta ademas otro contínuo de elevacion y depresion de sus hojitas laterales, sin

(1) TREVIRANUS, *Biologia*, tomo V, págs. 201 y 229.

que estos fenómenos exijan incitaciones esteriores. Algunos de los vegetales mas inferiores, como los oscilatorios, se columpian continuamente como un péndulo.

El movimiento de los estambres y de los pedúnculos tiene demasiada analogía con la irritabilidad de los músculos para no comparar los dos fenómenos uno con otro. Lindley y Dutrochet han reconocido que la irritabilidad en las acacias tiene por asiento la sustancia cortical de una dilatacion situada en las articulaciones de los pedúnculos, y que solo se observa en las plantas que son irritables. Todo movimiento cesa en estirpando este órgano: la seccion de la mitad superior del rodete permite todavía el enderezamiento, pero hace imposible el descenso. Por esto cree Dutrochet que la elevacion y depresion resultan de corvaduras en sentido inverso en la corteza de la dilatacion: así se enderezaria una hoja cuando la corteza de la mitad inferior del rodete se hiciera mas convexa que la de la mitad superior, y bajaria cuando aumentára la corvadura de la corteza en la mitad inferior. Las hojas se enderezan tambien y se aplican unas á otras en lo que se llama sueño de las plantas, esta situacion parece resultado de la falta de escitacion por parte de la luz sobre la cara superior de las hojas, de suerte que el lado opuesto, menos dependiente de la luz, obtendria entonces el predominio.

Hay pues en los vegetales órganos análogos, ya sea á los músculos de los animales, ya á las partes de estos que son susceptibles de erigirse por un aflujo de líquidos. Pero los movimientos animales no resultan únicamente de acciones del estimulante sobre partes irritables: son ademas provocados en partes movibles, por determinaciones internas procedentes de otras partes no movibles de los nervios. Dutrochet (1) advirtió que cuando dirigia el foco de un vidrio biconvexo sobre una hoja sola de acacia, se propagaba poco á poco la impresion á las otras hojas y ramas, y considera las falsas tráqueas como órganos conductores de la impresion; pero lo mismo se podria atribuir este papel á las simples celdillas vegetales, y tambien en los animales hay fenómenos de comunicacion de estados que, totalmente independientes de los nervios, resultan del conflicto entre las moléculas de los tejidos, que pueden compararse á las celdillas vegetales.

La facultad locomotriz de los animales se distingue ade-

---

(1) *Memoria sobre los vegetales y animales.* París, 1837.

mas porque ciertos movimientos orgánicos, no solo dependen de la organizacion armónica del todo, sino que se ejecutan con un objeto determinado por un órgano único, el de las manifestaciones del alma, lo cual equivale á decir que son voluntarios.

Por otra parte, no hay que confundir la escitabilidad con la sensibilidad. Los vegetales son escitables, pero no sensibles; un músculo separado del cuerpo es irritable todavía, mas no sensible. Luego no se puede admitir el sentimiento en los vegetales que no tienen conciencia de sí propios. Manifestaciones de sentimiento y movimiento voluntario son el único rasgo característico de los animales mas sencillos. Los animales compuestos suelen tener la forma ramosa de un vegetal y un mismo tronco implantado en el suelo; pero las facultades individuales de cada pólipo ó pulpo, los movimientos voluntarios de cada uno de los animalillos que reposan en el tronco comun, revelan solamente que allí hay una organizacion animal múltiple y no anuncian nada de vegetal. Los movimientos de los infusorios son libres y voluntarios. Si pues respecto de ciertos séres orgánicos simples, las esponjas y muchos alciones, parece que existe la duda de si son de naturaleza vegetal ó animal, la carencia de todo movimiento voluntario, ya sea en el conjunto, ya al menos en alguna parte, debe decidir la cuestion, y mas vale referir el cuerpo á las producciones marinas vegetales, que al reino animal. Verdad es que se puede objetar que, segun Grant (1), el embrion de las esponjas ejecuta movimientos, por medio de pelos, como el de los pulpos y corales; pero no tenemos caractéres suficientes para distinguir los embriones de esponjas de los infusorios marinos, ademas de que mas de una vez se han visto movimientos parecidos en los embriones de verdaderos vegetales, tales como las algas. Trentepolh ha observado este fenómeno en el *Ectosperma clavata*, y Treviranus en la *Conferva limosa* (2). Unger le estudió tambien con todas las transiciones posibles (3) en el *Ectosperma clavata*, y parece que los corpúsculos, móviles al principio, se transforman en algas semejantes á aquellas de que procedian, como tambien lo piensa Treviranus, que no cree, como Vaucher, que haya podido haber ilusion cau-

---

(1) E limb. *Diario de filosofía*. T. XIII, pág. 382.
(2) *Biologia*, T. IV, pág. 382.
(3) Nov. act. nat. cur. T. XIII, parte 2.ª, pág. 789.

sada por infusorios (1). Igualmente los zoocarpeos de Bory-Saint-Vincent representan filamentos articulados de donde salen corpúsculos reproductores móviles, que se vuelven vegetales, y de los cuales hace este naturalista, así como de los artrodiados, un grupo intermedio entre animales y plantas. Los movimientos de los huevos de los zoófitos por medio de pelos no se pueden considerar como voluntarios. Las vibraciones de las pestañas que guarnecen las ramas de algunos animales inferiores son el mismo fenómeno. Segun las investigaciones de Nitzsch (2), parece que tienen grande afinidad entre sí algunos infusorios vegetales y animales; así decia que la *Bacillaria pectinalis* vivia enteramente como las plantas, y otras especies del mismo género como animales. Ehremberg, por el contrario, ha demostrado positivamente la naturaleza animal de los bacilarios y no admite semejante afinidad entre los dos reinos. Añade tambien que los movimientos activos de las algas no deben despertar la idea de la animalidad; que nunca ha visto á las semillas móviles de estos séres tomar el menor alimento sólido, y que en esto se diferencia el alga que arroja sus semillas de la mónada que revolotea en torno de ella, como el árbol se diferencia del pájaro (3). Wagner se convenció de lo mismo por sus propias observaciones; y hace notar que el movimiento de estos corpúsculos reproductores no puede mirarse como animal, aunque parezca mas sorprendente que el movimiento oscilatorio de algunos vegetales inferiores, de los oscilarios.

Constituyen el sistema nervioso los órganos por los cuales tienen lugar las sensaciones y determinaciones al movimiento voluntario, y por consiguiente las funciones animales. Parece que los órganos de los animales dependen tanto de los nervios como las plantas de la luz. Hasta ahora, fuera de la gran série de los vertebrados, no han sido seguidos los nervios sino en una parte de los no vertebrados, y habia conformidad en creer que no los tienen los animales inferiores, que su sustancia simple se mueve y digiere á la par en cada una de sus partículas. En apoyo de esta hipótesis venia al parecer la gran divisibilidad de los séres simples. No eran conocidos los nervios de los infusorios, de los co-

---

(1) *Biologia.* T. IV.—*Ercheinungen und Gesetze des organischen Lebens*, págs. 51 y 183.
(2) *Bestrage zur Infusorienkunde.* Halle, 1817.
(3) *Poggendorff's annalen*; 1832.

rales, de los pulpos y de los acalefos. Pero Ehremberg ha hecho el gran descubrimiento de la complicacion de estructura en los animales de las últimas clases, en los infusorios (1). En los mas sencillos de estos séres ha hallado una boca y un estómago compuesto: en otros, boca, intestino y ano: hasta llegó á distinguir en los rotíferos mas perfectos y en algunos infusorios, especies de dientes en la boca, órganos genitales machos y hembras, músculos, ligamentos, vestigios de vasos, y nervios y puntos oculares. Estos puntos oculares, que tambien halló en las astérias y las medusas, tienen una importancia muy particular en la controversia relativa al sistema nervioso de los animales mas sencillos. Como existen en la cabeza de los planarios, que son mucho mas complicados, y en muchos anélides, cuyo sistema nervioso es conocido, y como, segun mis observaciones, los puntos oculares negros de algunas nereidas representan en realidad un ensanche infundibuliforme del nervio óptico tapizado de pigmento negro, es muy verosímil que los planarios, y en general los animales inferiores, que poseen semejantes puntos oculares, tengan tambien nervios ópticos y por consiguiente un sistema nervioso.

La opinion formada de la sencillez de estructura en los animalillos de las últimas clases, puede considerarse como completamente refutada por los descubrimientos modernos, en particular por los de Ehremberg. Ningun animal puede pasar sin cierto grado de composicion; todos necesitan órganos sensitivos, motores y asimiladores. La pequeñez no impone límite alguno á la estructura hasta en los elementos de los tejidos. Fuerza es admitir que la organizacion es completa en todas las clases: sus grados son relativos al número de medios que sirven al fin y á la multiplicidad de relaciones de un animal con el mundo esterior. Bajo este concepto, se hallan diferencias en todas las clases. Pero por lo tocante á las facultades intelectuales, la naturaleza ha establecido gradaciones, que no es posible desconocer y que saltan especialmente á la vista en la clase de los vertebrados, por los grados numerosos que recorre el cerebro, en cuanto á su desarrollo y aumento de masas desde el último de estos animales hasta los mamíferos y el hombre.

No difieren los animales de los vegetales únicamente por

---

(1) Ehremberg. *Organisation ders Infusions tgirchen.* Berlin, 1830.

el sentimiento y la facultad de ejercer movimientos voluntarios. Estos atributos modifican tambien necesariamente las otras cualidades pertenecientes de consuno á las dos grandes séries de séres organizados: esto es lo que Cuvier esplicó perfectamente en la introduccion de su Anatomía comparada. Los vegetales, asidos al suelo, absorben inmediatamente por sus raices las partes nutritivas de los líquidos que en ellos penetran, al paso que los animales que en su mayor parte no estan en sitio fijo, sino que pueden moverse ó coger su presa como los pulpos, necesitan llevar consigo una provision de jugos útiles para su nutricion: por esto la mayor parte de ellos disfrutan de una cavidad interior en la que hacen penetrar las sustancias destinadas para alimentos, y en cuyas paredes rematan, en los animales superiores, las raicillas de los vasos absorbentes, que, como dice Boerhaave, son verdaderas raices interiores. Fáltales el ano á ciertos animales y en algunos es dudosa la existencia del intestino. No obstante, pretende Mehlis, contra la opinion comun, que las ténias tienen un estómago vasculiforme, que empieza en la estrecha abertura de la boca y no tarda en bifurcarse. Asegura asimismo que el estrecho conducto, dividido en dos ramales conocido tiempo há en los equinorincos, es tambien un intestino. Otro motivo mas hace necesaria la existencia de una cavidad particular para la primera asimilacion, y es que el alimento de los animales debe empezar por ser disuelto. El de las plantas es gaseoso y líquido: consiste en ácido carbónico, en agua y amoniaco. El de los animales, que consiste en combinaciones orgánicas ya existentes, necesita ser preparado, despedazado, disuelto: lo cual hace que la digestion sea una asimilacion preparatoria de los alimentos, propia, esclusiva de los animales.

El movimiento del jugo nutricio es mucho mas simple en los vegetales que en los animales, y jamás tienen aquellos corazon, esto es, órgano motor especial que empuje el líquido á las demas partes. En ciertas plantas simples se observa un movimiento rotatorio del líquido en lo interior de los segmentos ó en las celdillas. Corti descubrió este movimiento en los *chara*, y luego fue observado por Fontana, los dos Treviranus, Anisci, C-H. Schultz, Agardh y Raspail: Mayer notó uno análogo en las células del *Vallisneria spiralis*, y en los pelos de las fibras radiculares del *Hydrocharis morsus ranæ*. Finalmente, ha sido percibido en otros casos en medio de circunstancias muy parecidas. C. H. Schultz descubrió un movimiento progresivo del jugo en las plantas superiores

provistas de vasos (1), y que constituye segun él, una circulacion completa, ascendente en ciertos vasos, descendente en otros, y las dos corrientes se comunican por ramos transversales. El microscopio hace descubrir estas corrientes en las hojas desprendidas de la planta. La observacion es decisiva operando en hojas asidas aún al tallo vivo, donde yo mismo he visto las dos corrientes opuestas. El hecho comprobado por Dutrochet de que cuando, despues de echar agua en un cilindro de vidrio delgado puesto perpendicularmente, se calientan con desigualdad los lados de este cilindro, se establece un movimiento de rotacion ascendente y descendente, no alcanzaria á esplicar el movimiento del jugo en los vegetales. Las causas de este fenómeno son todavía completamente desconocidas. En lo interior de los vasos no se ejecuta movimiento de vibracion. En los animales, por el contrario, las causas de la circulacion y de los movimientos del jugo nutricio son la contraccion de un órgano central, el corazon, y á veces tambien el movimiento vibratil. La ascension de los líquidos en los vasos linfáticos de estos séres es independiente de una y otra circunstancia, y depende al parecer de un impulso *á tergo*, resultante de la reabsorcion cuyo asiento son las raicillas de los linfáticos. Algo análogo sucede á muchas plantas con la ascension de la savia por las fuerzas de las raices. Aún se ignora positivamente si una circulacion completa es atributo absoluto de los animales; pero lo cierto por lo menos es, que hasta ahora no conocemos corazon ni vasos en muchos animales inferiores.

La respiracion de los vegetales y animales presenta una diferencia muy importante. En los vegetales y animales mas sencillos se hace la respiracion por todo el cuerpo. En los animales compuestos, al contrario, no basta esta superficie para el conflicto con la atmósfera, y se necesita un órgano que en pequeño espacio ofrezca una superficie respiratoria enorme al aire. Los productos de la respiracion difieren igualmente en los dos reinos.

En los vegetales, parte de la asimilacion consiste en que las combinaciones binarias, el ácido carbónico y el agua son convertidas en combinaciones ternarias de carbono, oxígeno

---

(1) *Veber den Kreislauf des Saftes im Schoell hraut.* Berlin, 1822.—SCHULTZ. *Die Natur. der leb endigen Pflanzen.* Berlin, 1823.

é hidrógeno, que constituyen la sustancia vegetal. Las hojas descomponen el ácido carbónico contenido en el aire, de modo que el carbono y parte del oxígeno se combinan con la planta, mientras que la mayor parte del oxígeno vuelve á la atmósfera; pero durante la noche, á la sombra y cuando las plantas estan enfermas ó marchitas, se apoderan estas de parte del oxígeno del aire, y exhalan ácido carbónico, menos sin embargo del que absorben durante el dia (1). Segun Liebig, este último fenómeno, que se verifica en la oscuridad, no puede ser considerado como un acto vital, en atencion á que las plantas muertas obran en esto lo mismo que las plantas vivas.

Por tanto, la respiracion y la asimilacion forman una funcion sola y única ejecutada por las hojas: la primera parece que no es mas que correctivo de la segunda. En los animales, las dos funciones estan confiadas á órganos del todo diferentes. Los animales no se asimilan sustancias gaseosas, ni combinaciones binarias; pero el oxígeno atraido por la respiracion sirve para cambiar la naturaleza de las materias orgánicas introducidas en el cuerpo por otras vias.

El reino vegetal y el reino animal estan encadenados uno á otro, tanto por su modo de asimilacion, como por la naturaleza inversa del cambio que determinan en la atmósfera. Las plantas son necesarias para los animales, porque ellas solas pueden producir combinaciones orgánicas con los compuestos inorgánicos, y por consiguiente ellas son las que introducen en la gran economía de la naturaleza esos nuevos materiales que pasan en seguida de ellas á los animales herbíboros y de estos á los carnívoros. Los vegetales, por el contrario, se aprovechan de los productos de la descomposicion de animales muertos, el ácido carbónico y el amoniaco.

La respiracion de las plantas roba al aire continuamente parte del ácido carbónico exhalado por los animales y le restituye oxígeno. Los animales respiran á su vez el oxígeno exhalado por los vegetales. De este modo, sin el mundo vegetal, seria irrespirable el aire para los animales; pero el conflicto de estos y las plantas le mantiene en un estado de composicion casi siempre constante, esto es, formado de setenta y nueve partes de azoe y veinte y una de oxígeno.

---

(1) TIEDEMANN, *Fisiologia*, trad. de Jourdan. T. I, pág. 290.—GILBY, *Edimb. philos. Journ.*; 1821.

Finalmente, como las plantas no poseen mas que una simple manifestacion de la fuerza orgánica, á saber, la vegetacion, no necesitan mas órganos que las raices, el tallo y las hojas: todas sus partes, escepto los órganos de la fructificacion, se asemejan perfectamente, pues la relacion sencilla de tallo á hojas va siempre multiplicándose, y los órganos fructificadores tienen analogía con las hojas, y aun á veces en hojas se trasforman. Ademas, como antes de la fructificacion los vegetales solo muestran una repeticion de las partes similares, cuyos principios estan unidos en conjunto en un tronco, estas partes poseen aptitud para hacerse independientes luego que han sido separadas, porque independientemente de la fructificacion hay aquí una propagacion continua por medio de brotes. En los animales, al revés: el conflicto de la circulacion de la sangre, de la respiracion y de los nervios, es absolutamente necesario para la vida. Los nervios provocan los movimientos respiratorios; pero no obran sin la sangre que ha respirado, y la sangre no afluye á todas partes, por consiguiente, ni á los nervios, sino por la influencia de las contracciones del corazon, que dependen de la sangre roja y de la accion nerviosa. El cerebro, el corazon y el pulmon son pues en cierto modo los principales ruedas de la máquina orgánica, puesta en movimiento por la renovacion de materiales á que dá lugar la respiracion. El crecimiento no consiste tampoco en un brote esterior de partes nuevas, semejantes á las anteriores, sino generalmente en un engrosamiento del todo por aumento de volúmen de todas las partes internas y esternas que fueran formadas en primer lugar. Los animales no crecen generalmente á la manera de los vegetales: solamente los pólipos compuestos crecen por yemas. La mayor parte de los animales no son agregados de partes similares unidas por un tronco, sino que encierran partes dotadas de cualidades enteramente distintas, órganos diversos que hacen imposible una propagacion por separacion de partes crecientes, á no ser que las partes que se separen contengan los órganos esenciales del todo, como sucede en los pólipos y algunos gusanos.

El paralelo que se acaba de establecer solo llevaba un objeto; el de demostrar cómo la existencia de cualidades nuevas modifica en los animales las funciones que estos poseen en comun con los vegetales.

Sin embargo, por muchas que sean las diferencias que hay entre los animales en el estado adulto y los vegetales,

no por eso deja de apoyarse su organizacion primitiva en los mismos elementos orgánicos: lo cual se sabe poco hace por el importante descubrimiento de Schwann. (1) Este reconoció que los tejidos de los animales son siempre compuestos, primeramente en el embrion de celdillas análogas á las de los vegetales, provistas como estas de un núcleo aplicado á la pared y desenvolviéndose constantemente en derredor de este núcleo primitivo, absolutamente como Schleiden descubrió que lo hacen en el reino vegetal. Pero se producen nuevas celdillas unas dentro y otras fuera de las ya existentes, en la sustancia-madre de las celdillas, esto es, en el *citoblastemo*. En este se ven aparecer en primer lugar cuerpos granulosos generalmente aplastados, redondeados y en medio de los cuales campea uno mas grueso, el núcleo. Hállanse pues estos nuevos cuerpos, unos fuera y otros dentro de las celdillas ya existentes, en el citoblastemo que las rodea ó que ellas encierran. Al rededor del núcleo se forma en seguida la membrana de la nueva celdilla, á la cual sirve en cierto modo de *citoblasto*. Formada la celdilla queda el núcleo colocado en la parte interna, y á veces mas tarde es reabsorbido.

De este modo las celdillas de los animales y vegetales poseen vida propia dentro del todo. Nacen y producen sus semejantes en sí mismas: á menudo con el microscopio se descubren muchas generaciones juntas, por estar las células madres llenas de células jóvenes, que á su vez contienen otras aún mas jóvenes, ó núcleos recientes como en las celdillas del cartílago. Estas celdillas son tambien las conductoras de las fuerzas activas en el trabajo de la vida: tienen poder para metamorfosear las sustancias colocadas cerca de ellas; esto es, poseen lo que se ha llamado su poder *metabólico*, y á menudo se llenan de materias particulares, por ejemplo de almidon, como se observa sobre todo en los vegetales durante el curso de su desarrollo. Obran tambien en la progresion de los jugos vegetales y en los animales; parece que son las partículas activas en la absorcion y secrecion, porque las superficies animales las presentan donde quiera que se verifica una reabsorcion ó una exhalacion. Las celdillas primitivas conservan su forma en muchos órganos,

---

(1) *Mikroscopische Untersuchungen neben die Uebereinstimmung in der Struc ur und dem Wachstum der Thiere und der Pflanzen.*, Berlin 1838.

por ejemplo en los diversos epitelios, en el tejido cartilaginoso, en las glándulas, en las celdillas de la grasa y del pigmento. Suelen pasar tambien á otras formas, por su alargamiento en filamentos que da origen al tejido celular, ó por la reunion de muchas de ellas en cilindros, como sucede en los músculos y nervios. En ciertos líquidos, por ejemplo la sangre y la yema de huevo, existen tambien partículas dotadas de una accion vital, que pertenecen á la categoría de las celdillas.

Sistemas orgánicos de los animales.

La comparacion de los animales con los vegetales, habia conducido á los antiguos al método con arreglo al cual examinaban las funciones de los primeros de estos séres.

Las funciones que parecen comunes á unos y otros, llevan el nombre de *orgánicas ó vitales*: su objeto es producir y conservar todas las partes del conjunto; son manifestaciones de la afinidad orgánica que se pronuncian entre los efectos de la causa esencial de la vida. Las funciones que distinguen sobre todo á los animales, las de sentir, moverse y pensar parecen ser el objeto de la vida animal: ellas caracterizarian al animal, aun cuando no debieran durar mas que un instante. Los antiguos las llamaron *animales*, por oposicion á las precedentes. Una tercera série de fenómenos abraza las funciones que originan la formacion de nuevos gérmenes en un individuo, la separacion y crecimiento de estos gérmenes, y que tienden por consecuencia á conservar la especie, á pesar del carácter perecedero de los individuos.

Esta division tiene ventajas, pero tambien puede dar lugar á una mala inteligencia. La fuerza que determina el desarrollo del gérmen es la misma que la de donde dependen el mantenimiento del todo y la reproduccion: segun esto, asimilacion, movilidad y sensibilidad serian en cierto modo las fuerzas fundamentales. Pero se puede preguntar si esta division no es puramente artificial.

En efecto, las tres formas principales de manifestacion de la vida animal, no son mas que fenómenos diversos de una sola é idéntica fuerza esencial, dependientes de la diferencia de composicion de los diversos órganos. Tiene algo de absurdo el figurarse que la fuerza reproductiva engendra la sustancia nerviosa, mientras que los efectos del nervio, una vez formado, serian consecuencias de una fuerza diferente de aquella á que ha debido su formacion. La causa

primera de la vida que obra en los animales, crea todas las partes que entran en la idea de un sér animal, y produce en ellas el modo de composicion cuyo resultado es la facultad de moverse y la de sentir, esto es, la facultad conductora de impresiones que se propagan á un centro de percepcion y de reaccion. Los productos de esta fuerza única, de este *primum movens*, que engendra y reproduce sin cesar todas las partes, son aptos unos para hacer trasformaciones de materias destinadas á ser conducidas mas lejos para subvenir á las necesidades del todo; otros son órganos de locomocion, y otros órganos por cuyo medio tienen lugar las acciones de todos los órganos sobre un centro comun y las reacciones de este sobre ellos. Los primeros son los órganos de la nutricion, los otros los músculos, y los últimos los nervios. Hay partes ademas á las cuales la actividad creadora y reproductiva, ó la causa fundamental de todos los órganos no hace adquirir mas propiedades esenciales que cualidades físicas de solidez, de elasticidad, de viscosidad como los huesos, los cartílagos, los ligamentos y los tendones.

Así, por ejemplo, las glándulas adquieren por la nutricion y la reproduccion aptitud para atraer ciertas partes de la sangre á su inmediacion, para combinarlas de nuevo y eliminarlas. Los mismos actos de nutricion y de reproduccion proporcionan á los músculos la facultad de atraer sus propias moléculas ó de moverse bajo la influencia de ciertas causas, y esta facultad no es una fuerza fundamental diferente de la fuerza generatriz. La fuerza primitiva de formacion y de reproducion da igualmente á los nervios aptitud para producir los fenómenos vitales que les son propios, y sus facultades no son mas que una simple consecuencia de su produccion. Pero parece soberanamente absurdo el mirar la reproduccion como una especie de estado de indiferencia ó neutralidad de la fuerza motriz y de la fuerza sensitiva.

Dejando á un lado las partes á las cuales el trabajo orgánico de su contínua reproduccion no hace adquirir mas que cualidades físicas de elasticidad, de solidez, etc., se pueden caracterizar del modo siguiente las propiedades de los otros sistemas principales de los animales.

1.° Organos que, en favor del todo, cambian la composicion de los líquidos, como son los órganos secretorios, los vasos sanguíneos y linfáticos y los pulmones. El fenómeno particular que ofrecen estos órganos no es la nutricion, porque pertenece á todos los órganos, sino el cambio de la com-

binacion orgánica en los líquidos que se ponen en contacto con ellos, y este cambio resulta de las manifestaciones de la afinidad orgánica.

2.º Organos musculares que se contraen por efecto de ciertas influencias, y cuyas fibras se acortan en el punto donde hay un cambio de la sustancia muscular. Haller llamaba *irritabilidad* á la facultad que tienen los músculos de contraerse por efecto de impresiones mecánicas, químicas y eléctricas. No se puede atribuir la irritabilidad halleriana sino á las partes musculares, mientras que otras partes se distinguen por fenómenos de otra especie de irritabilidad. Algunos escritores, engañados por las palabras, han hecho de esta idea de irritabilidad una fórmula para ficciones arbitrarias, de suerte que se ha llegado á hablar hasta de una irritabilidad en los nervios, como si fuera posible que cambiase, ora la irritabilidad, ora la sensibilidad de estos órganos. En el cuerpo vivo, los efectos de los músculos se verifican constantemente bajo la influencia de los nervios musculares, y todo lo que cambia ligeramente la composicion de los nervios determina en cierto modo una descarga de la fuerza nerviosa, cuyo resultado es la contraccion de los músculos. De aquí resulta que el estudio de los movimientos, de los espasmos y de las paralisis conduce en gran parte á examinar las leyes de los efectos que se notan en los nervios. El movimiento se verifica en todos los cambios materiales, en la generacion, en la nutricion y secrecion: una afinidad orgánica entre los humores y entre los órganos promueve movimientos de turgescencia: es preciso pues guardarse bien de mirar á los músculos como las únicas partes susceptibles de moverse; pero las partes musculares y las que á ellas se aproximan, son las únicas que se mueven por contraccion y retorcimiento de sus fibras; todas las que no pueden contraerse así y no pertenecen esencialmente á la clase de los músculos, deben las mas veces su movilidad á sustancia muscular esparcida, principalmente á fibras musculares, como son los conductos escretorios de las glándulas, que se contraen segun demostraré.

3.º Los nervios poseen la facultad de provocar movimientos en los músculos, por pequeños cambios que se escapan á los sentidos del observador. Tambien tienen la de conducir todo cambio ocurrido en su propio estado al cerebro, órgano central de donde parten influencias sobre todos los demas órganos. Esto es lo que se llama *sentir*. Las sensaciones no tienen lugar sino en tanto que los nervios se

comunican con el cerebro. Muchos nervios que parten del cerebro y de la médula espinal son, por estos dos órganos, escitadores de movimientos voluntarios, mientras que comunican con los centros, al paso que, exista ó no esta comunicacion, tambien provocan contracciones involuntarias en los músculos, cuando llega á sufrir su estado algun cambio. En cuanto á las partes móviles que dependen del gran simpático, están sustraidas al imperio de la voluntad y sometidas solamente de un modo condicional al cerebro y á la médula espinal, con los cuales comunica el nervio indirectamente, esto es, por el intermedio de verdaderos nervios cerebrales y raquidianos. En los nervios es donde las fuerzas orgánicas manifiestan mayor movilidad; un movimiento de la masa ponderable y su accion es necesaria para el desempeño de todas las funciones, porque todas las partes se refieren al cerebro y á la médula espinal por medio de cambios habidos en los nervios, así como ellas esperimentan de parte de estos centros ciertas influencias necesarias para su propia accion.

Estos tres sistemas orgánicos tienen correspondencia unos con otros. Todos los órganos son sensibles por los nervios que entran en su tejido; los que sirven para la metamorfosis química de los líquidos son contráctiles, cuando pueden contraerse en razon de fibras musculares esparcidas por su tejido; en fin todos aquellos en los cuales, independientemente de cualidades vitales particulares, se hacen secreciones de líquidos que puedan servir al todo, tienen para este efecto tejidos especiales. Así es que en los órganos de los sentidos hay ciertos tejidos particulares encargados de producir tambien secreciones líquidas.

Irritabilidad de los animales.

Las leyes de la irritabilidad de los séres orgánicos han sido ya examinadas en general en el párrafo anterior, donde fijé la relacion que existe entre los incitantes de la vida y la manifestacion de la actividad. Aquí me propongo estudiar mas de cerca las leyes de la irritabilidad en los animales, por mas que en el estado actual de la ciencia apenas sea posible esparcir alguna luz sobre estos difíciles problemas, cuya solucion seria tan apetecible, en atencion á que, bajo este punto de vista, la medicina tiene derecho para mostrarse muy exigente con la fisiología.

Ya sea la fuerza orgánica el resultado de la mezcla de materias ponderables é imponderables, ó ya sea ella misma

la que determine y mantenga la composicion de la materia orgánica, vemos que hay circunstancias en que puede acrecentarse en ciertos órganos; las acciones son entonces mas intensas y mas duraderas, como se observa en el aparato genital durante el embarazo y durante el período de celo. La fuerza orgánica disminuye tambien en la cornamenta, antes organizada, del ciervo, cuando esta escrecencia muere, y recobra nuevo vigor, en brotando otra vez el asta. Toda parte que es mas animada, recibe mas sangre, y en ella se metamorfosea mas esta sangre en materia organizada. Dice Tiedemann que un órgano irritado sufre cambios mas rápidos en su composicion material, y por esto atrae con mas rapidez y en mayor abundancia la sangre, que es la única que puede provocar un aumento de energía en las manifestaciones de la fuerza. Cuando por el contrario sufre algun daño una parte orgánica, de resultas de una metamorfosis material, se despliega en ella una actividad mayor para remediar el mal, siempre que la descomposicion de la parte orgánica no haya avanzado demasiado. Los cuerpos orgánicos poseen constantemente la facultad de mantener el modo de composicion de las partes necesario para la vida del todo. Siempre que esta composicion padece, se manifiesta la tendencia de que acabamos de hablar. Esto es consecuencia del axioma de que los cuerpos orgánicos procuran continuamente hacer equilibrio con las influencias químicas. Hé aquí la razon de que afluya la sangre en mayor cantidad á una parte herida, porque la actividad orgánica está aumentada en aquella parte. En la inflamacion se reconoce el conflicto entre la fuerza orgánica aumentada, que procura equilibrar el principio de descomposicion, y la tendencia ya existente á esta descomposicion.

Este caso y muchos otros, y aun tan solo el cansancio que sigue á grandes esfuerzos, nos demuestran que la fuerza orgánica se consume en cierto modo con el ejercicio de las funciones. La prueba la tenemos aun despues de la muerte: porque si se toman dos pedazos iguales de músculo de un animal recien muerto, y se provocan ligeras convulsiones en el uno con la punta de un cuchillo abandonando el otro á sí mismo, se observa que el primero pierde tanto mas pronto su irritabilidad cuanto mas se mueve (1). Toda impresion de luz embota el ojo por decirlo así, y la misma escitacion

(1) ADELMRIETH, Fisiología, t. I, p. 63.

reproducida despues no da lugar á una reaccion igual sino cuando el ojo ha descansado. Podria atribuirse el fenómeno á que parte de la fuerza sirve para reparar los cambios materiales provocados por el estímulo; pero esta fatiga sobreviene tambien cuando aumenta la actividad sin estimulante esterior, siempre que la fuerza no se haya aumentado al mismo tiempo. Parece pues que esta misma actividad produce un cambio material en los órganos, acaso porque la nutricion contínua de la sustancia por la sangre respirante, sin la cual habria tanta vida como combustion sin descomposicion, se acelera ó aumenta, sin que participe de la misma suerte la reproduccion á espensas de los alimentos, no pudiendo llegar sino poco á poco á la separacion, que es su objeto final. Pero en general cuanto mas activo es un hombre y cuanto mayor parece la descomposicion de las sustancias, mas necesidad tiene el individuo de alimentos. Los hombres y los animales, muertos de resultas de un violento desarrollo de fuerza, como por ejemplo un ciervo perseguido en cacería, se pudren con mas prontitud aún que los muertos por pérdida total de sangre. Autenrieth, que hizo esta observacion, dice tambien que un músculo separado de un animal irritable aún se cae en putrefaccion infinitamente mas pronto, cuando antes de la muerte se han escitado en él frecuentes contracciones, que otro que haya permanecido en quietud. (1) Sobre todo en las funciones del sistema nervioso es tan necesario el reposo, que la vida mas moderada exige el sueño, estableciéndose por sí aun cuando sigan obrando los cuerpos que ponen en actividad el sistema nervioso, porque el cambio que determina la actividad en este sistema le hace insensible á aquellas impresiones.

La revivificacion contínua de las partes organizadas por los incitantes integrales de la vida se halla unida generalmente á la facultad de desplegar una actividad proporcionada. Pero cuando la accion se aumenta y acelera, se necesita reposo para reproducir tanta aptitud para nuevas acciones como haya hecho perder la accion.

Aunque en el estado sano se reproduzca generalmente tanta fuerza en un tiempo dado como se pierde por el hecho de la actividad, hay casos sin embargo en los cuales la reproduccion va haciéndose cada vez mas fuerte, aunque esté regulada la actividad de un modo uniforme ó con alternati-

(1) AUTENRIETH, *Fisiología*, t. III.

vas bien marcadas de actividad y de reposo. Este caso ocurre principalmente durante la juventud, porque, segun los motivos arriba espuestos, la afinidad de las partes orgánicas hácia los incitantes generales de la vida, parece tanto mayor cuantos menos progresos ha hecho el desarrollo; pero en general una actividad no exagerada, que alterna con reposo, acrecienta la fuerza de un órgano, mientras que el simple reposo relaja á menudo los órganos. Hacer alternar el ejercicio y el reposo, tal es el secreto de fortificar poco á poco el móvil de nuestras acciones. Como la vida se acompaña de descomposicion, quizá la accion de un órgano descompone una parte de las sustancias, mientras que el aumento de accion hace la composicion mas íntima en otra parte, de suerte que un órgano pierde á la verdad obrando, pero la accion le hace mas apto para atraer nuevas sustancias y fortificarse. Sin embargo cuando la accion se menudea demasiado ó es en demasía violenta, la reparacion se hace menos considerable y se ve sobrevenir el aniquilamiento, y este es el caso en que el consumo de la fuerza orgánica ó el aniquilamiento de esta fuerza por aumento de accion, se hace con mas rapidez que la reproduccion que se efectúa en el mismo espacio de tiempo. El aniquilamiento es tanto mayor cuanto mas numerosas y mas nobles son las partes frecuente y violentamente puestas en juego (por ejemplo, durante el cóito casi todo el sistema nervioso se halla en un estado de energía acompañado de consumo de fuerza) y que una parte, durante las acciones de los otros órganos, les comunica mas de lo que ella pierde, lo cual parece ocurrir precisamente en las acciones nerviosas. La inercia momentánea de la fuerza orgánica despues de la accion y su restablecimiento gradual, se manifiestan aun en las partes separadas del cuerpo de una rana, probablemente porque el conflicto de la sangre que contienen todavía y del aire con los órganos restablece la irritabilidad. Asi sucede que la aplicacion reiterada de el galvanismo á las patas de una rana desprendidas del tronco, deja á estos miembros inertes y no se restablece en ellos la irritabilidad sino poco á poco durante el tiempo de reposo.

Cuando se pone rara vez en accion un órgano, no aumenta tanto durante el descanso la aptitud para obrar despues, como cuando el mismo órgano goza de cierto grado de actividad. Si se ejercita mucho el ojo, la vista se hace momentáneamente mas débil por la misma escitacion; pero si durante algun tiempo se deja este órgano en reposo completo, por ejemplo en la obscuridad, se sienten despues con mayor

vivacidad las impresiones. Si por la ley que se acaba de discutir se le fortifica con alternativas de accion y de reposo, se hace tambien capaz de mayores esfuerzos, sin agotarse con tanta prontitud como antes Pero déjesele largo tiempo en absoluto reposo, aunque se haya acumulado gran suma de sensibilidad, como sucede generalmente á consecuencia de la quietud, la fuerza vital estará tanto mas debilitada cuanto menos se la haya ejercitado, y una viva impresion repentina de luz puede hasta cegar al que haya estado privado largo tiempo de la accion de los rayos luminosos. Los músculos entregados á largo reposo pierden mucha de su fuerza motriz, y asi es como alguno de ellos, los de la oreja por ejemplo, cesan de poder contraerse (1).

Hasta aquí se ha examinado el cambio de la actividad orgánica de los animales de un modo puramente general. Veamos ahora cómo obran sobre él las influencias esteriores. Los escitantes esternos que mantienen la vida no son los únicos que ocasionan efectos orgánicos. Todo lo que altera la composicion material y turba el equilibrio de reparticion de las materias imponderables en las partes orgánicas, puede cambiar tambien la accion del organismo y de los órganos. Este cambio toma el nombre de *reaccion* cuando se ejecuta con viveza. La impresion que determina la reaccion de parte del organismo se llama *irritacion*, é *irritante* la causa que efectúa el cambio. Reaccionar contra un irritante siempre es un fenómeno vital, una manifestacion de una propiedad orgánica del organismo.

La aptitud para ser impulsado á desarrollos de fuerza por impresiones esteriores no pertenece únicamente á los cuerpos orgánicos, y en particular á los animales. Muchos cuerpos inorgánicos desprenden luz ó calor en ciertas circunstancias, por ejemplo de resultas de un choque. Los físicos consideran como cosa probable que esta luz y este calor estaban combinados en los cuerpos, y que la influencia esterior les ha puesto en libertad. Aquí habria algun derecho para citar los cuerpos elásticos, cuyas mas pequeñas moléculas se atraen mútuamente en tal grado, que una tentativa para separar algunas influye sobre todas, y las fuerzas atractivas de las moléculas unas con otras determinan una restitucion completa que se traduce por el fenómeno de la elasticidad y el de las ondulaciones sonoras. Pero ningun cuerpo inorgá-

(1) AUTENRIETH, *fisiología*, tom. 1.°, pág. 104.

nico se muestra tan uniforme en estas manifestaciones como los organismos que, en medio de las impresiones mas diversas propias para turbar la composicion de las moléculas, producen siempre el mismo fenómeno, aquel de hacer capaz un órgano por su propia vida. Esto pende probablemente de la propiedad fundamental que tienen los cuerpos orgánicos de equilibrar los trastornos de su composicion, fuerza que en el estado sano predomina sobre la causa perturbadora. Esta fuerza, que restablece el equilibrio en las partes orgánicas, despues que es trastornado, es la misma que mantiene una parte en sus condiciones especiales por la continuidad de la nutricion y de la restauracion. El fenómeno que tiene lugar en el restablecimiento del equilibrio es compuesto del cambio de la parte orgánica por una causa esterior, y de la tendencia de esta misma parte á una restauracion completa, por el restablecimiento del equilibrio.

Dutrochet supone que todas las causas escitadoras producen el mismo cambio en el organismo y modifican la oxidacion de la sustancia orgánica espuesta á su accion. Segun él, estas causas obran simultáneamente sobre el oxígeno y sobre la sustancia orgánica para solicitarlos á combinarse juntos. Por ingeniosa que sea esta idea, no deja de ser una hipótesis desnuda de fundamento, como igualmente la conclusion de Dutrochet de que la escitabilidad es una verdadera combustibilidad. A su parecer la escitabilidad es grande en la juventud porque el organismo es oxidable en alto grado durante este período de la vida, y entonces posee poco oxígeno combinado, al paso que en una edad avanzada tienen menos accion los escitantes, porque es menor la tendencia á la oxidacion, en proporcion de la cantidad de oxígeno combinado ya. Se podria admitir con mas verosimilitud que la accion estimulante, química y dinámica de ciertos estímulos pende de que favorecen la afinidad entre la sangre hecha estimulante por la respiracion y la sustancia orgánica, y de que por este principio imprimen mas energía y celeridad á las metamorfosis materiales que se efectúan en la sangre.

A cada escitacion de una parte orgánica se refiere un cambio material, que debemos admitir aun en la accion escitadora ejercida sobre el ojo por la luz: efectivamente, parece que la luz entra en la composicion de muchos cuerpos, y determina cambios químicos, como lo prueba el ejemplo de un gran número de preparaciones químicas y el de los vegetales, de los que la luz desprende oxígeno. El primer cambio que provoca un estimulante, depende de la naturaleza de este y de

la del cuerpo orgánico sobre que obra: consiste, por ejemplo, en una compresion, en un cambio químico. Pero la reaccion que viene despues resiste á este cambio y difiere totalmente de la naturaleza del estimulante; no es mecánica, ni química, es una manifestacion del modo de vitalidad propio del órgano, una sensacion, un dolor, una inflamacion, una convulsion. El calor, la electricidad, la luz, se comunican á los cuerpos orgánicos, como á los demas, segun las leyes físicas generales; pero en la restitucion plena y completa hay siempre un fenómeno vital diferente segun la parte que vá á ser cambiada; y hasta el término del restablecimiento del equilibrio, los fenómenos se componen del efecto del estimulante y de la reaccion contra el estímulo. Las sustancias dotadas de una accion química cambian tambien los cuerpos orgánicos, á cuyas espensas tratan de producir combinaciones binarias, y cuando lo consiguen, cuando la afinidad de las partes orgánicas no basta para mantener la combinacion orgánica y equilibrar la accion química, se ve surgir un producto químico y la parte afectada muere: lo que sucede, por ejemplo, en las quemaduras, ó por la accion de un ácido mineral, ó de un álcali cáustico. Pero mientras sigue viviendo la parte orgánica que está espuesta á la influencia de un cuerpo que ejerce una accion química, da lugar á los efectos que son propios suyos, por ejemplo, á sensaciones, á movimientos, á la inflamacion. Las influencias químicas, como los ácidos y los álcalis, bien pueden producir combinaciones binarias en el sitio donde obran sobre cuerpos orgánicos, y originar de este modo la gangrena ó la muerte: pero en los límites del cadáver, aún despliega la parte viva sus propiedades orgánicas, que manifiesta por la inflamacion, etc.

La accion del cuerpo animal contra escitantes esteriores no solo es una reaccion en el sentido de las propiedades orgánicas, sino que tambien el modo de esta reaccion, las propiedades orgánicas resistentes varían á menudo segun la naturaleza de las partes y su composicion. Hé aquí por qué los estimulantes mecánicos, químicos ó eléctricos, aplicados á un músculo, determinan en él el mismo género de reaccion, á saber: un movimiento. Pero estos diversos estimulantes puestos en relacion con un nervio sensitivo no provocan mas que sensaciones, y hasta la especie de sensacion varía en nervios diferentes, á pesar de la semejanza de escitantes, al paso que la diferencia de estos no quita que sea la misma, si está afectado el mismo nervio. Así, por ejemplo,

las escitaciones mecánicas y eléctricas no provocan en el nervio óptico mas que sensaciones de luz, cualidad propia de este nervio, y parece que no causan dolor, siendo así que sensaciones de dolor, y no de luz, son posibles en los nervios sensitivos. Igualmente los escitantes mecánicos y eléctricos puestos en relacion con el nervio auditivo hacen nacer sensaciones de sonidos, y la irritacion eléctrica del nervio olfatorio determina sensaciones olfatorias. Así tambien las raices anteriores de los nervios raquidianos no producen sensacion alguna, sino solo convulsiones en los músculos cuando son incitadas por una causa mecánica ó por el galvanismo, al paso que las posteriores, en las mismas circunstancias, dan lugar á sensaciones solamente, y no á convulsiones. La fisiología adquiere un empirismo tan seguro como el de las otras ciencias naturales, cuando conoce el modo especial de reaccion de todas las partes del cuerpo animal.

Ahora es evidente que los síntomas del mismo órgano en estados enteramente diferentes, se asemejan mucho á menudo; que, por ejemplo, las cualidades vitales que le pertenecen en su propiedad se pronuncian con mas ó menos energía cuando es inducido á desplegar mas fuerza que la ordinaria, lo mismo que cuando llega á ser irritado siendo su fuerza menor que de costumbre. Hay cierto grupo de fenómenos cerebrales, de fenómenos cardiacos que se encuentran en diferentes enfermedades del cerebro y del corazon, y aquí resalta la demencia de los homeópatas, que creen curar con sustancias que determinan un efecto análogo á una enfermedad, mientras que no hacen nada absolutamente, ó la naturaleza emplea el remedio que la presentan en un uso muy distinto del que ellos imaginan. Cuando dos medios provocan síntomas análogos en algun órgano, es una prueba, no de que determinan efectos semejantes en todo, sino de que obran sobre un órgano mismo, lo cual no impide que sus efectos especiales puedan ser totalmente distintos. La sífilis y la enfermedad mercurial pueden ser esencialmente diferentes, y parecerse sin embargo en que una y otra destruyen ciertos órganos. Los ácidos minerales y los álcalis destruyen las partes orgánicas con igual energía, y sin embargo nadie sostendrá que sean semejantes; por consiguiente, determinando una ligera metamorfosis de la materia orgánica puede hacerla incapaz el mercurio para continuar la destruccion sifilítica, despues de lo cual, la naturaleza, y no él, es quien completa la cura.

Como los estimulantes ponen en juego los órganos, y todo

aumento de actividad que no va acompañado de aumento de fuerza orgánica deja á ésta inactiva por algun tiempo, consumiéndola en cierto modo, los estimulantes la consumen tambien, y no siendo integrantes como los incitantes generales de la vida, nunca dejan de suspenderla, despues de provocada la actividad, aun cuando sigan obrando. De aquí resulta el carácter periódico de que están revestidos ciertos fenómenos vitales. Un órgano contráctil que contiene una materia que ejerce sobre él una accion mecánica ó química, se contrae. Por este acto mismo, la parte contráctil se hace incapaz de contraerse con igual fuerza un momento despues; pero la escitabilidad renace poco á poco, y vuelve á hacerse eficaz el estimulante que sigue obrando. Así pueden repetirse las contracciones de vez en cuando. Un ejemplo de este fenómeno tenemos en las ondulaciones del iris, cuando la impresion de la luz subsiste la misma, y en las contracciones periódicas del recto, de los intestinos, del estómago, del corazon, de la matriz, de la vejiga, y de los músculos que espelen el contenido de la uretra durante el cóito. Aquí el estímulo que provoca la contraccion, suele ser esterior, un contenido como la orina, los escrementos, etc.; pero tambien con frecuencia parece ser interior, y afluir, por ejemplo, al través de los nervios, aunque la contraccion sea periódica como en el corazon. Porque aunque alternativamente el corazon espela sangre por un lado y la reciba por otro, y el estímulo producido por este líquido deba escitar contracciones periódicas; sin embargo, su contenido no es la única y primera causa del ritmo de su contraccion, supuesto que despues de eliminado del cuerpo, sigue largo tiempo, en los reptiles sobre todo, contrayéndose de una manera rítmica, á pesar de su estado de vacuidad, fenómeno dependiente al parecer no solo del aire sustituido al estimulante ordinario, sino de un estímulo interior resultante del conflicto de las fibras musculares y de los nervios, que obra periódicamente, ó sobre el cual no puede reaccionar el órgano sino de un modo periódico.

Los estimulantes demasiado repetidos embotan los órganos y los dejan por largo tiempo sordos á su accion. Así se esplica una parte de los fenómenos del hábito, por mas que muchas de las cosas á que esté uno acostumbrado no sean al pronto únicamente fenómenos de estimulacion, sino que determinan tambien cambios duraderos de resultas de una modificacion de la composicion, lo cual basta para esplicar la inercia que luego manifiestan.

Como las numerosas sustancias que obran sobre el orga-

nismo, en razon de su naturaleza y de su constitucion, pueden imprimir á la composicion de las partes orgánicas las mas diversas modificaciones, tanto que no seria posible determinarlas todas individualmente, no hay medio de reunir los medicamentos, por su modo de obrar, bajo puntos de vista exactos, y este es el lado flaco de la medicina. En este particular los mas distinguidos autores han echado mano de suposiciones gratuitas, de fórmulas estériles. Sin embargo, en general no puede haber mas que tres modos de esta especie de accion:

1.º Los *escitantes*. Los verdaderos escitantes, aquellos de mas importancia son las condiciones mismas de la vida, por cuya sola accion contínua sobre las partes animadas de la fuerza orgánica se manifiesta la vida y se acrecienta la fuerza orgánica, á saber, cierto grado de calor, el aire atmosférico, el agua y alimentos que hayan sido ya organizados, procedentes de vegetales ó animales. Estas influencias no se limitan á cambiar la composicion de las partes orgánicas y á estimularlas por un cambio de equilibrio, sino que entran tambien, como partes integrantes, en la composicion de los órganos, y esto de un modo indispensable á la vida. Despues de una enfermedad, estas influencias constantes, que no se agotan estimulando, son los verdaderos medios de restaurar las fuerzas y ellas solas bastan para ello.

Independientemente de ellas, hay muchas otras que por la idea que hemos dado anteriormente de la irritacion, producen tambien reacciones; pero no integran de una manera absoluta, y la mayor parte, si no provocan síntomas ó fenómenos, no tienen accion ninguna vivificante sobre los cuerpos orgánicos, ó traen consigo consecuencias muy perjudiciales á proporcion del cambio material que determinan. Como se han confundido todas las influencias que no tienen mas efecto que restablecer el equilibrio en el organismo y que por lo mismo dan lugar á fenómenos, con aquellas otras influencias absolutamente necesarias para el mantenimiento de la vida, que integran, este error ha causado muchos daños en medicina y costado la vida á muchos hombres, porque conduce á la falsa idea de que, encendiendo ciertos estimulantes la vida como una llama, son indispensables los estimulantes en general para que aquella subsista.

Entre el gran número de influencias que no pertenecen á la categoría de los incitantes generales de la vida, las hay que en ciertas circunstancias ejercen una accion localmente vivificadora y fortificante, análoga á la de estos últimos, y

que producen este efecto integrando la composicion de un órgano por su influencia material, ponderable é imponderable, ó imprimiéndole una modificacion tal, que se facilite á los incitantes generales el efectuar la restauracion. Pero todo esto depende del estado del órgano enfermo, y son muy raros los casos en que determinan este efecto medicamentos famosos por su virtud de vivificar y fortificar: al contrario, mas de un desgraciado ha perecido á resultas de remedios que escitan, sí, en tal ó cual circunstancia y aun en general, pero que solo causan una revolucion sin fortificar.

Los medicamentos pertenecientes á la clase de sustancias, que vivifican condicionalmente, obran tambien con preferencia por su composicion sobre órganos de composicion orgánica diversa, y forman grupos naturales, segun su accion se dirige especialmente al sistema nervioso ó á los órganos encargados de la metamorfosis de la sangre, etc. Muchas influencias de este género son sustancias imponderables como la electricidad. Esta se ha empleado con buen éxito en las paralisis. Pero el calor, necesario desde luego para el desarrollo del embrion, tiene tambien eminente influencia sobre la vivificacion, cuando no dan ningun resultado otros medios, por ejemplo en las enfermedades de nervios y de la médula espinal, las paralisis, la neuralgia dorsal y la tisis dorsal incipiente, cuando se aplica el indicado calor en forma de moxa y repitiéndole á menudo, esto es, reiterando la aplicacion á cada caida de escaras. Otro tanto decimos del calentamiento contínuo y doloroso de una parte enferma por medio de una bugía encendida que se aproxima. No se sabe bien cómo obra el calor en estos casos. No es eficaz el moxa en las enfermedades de la médula espinal, si no se le aplica á la inmediacion del órgano mismo, y sin embargo puede escitar dolor en todas partes.

La influencia mecánica es un estimulante vivificante condicional en las fricciones, con cuyo auxilio, obrando sobre las estremidades de los nervios, obramos sobre las partes centrales del sistema nervioso de un modo que les es homólogo, al mismo tiempo que activamos el contacto de las partes frotadas con la sangre.

Por otra parte, todos los medios de esta especie, tanto medicamentos como altos grados de temperatura (por ejemplo, en la quemadura), la electricidad, la influencia mecánica (como presion, contusion), producen, obrando con demasiada intensidad, precisamente lo contrario de la vivificacion, porque entonces cambian la materia de un modo tan vio-

lento, que no puede conservar la composicion necesaria para la vida. Por eso no deben considerarse sino como influencias especiales, que vivifican bajo ciertas condiciones, mientras favorece á la composicion natural de las partes su accion sobre la materia orgánica: tambien se les puede dar el nombre de estimulantes homogéneos y aplicar el de estimulantes heterogéneos á todos los otros escitantes que no hacen mas que turbar la composicion natural y el estado de las fuerzas y que ejercen sobre la vida una influencia, no vivificadora, sino perjudicial. No se olvide empero que si son mal elegidas las circunstancias, cada uno de estos estimulantes homogéneos se hace heterogéneo, es decir, no hace mas que turbar el estado de las fuerzas y la composicion natural.

Conforme á estas esplicaciones, las influencias estimulantes son de dos clases: incitantes generales de la vida y estimulantes especiales, subdivididos estos en homogéneos y heterogéneos.

Por lo demas, cuando la fuerza vital disminuye rápidamente, somos abandonados por todos nuestros medicamentos estimulantes, gran parte de los cuales no hacen mas que revolucionar sin fortificar.

2.° *Los alterantes.* Una multitud de sustancias tienen importancia en medicina, por determinar en la materia orgánica un cambio físico tal, que sin que haya integracion inmediata ó adquisicion de fuerza, sufren las cualidades de esta materia una modificacion que contribuye á hacer propio para modificar un estado enfermizo ya existente. Este efecto se verifica, ya porque llegue á vencerse en la composicion de la materia un obstáculo material á la realizacion de las acciones características de la salud, ó un escitante que impela á acciones enfermizas, ya porque los órganos son modificados químicamente de tal manera que no pueden ser afectados por una irritacion morbosa, ó porque la materia esperimenta un cambio que no permite otros cuya aparicion habrá lugar á temer (como en el método antiflogístico), ó en fin, porque se cambia la naturaleza de los jugos nutricios. Al médico no le es posible devolver químicamente la salud á un órgano complexo enfermo: lo que se puede solamente es, por medio de una ligera metamorfosis química, dar un impulso tal que la naturaleza misma restablezca la composicion natural, por la fuente inagotable de la reproduccion continua. Los alterantes ofrecen asimismo esta diferencia principal, que los unos obran mas sobre el

sistema nervioso, y los otros sobre los órganos dependientes de este sistema. Bajo el primer punto de vista, los alterantes mas importantes son las sustancias llamadas narcóticas: la otra clase encierra la multitud de medicamentos que determinan cambios de materia en otros órganos. Apartando los obstáculos para la curacion, pueden tambien los alterantes hacerse indirectamente incitantes vivificantes, y aun puede su uso dar lugar á síntomas de irritacion, de resultas de cambios ocurridos en el equilibrio. Aplicándolos fuera de oportunidad se hacen dañosos, ya se usen á título de escitantes heterogéneos, ya porque originando una pronta descomposicion, destruyan la fuerza orgánica como los narcóticos.

Pero como, en razon de su composicion, obran los alterantes muy diferentemente unos de otros sobre la de los órganos, puede suceder que uno de ellos pierda su accion por saturacion, y resulte incapaz de promover cambio alguno sucesivo, mientras otro los produce todavía. Una multitud de casos que pertenecen á los fenómenos del hábito, entran aquí, y el uso de los medicamentos ha confirmado mil y mil veces la exactitud de lo que se acaba de decir. Por la influencia de un alterante, que modifica químicamente la composicion de los órganos, sufren estos un cambio tal que dicha sustancia no halla ya para sí afinidad en el organismo mientras puede haberla para alguna otra. Hay tambien sustancias imponderables que obran de este modo: el ojo se va haciendo cada vez menos sensible al color verde mirándole largo espacio, hasta que le ve cambiado en un color sucio gris; pero en esta época hay mas sensibilidad que nunca para el encarnado, al paso que la fijacion prolongada del encarnado le hace insensible al verde. Igualmente, el contemplar por mucho tiempo un campo amarillo disminuye la sensibilidad para el amarillo y la acrecienta para el violado, y vice versa: contemplar largo tiempo el azul aumenta la sensibilidad para el anaranjado y vice versa, al paso que el color en que se fija la atencion largo tiempo parece cada vez mas sucio.

3.º *Los desorganizadores.* Aquí se incluyen las influencias que destruyen desde luego las partes organizadas, sin empezar por irritar ó causar una alteracion no dañosa. Las unas son escitantes cuando tienen poca intensidad, y en el caso contrario originan una turbacion esencial en el estado de las fuerzas, como el calor, la electricidad, etc. Otras son alterantes, que cuando obran con gran intensidad turban violentamente la composicion, produciendo con las sustancias orgánicas combinaciones que no puede equilibrar la

fuerza orgánica, como los alterantes, narcóticos, y los que atacan á la formacion y metamorfosis de los jugos orgánicos; por ejemplo, los antimoniales, los mercuriales, los ácidos minerales y los álcalis concentrados. Los irritantes pueden desorganizar de dos maneras. A cierto grado pueden no ser mas que simples estimulantes; pero en grado mas elevado, en vez de integrar ó favorecer la integracion por la escitacion de nuevas afinidades, determinan inmediatamente una turbacion esencial en la composicion; en cuyo caso no precede á la muerte general ó local ninguna escitacion, y se efectúa la descomposicion inmediatamente, como en la muerte ocasionada por el rayo. O bien un irritante que por sí mismo es integrante bajo condicion, pone en juego un órgano demasiado tiempo, de modo que, segun las leyes de la escitacion, hay entonces mas fuerza reducida á la inercia, en un espacio de tiempo dado, que la que pueda recobrar su actividad durante el mismo intervalo de reposo, dándose á esto el nombre de *sobre-escitacion*. El órgano sobre-escitado se debilita de cada vez mas, del mismo modo que se debilita el ojo espuesto á una luz demasiado viva. La medicina no emplea la accion destructora de las sustancias sino cuando quiere realmente destruir.

Cuando Brown, despues de haber descubierto algunas de las leyes de la incitabilidad, bosquejó el primer plan de un sistema científico de medicina, pero bajo una forma tosca aún y peligrosa en la aplicacion, no conocia el efecto producido por los alterantes, mejor que le conocieron sus sucesores que inventaron la teoría llamada *del escitamento*. En el sistema de Brown no hay cambio alguno de fuerzas escitables, que no sea precedido de sobre-escitamento; y la escitabilidad no puede agotarse con la vida á no ser por sobre-escitacion. Los brownianos debian sostener que, en los sitios en que una accion cualquiera acarrea el agotamiento, habia entonces una sobre-escitacion absoluta; alegando en prueba de este axioma que ciertas sustancias que, á cortas dósis, escitan de cualquier modo, producen otro diferente efecto á dósis mas elevadas, y á otras mas considerables aún ocasionan la debilidad, como el opio. En el primer caso, decian ellos, el período de escitacion es estremadamente corto é insensible; siendo de este modo tambien como esplicaban los efectos de todas las influencias, que ocasionan rápidamente la debilidad. Pero hay muchas sustancias que, á cortas dósis, producen ya mas débilmente estos efectos destructores, como los gases irrespirables, el veneno de la víbora, etc.

Los partidarios del contra-estímulo, Rasori, Borda, Brera y Tomasini, han atacado este error de Brown y de sus sucesores, y las sustancias que en vez de escitar producen en algun tanto el efecto contrario, es decir, que disminuyen la aptitud para ser escitados, han recibido el nombre de *contraestimulantes*, en términos de haber dividido los medicamentos en dos clases, estimulantes y contra-estimulantes. Pero si bien han reparado una de las grandes faltas cometidas por Brown, no han reconocido el efecto alterante de una série de sustancias medicamentosas.

Las distinciones que estableció este autor estan basadas en una mala interpretacion de algunos indisputables hechos de escitabilidad, y en la confusion de condiciones integrantes ó escitantes de la vida, como el agua, el aire atmosférico, el alimento, y cierto grado de calor, con las sustancias que, no ocasionando mas que un cambio en la reaccion de las fuerzas orgánicas y en la composicion á que está ligado el estado de salud, escitan mucho por esto mismo, pero no del todo. Un narcótico, es decir, un alterante de los nervios, puede ocasionar muchos síntomas desde el principio hasta el fin; al modificar su composicion, obra sobre la propiedad fundamental que tienen los cuerpos orgánicos de ser modificados por agentes esteriores, segun sus leyes interiores, ó si se quiere de ser escitados; pero esta estimulacion no es un escitante en el sentido terapéutico, puesto que actualmente se da este nombre á un estimulante que vivifica los órganos y constituye íntegra su composicion.

Brown dividió las enfermedades en esténicas y asténicas, diciendo que está aumentada la fuerza vital en las primeras, disminuida en las otras. Sin embargo, seria una idea que implicase contradiccion, una enfermedad en la que estuviese aumentada la fuerza vital, y no existe en realidad mas que infinitos desórdenes locales y generales, en la composicion de las partes orgánicas, en las que las fuerzas generales tan pronto disminuyen desde el principio, tan pronto no han recibido primeramente ataque alguno, y disminuyen despues, lo cual hace que sea la mejor de todas las clasificaciones en las enfermedades, la que las coloca segun los sistemas orgánicos y tipos calcados, sobre los que se emplean en la historia natural. Se ha intentado atribuir siempre la inflamacion á un aumento de fuerza vital; siendo esta una enfermedad, en la que ciertos fenómenos, el calor por ejemplo, se presentan mas pronunciados, y en la que aumenta la cantidad

de sangre en los pequeños vasos; cambia aún otros fenómenos, al mismo tiempo que se halla suspendida la funcion del órgano y que las sensaciones perciben una lesion profunda. Una causa inflamatoria da lugar á un cambio químico en la composicion de un órgano, por lo que podemos ocasionar una inflamacion por agentes químicos. De aquí puede resultar una afinidad química, una atraccion entre la sangre y la sustancia químicamente modificada de un órgano, cuya afinidad puede ser mayor que en el estado de salud entre la parte vivificada y la sangre. Pero que sea este aumento de afinidad entre la sustancia y la sangre, sea únicamente un aumento de la atraccion orgánica natural, parecido al que se observa en ciertos fenómenos en el estado de salud, por ejemplo en todos los de turgescencia, es lo que ponen fuera de toda duda los modos con que termina la inflamacion, y la facilidad con que entonces se establece la descomposicion. No es la inflamacion una enfermedad con aumento de fuerza vital, porque sus fenómenos presentan tanta tendencia á la descomposicion ocasionada por un cambio químico, como á la reaccion de las partes orgánicas contra esta descomposicion.

De la íntima dependencia que hay entre todas las partes del organismo, resulta en el cuerpo animal esa especie de estática de las fuerzas, de las cuales basta una para desarrollar toda las demas; pero como toda causa morbosa que obra sobre una parte, produce cambios materiales ponderables ó imponderables, resulta de esto que, por una cuestion de cambios, obra por lo regular sobre partes distantes, que son precisamente aquellas cuya susceptibilidad, por su influencia, es la que mas se declara. La sustraccion de sustancias en un punto impide el acúmulo de sustancias, análogas ó no, en otro sitio; sobre cuyo fenómeno está fundado el uso que se hace de los evacuantes en sitios distintos del que padece. El aumento de actividad en un órgano escita otras muchas partes: así es cómo el aumento de actividad orgánica en el aparato gástrico, está en relacion con la reproduccion de las astas en los ciervos, y con el cambio de muchos órganos en el hombre, cuyas modificaciones, lo mismo en un caso que otro, no sobrevienen á consecuencia de la castracion.

Entre estos fenómenos de la estática simpática, es necesario distinguir los que dependiendo mas particularmente del conflicto de todas las moléculas de los tejidos, que eran células en su orígen, y son susceptibles, así en el animal como en los vegetales, de los determinados sobre todo

por el sistema nervioso. La simpatía de las moléculas de los tejidos, ó la simpatía orgánica general, visible en una série de fenómenos morbosos, mientras duran aquellos en que se verifica poco á poco un cambio material, se manifiesta con mas lentitud y en razon de la afinidad de las moléculas homogéneas. La simpatía animal ocasionada por los nervios, se verifica comunmente con mas rapidez; puede ocasionar tambien cambios materiales en las partes que son estrañas á los nervios, y por lo regular á grandes distancias del punto de partida de la irritacion; pero no resulta este efecto de la radical progresion de un cambio material, sino que manifiesta que la accion nerviosa desarrolla un nuevo foco de cambios materiales.

DE LOS EFECTOS COMUNES A LOS CUERPOS ORGANICOS E INORGANICOS.

Los cuerpos orgánicos participan de las propiedades generales de la materia ponderable, siendo igualmente aplicables á ellos la mecánica, la estática y la hidráulica; pero muchas propiedades que pueden tener de comun las materias orgánicas con las inorgánicas, como la coherencia, la elasticidad, etc., no se verifican sino mientras continúa obrando la fuerza orgánica para producir cierto modo de combinacion; así que la túnica elástica de las artérias pierde su elasticidad algun tiempo despues de la muerte. Por otra parte, son bastante limitadas las aplicaciones de la mecánica, de la estática y de la hidráulica á la física orgánica, porque las que interesan mas actualmente son las causas orgánicas del movimiento.

Las sustancias imponderables, la electricidad, el calor y la luz se manifiestan tambien en los cuerpos organizados; y vamos á examinar cada uno de estos fenómenos de un modo especial.

DESARROLLO DE LA ELECTRICIDAD.

Se sabe que la electricidad por frote puede desarrollarse principalmente en muchos cuerpos orgánicos. La electricidad por proximidad, que tambien recibe el nombre de galvanismo, no se desarrolla esclusivamente por el contacto de metales heterogéneos; pues otras muchas materias, entre otras el carbon y tambien el grafito, pueden reemplazar á los metales electro-motores, segun los esperimentos de Humboldt y de Pfaff, y aun diversas partes animales, entre las que se forma

la cadena, obrando de un modo análogo al de los metales hetereogéneos, si bien algo mas débilmente. Seria pues muy falsa idea la de considerar las cualidades de metales heterogéneos, como la única clase de la electricidad galbánica. Seebeck ha descubierto que hasta las barras metálicas homogéneas elevadas á diferentes temperaturas, al aplicar las unas á las otras se galvanizan, y que una simple varilla metálica calentada de diverso modo en sus dos estremos, manifiesta fenómenos eléctricos; de modo que la heterogeneidad de las partes en contacto, la union de estas partes en forma de cadena, y el equilibrio de la materia eléctrica, parecen ser las condiciones mas generales para producir el galbanismo. Cuando se hallan reunidas estas circunstancias se observan tambien fenómenos galb ánicos en las partes animales (1).

Humboldt ha descubierto que sobrevienen ligeras convulsiones en un muslo de rana, cuando se toca al mismo tiempo un nervio y un músculo con un pedazo de carne muscular fresca, cuyo esperimento he repetido muchas veces. Buntzen habia tambien llegado á construir una débil pila galvánica con capas alternativas de músculos y nervios; y segun Prevost y Dumas obra sobre el galvanómetro una cadena formada de carne muscular fresca y agua salada. Cuando se fija á los conductores de dicho galvanómetro hojas de platina, sobre una de las cuales se pone un pedazo de carne muscular que pese algunas onzas, y se colocan los conductores en la sangre ó en una disolucion de sal, sufre una deviacion la aguja magnética. El mismo fenómeno se verifica cuando se ponen en contacto dos conductores, uno de los cuales tiene un pedazo de platina impregnado de cloruro de antimonio ó de ácido azótico, y el otro un pedazo de nervio, de músculo ó del cerebro (2). Kaemtz (3) ha hecho ver, por otra parte, que pueden construirse pilas secas bastante activas con cuerpos orgánicos, con absoluta esclusion de los metales. Estendió disoluciones concentradas de sustancias orgánicas sobre papel delgado, é hizo pilas con discos de este papel, cuidando de que estuviesen separadas dos capas heterogéneas por papeles dobles; y se ensayó la electricidad

---

(1) Consúltese sobre este particular á MATTEUCCI, *Traité des phenomènes electro-phisiologiques des animaux*. Paris 1844.
(2) MAGENDIE, *Journal de physiologie*, t. III.
(3) *Dans* SCHVVEIGGER *'s Journal*, 56, I.

de estas pilas con el auxilio de un electrómetro de Bohnenberger. Se reconoció así que la sosa representaba el papel de elemento positivo con respecto al sebo de carnero; la levadura con respecto del azúcar de caña, la sal marina y del azúcar de leche, el aceite de linaza respecto del azúcar y cera blanca, el almidon respecto de la goma, esta respecto del salep, el mucílago de la goma tragacanto al licopodio, la clara de huevo respecto de la goma y sangre de buey, y esta respecto del estracto de belladona y almidon.

Organos eléctricos de algunos pescados.

Los pescados eléctricos son, segun lo que llevamos dicho, menos sorprendentes de lo que á primera vista parece, aun cuando no se manifiesta la facultad que tienen de producir descargas sino durante la vida, y cuando nada desordena la influencia nerviosa. Entre las rayas, posee esta facultad, la familia de las torpillas, que comprende los géneros *Torpedo*, *Narcine*, *Astrape* y *Temera*; al género *torpedo* pertenecen las dos especies de los mares del Mediodia de la Europa, el *torpedo osciclata* y el *torpedo maculata*. No hay pescados eléctricos entre los *rhinobates*; y solo se ha creido la existencia de una especie eléctrica en este género, por confundirla con la *Narcine brasiliensis*. Los otros pescados eléctricos son el *Gymnotus electricus*, que vive en muchos rios de la América meridional, y el *Malapterurus electricus* que habita el Nilo y el Senegal. No se ha podido volver á ver el *Tetrodon electricus* (1) de Petersson, y es del todo dudoso el *Trichiurus eléctricus*.

Los órganos eléctricos de los torpillos están situados á ambos lados de la cabeza y de las branquias, y consisten en prismas de cinco ó seis caras, colocadas las unas al lado de las otras, que, sobre los puntos ya citados, ocupan todo el grosor del pescado. Cada prisma forma un tubo, de paredes delgadas, rodeado de vasos y nervios, en el que están colocadas muchas (150) escamas trasversales, sumamente delgadas, paralelas unas á otras y separadas por un líquido gelatinoso. A estos órganos van de cada lado, tres gruesos nervios, que provienen del par vago y envian antes ra-

(1) He examinado muchos tetrodones de hocico prolongado como el tetrodon electricus, y no he percibido ningun vestigio de órganos eléctricos.

mos desde las brancas á las branquias, repartiendo tambien un ramillo del quinto par en la parte anterior del órgano. (1)

Los órganos de la anguila de Surinam y del siluro eléctrico, están colocados, segun las investigaciones de Rudolphi, sobre ambos lados del cuerpo, desde la cabeza hasta la cola, y en cada lado son dobles, el uno superficial y el otro profundo, separados por un tabique, y tambien lateralmente por músculos en la anguila de Surinam. En este último pescado, se componen de membranas estendidas horizontalmente á lo largo del cuerpo á un tercio de línea de distancia, y entre las cuales se hallan tabiques verticales dirigidos de dentro á fuera con un líquidos en los intervalos; y el órgano mas profundo se halla todavía mas dividido. Los nervios del aparato son doscientos veinte y cuatro intercostales que bajan á su lado interno y se distribuyen en todas las capas, al paso que los filetes mas finos pasan por debajo del pequeño órgano, para ir á distribuirse en la piel; y un nervio compuesto de ramos del 5.º y del 8.º par se vuelve superficial en los músculos del dorso, sin distribuirse en el órgano. (2)

En el siluro eléctrico, ambos órganos están separados por una membrana aponeurótica; el esterno situado bajo el dermis y el interno por cima de la capa muscular: los nervios del primero provienen del par vago que pasa bajo la aponeurosis intermedia, pero cuyas ramas traspasan esta aponeurosis para avanzar al órgano esterno; y los del interno provienen de los intercostales, y son sumamente delgados. El órgano esterno consiste en muy pequeñas células romboideas, que solo se perciben bien con el lente: el interno parece estar formado de células y Rudolphi da el nombre

---

(1) Hunter, *Philos. Trans.* 1773, p. 2, tab. 20—P. Savi; *Etudes anatomiques sur le système nerveux et sur l' organe electrique de la torpille*, a la suite du *Traité des phenomenes electro-physiologiques des animaux*. par C. Matteucci, Paris 1844.

(2) Rudolphi, *dans Abhandlungen der Akademie von Berlin im Jhare* 1820 *y* 1821, *und im Jhare* 1824, *Comp.* sur la anatomie de l' anguille de Surinam, *H. Letheby*, dans *Lond. med. Gazette*, vol. 11, p. 809, 1842, et sur les phenom. electr. de se poisson outre le memoire de *Letheby l' ouvrage de Schoenvein*, *Beobachtungen ueber*, *die elektrische Wirkungen des Zitteraales*. Bale, 1831; et celui *de C. Matteucci*, *Traité des phenoménes electro-physiologiques des animaux*. Paris 1844.

de coposa á la substancia que llena á este último. (1)

Los efectos de los pescados eléctricos sobre los animales se parecen perfectamente á los de las descargas eléctricas. Las sacudidas comunicadas por una torpilla que se toca con la mano, se estienden hasta la parte superior del brazo, al paso que la anguila de Surinam parece poder combatir y hasta debilitar á los caballos, lo cual ha descrito Humboldt de un modo muy pintoresco. Es positivo que, por lo que respecta á la torpilla y á la anguila de Surinam, y segun los únicos efectos estudiados hasta el dia, los aisladores de la electricidad detienen la fuerza eléctrica, al paso que los conductores, como los metales y el agua, la permiten propagarse, y que la descarga se propaga á través de una cadena de personas, de las cuales toca la primera al pescado. Walsh ha sacado tambien chispas de la anguila de Surinam, al interrumpir la cadena conductriz con el auxilio de láminas de oro muy delgadas pegadas sobre un vaso y separadas una línea. (2) Fahlemberg ha repetido el esperimento con el mismo resultado, mientras se hallaba el pescado al aire libre. (3) Guisan, que practicó en Guiana, una série de esperimentos muy detenidos sobre este animal, observó muchas veces fenómenos lumínicos (4) lo que ha conseguido tambien Faraday en sus investigaciones practicadas recientemente en Londres (5), y Linari y Matteucci han llegado tambien á obtener una chispa de la torpilla. J. Davy fué el primero que observó un resultado decisivo al emplear el galvanómetro en la torpilla (6), y ha hecho tambien esperimentos sobre la descomposicion del agua. Uno de los reactivos mas sensibles para la electricidad, es en este caso como para otros, una masa gelatinosa que se obtiene añadiendo el almidon pulverizado á una disolucion concentrada ó casi concentrada de ioduro potásico; y determinan en esta sustancia un precipitado de ioduro de almidon, una simple combinacion de hilo de cobre y de zinc y un ácido muy dilatado. Faraday ha he-

---

(1) VALENCIENNES; (*Ann. des sc. nat.* t. XIV, p. 241) da una descripcion de los órganos eléctricos del siluro eléctrico, que no se diferencia de la de Rudolphi, en cuanto á los puntos esenciales.

(2) *Journal de Phisique*, 1776, oct. 331.

(3) *Vetansk. Acad. nya. Handling* 1801, II, p. 122.

(4) De *Gimnoto electrico*. Tubingue, 1819.

(5) *Philos. trans.* 1829, p. 1.

(6) *Philos. trans.* 1834, p. 2.

cho sobre la anguila de Surinam esperimentos análogos con el galbanómetro y el ioduro potásico.

La intensidad de la descarga, es del todo voluntaria y dependiente de la integridad de los nervios que se distribuyen en los órganos. Se puede arrancar el corazon á los pescados eléctricos, sin que estos pierdan la facultad de dar sacudidas por largo tiempo; pero esta facultad queda abolida por la destruccion del cerebro ó la seccion de los nervios: la destruccion del órgano eléctrico de un lado no detiene el efecto del del lado opuesto. Todos los observadores han comprobado tambien que no se verifica la descarga á cada contacto y que depende de la voluntad del animal, que para decidirse, necesita con frecuencia que se empiece por irritarle. El pescado no ejerce influencia alguna de la descarga, y parece que apenas la siente él mismo; no se nota ningun movimiento en la anguila de Surinam cuando da sacudidas, y la torpilla no deja percibir en igual caso mas que un ligero movimiento de las aletas pectorales. Pero los pescados eléctricos son perfectamente sensibles á las irritaciones galbánicas artificiales en las heridas que se les hacen. Por otra parte, las anguilas de Surinam, no sufren movimientos convulsivos, en lo que se funda Humboldt para hacerlas servir de conductor en la descarga suministrada por una de las de su especie.

La conmocion eléctrica se hace sensible, cuando el animal quiere comunicarla, ya que se limite á aplicar un solo dedo en solo una de las superficies del órgano, ya que se coloquen ambas manos cada una sobre una de estas superficies, una arriba y otra abajo. En ambos casos importa poco que la persona que toque el pescado esté aislada ó no. La torpilla y la anguila de Surinam tienen muchos puntos de contacto, pero se diferencian una de otra bajo algunos puntos de vista. Cuando una persona toca la torpilla con un solo dedo, se verifica la descarga, que esté ó no aislada dicha persona; pero cuando está aislada es preciso que sea inmediato el contacto. En vano se toca la torpilla con un metal, al paso que la anguila de Surinam da sus conmociones al través de una barra de hierro de muchos piés de longitud. Si se coloca una torpilla sobre un disco metálico muy delgado, jamás esperimenta sacudida la mano que tiene, aunque irrite al animal otra persona aislada, y aunque anuncien los movimientos espasmódicos de las aletas pectorales que son muy fuertes las descargas. Cuando, por el contrario, se tiene con una mano una torpilla estendida,

como anteriormente sobre el disco metálico, y se toca con la otra mano la cara superior, se esperimenta en los dos brazos una fuerte sacudida. La sensacion es la misma cuando está colocado el pescado entre dos discos de metal, cuyos bordes no se tocan, y cuando se aplican las dos manos á un tiempo sobre estos discos. Pero cuando los bordes de estos se tocan, no se verifica la conmocion, la cadena está entonces formada entre las dos superficies del órgano eléctrico por los discos metálicos, y la nueva cadena que resulta del contacto de ambas manos con ellos, queda sin efecto. (1)

J. Davy habia ya observado que no sucedia el efecto del mismo modo en las dos superficies de la torpilla, y han hecho tambien esta advertencia Linari y Matteucci. La direccion de las corrientes es siempre desde el dorso al vientre: todos los puntos de la superficie dorsal del órgano son, segun Matteucci, positivos con respecto á todos los de la superficie ventral. Los puntos del lado ventral, que corresponden á los positivos de la superficie dorsal, son negativos con respecto á otros puntos de la misma superficie, segun podemos convencernos con el auxilio del galbanómetro.

Faraday ha reconocido en la anguila de Surinam que va siempre la corriente desde la parte anterior del animal á la posterior; la primera era positiva en el esterior y la segunda negativa. La parte media de la longitud del pescado es negativa con respecto á la parte anterior, y positiva con respecto á la posterior. Sucedian las mas fuertes conmociones, cuando se cogia con una mano la parte posterior y con la otra la anterior, y se hacian tanto mas débiles cuanto mas se aproximaban las dos manos. Tocando al animal en los puntos correspondientes del lado derecho y del izquierdo, no se esperimentaba mas que una leve sacudida, como si solo se hubiese tocado con una mano sola. La inmersion de las dos manos en el agua, á poca distancia del pescado, es seguida de una sacudida mas fuerte que con la aplicacion de una sola mano al cuerpo del animal. Cuando la anguila de Surinam quiere defenderse de los pequeños pescados por sus sacudidas, encorva su cuerpo en arco al rededor de ellos.

La piel de los pescados eléctricos no juega un papel esencial en la descarga. Matteucci ha visto conservar los órganos de la torpilla su facultad de dar conmociones aun

---

(1) *Loc. cit.* p. 167.

despues de desollado el animal; y continuaban las descargas aun despues de haber quitado los discos del órgano.

A los esperimentos de Matteucci es á los que debemos los primeros resultados satisfactorios sobre el papel que desempeñan los nervios en la descarga eléctrica. Despues de cortados todos los nervios del órgano, ha perdido ya la torpilla la facultad de hacer descargas: si se irrita entonces mecánicamente la estremidad periférica de uno de estos nervios, se obtienen aún algunas descargas. Entre las diferentes partes del cerebro, la única que influye sobre estas últimas es el último lóbulo, el de la médula oblongada, de la que toman orígen los nervios del órgano, verificándose las descargas cuantas veces se toca este lóbulo. Matteucci ha examinado los efectos de una pila galbánica sobre las torpillas. Cuando se hace comunicar el polo positivo con el cerebro, y el negativo con el órgano eléctrico, en términos que se establezca una corriente desde el cerebro al órgano, siempre se verifica una descarga; cuando por el contrario se pone en relacion con el órgano el polo positivo y el negativo con el cerebro, no se observa descarga (á menos que no sea muy irritable el animal), y solo se manifiestan en el pescado convulsiones musculares: en este caso, el polo positivo de la pila ocasiona una corriente del órgano hácia el cerebro. Cuando se hace el esperimento con la pila sobre un órgano totalmente desprendido del cuerpo, como los nervios, no acarrea la direccion de la corriente diferencia alguna, y se verifica la descarga en todos los casos. Si se esponen los nervios aislados solos de una torpilla á los dos polos de la pila, se obra cada vez una descarga; pero no se efectúa cuando los polos están en relacion con el órgano solamente, de donde se sigue que los nervios son necesarios para su produccion. Por lo demas, durante la descarga de una torpilla, no da indicio alguno de desviacion un galbanómetro puesto en conexion con los nervios aislados del órgano.

Matteucci reasume en estos términos las consecuencias de todas estas investigaciones sobre los fenómenos eléctricos de la torpilla. (1) Cuando se reflexiona: 1.° que no se halla vestigio alguno de electricidad en el órgano, sin que se descargue; 2.° que pueden destruirse la piel, los músculos, el arco cartilaginoso que rodea el órgano y hasta una parte de la sus-

(1) *Loc. cit.* p. 179.

tancia de este último, sin que cese ó se muestre rebajada la descarga; 3.º que los pescados narcóticos ocasionan fuertes descargas eléctricas; 4.º que la irritacion del lóbulo eléctrico del cerebro (último lóbulo) da descargas eléctricas muy fuertes aun cuando parece muerto el animal hace mucho tiempo; 5.º que la accion de este lóbulo persiste despues que se ha separado de todos los lóbulos superiores del cerebro y de la médula espinal; 6.º que la irritacion de estos lóbulos superiores ó de la médula espinal no es seguida de una descarga; 7.º que se observan fuertes contracciones musculares en las partes que rodean el órgano, sin que se verifique la descarga; 8.º que esta descarga se produce al irritar los troncos nerviosos que se ramifican en el órgano, y cuando ya están estos troncos separados del centro; 9.º que la herida del lóbulo eléctrico no solo produce siempre la descarga, sino que algunas veces cambia su direccion; 10.º y último, que la corriente eléctrica obra sobre los nervios del órgano para producir la descarga, y siguiendo las leyes particulares, es imposible no deducir de estos hechos las siguientes conclusiones:

1.º La descarga eléctrica de la torpilla y la direccion de esta descarga dependen de la voluntad del animal, que para esta funcion reside en el último lóbulo de su cerebro.

2.º La electricidad se desarrolla por el órgano eléctrico, bajo la influencia de la voluntad.

3.º Toda accion esterior que se dirige sobre el cuerpo de la torpilla viva, y que ocasiona la descarga, se trasmite por los nervios del punto irritado al hemisferio eléctrico del cerebro.

4.º Toda irritacion que se dirige sobre el cuarto lóbulo ó sus nervios, no produce mas fenómeno que la descarga eléctrica.

5.º La corriente eléctrica que obra sobre el lóbulo ó los nervios eléctricos no produce la descarga del órgano, y esta accion de la corriente persiste por mas tiempo que la de todos los demas estimulantes.

6.º Todas las circunstancias que modifican la funcion del órgano eléctrico obran lo mismo sobre la contraccion muscular.

No es posible aún, en el estado actual de la ciencia, una teoría que satisfaga los efectos eléctricos de los pescados dotados de esta propiedad, en atencion á que no es mejor conocida en este particular que en otros la misteriosa relacion entre los nervios y la electricidad.

No podemos pues por ahora mas que formar suposiciones: ó los órganos eléctricos por sí son ó no el orígen de la electricidad, y pertenece la propiedad á los nervios.

En el caso primero es preciso admitir que los órganos eléctricos, que no deberian cargarse bajo la influencia nerviosa, presentan á los nervios, mientras estos influyen, una repentina accion no eléctrica sobre la materia que los constituye, se desprende tambien de ciertos cuerpos orgánicos el medio de desarrollar un estado eléctrico heterogéneo, del mismo modo que bajo la influencia de la vida y de la luz.

En el segundo caso, si las corrientes eléctricas en los mismos nervios son el orígen inmediato del efecto observado, puede ser de dos maneras la relacion entre los órganos y estas corrientes.

1.º Los órganos eléctricos pueden jugar el papel de un condensador semi-conductor, en el que la electricidad produce una descarga, cuando son repentinamente reforzadas las corrientes nerviosas, ó los órganos eléctricos pueden representar una pila secundaria, en la que no está aún concebida la electricidad, y que por el contrario se descarga por una impulsion que emana de los nervios, tal es la opinion de Matteucci. Se entiende en física por pila secundaria una pila compuesta de piezas metálicas homogéneas alternando con discos húmedos, que por sí misma es incapaz de producir la electricidad, pero que introducida como elemento en una pila galvánica regular, se carga y conserva cuando se le retira del circuito, de modo que puede descargarse en seguida.

2.º Pero los órganos eléctricos podrian tambien (suponiendo que las corrientes eléctricas circulasen en los nervios mismos) representar un aparato eléctrico por induccion, sin recibir las corrientes nerviosas, en términos de procrear una espiral eléctrica completamente aislada una corriente eléctrica en otra espiral aislada que ella encierra, sin que ambas espirales tengan la menor comunicacion la una con la otra. Si fueren atravesados los nervios por corrientes eléctricas, estarian estas corrientes siempre perfectamente aisladas en el tubo de los primitivos filetes, porque en ninguna parte de un nervio hay indicio alguno de derivacion de electricidad. La inflexion de los filetes nerviosos en filetes recurrentes en sus estremidades periféricas, inflexion cuya probable existencia en los músculos habian tratado de investigar Prevost y Dumas, y que han demostrado Valentin, Emmert y Burdach, no es la mas apropiada para una derivacion cual-

quiera, en la suposicion en que existieran corrientes eléctricas. He visto estos plexos y estas asas en los órganos eléctricos de la torpilla al examinar las láminas delgadas sobre los pescados frescos. Esta hipótesis obligaria á admitir que la corriente eléctrica en los nervios mismos está aislada, aunque la corriente desarrollada por induccion en el órgano es susceptible de derivacion. Pero todo esto no es mas que hipotético, y hasta el presente dista de estar probada la presencia de la electricidad en los nervios, lo que se deducirá de los pormenores en que entraré á continuacion.

Aun es preciso investigar por qué no sufren los pescados eléctricos por su propia electricidad, y cuáles son las condiciones necesarias para determinar convulsiones en su cuerpo.

Fenómenos de electricidad en otros animales.

Los fenómenos eléctricos de los pescados electro-motores se determinan por aparatos especiales; pero hay otra cuestion á mas de la de saber si se desarrolla la electricidad en el reino animal, y en el hombre por el mismo hecho de las acciones orgánicas ordinarias.

En la primavera, antes de juntarse, son las ranas sumamente sensibles al fluido galvánico: no solo la corriente galvánica de un simple par de piezas, puesta en contacto con el nervio, ó con el nervio y un músculo, produce convulsiones en el muslo del animal, sino que basta solo una pieza metálica homogénea para producir el fenómeno, cuando se la pone en contacto con un músculo desollado de dicho batracio cuyos nervios salen fuera del muñon, y el cual descansa sobre un pedazo de vidrio aislado. Si se coge con una mano una pieza de zinc, con la cual se toca el nervio, al paso que se coloca sobre el muslo un dedo de la otra, no tarda en verse aparecer una fuerte convulsion. Si se coloca el nervio crural sobre una pieza de zinc, y se unen este nervio y los músculos del muslo por un pedazo de rana, se verifican inmediatamente las convulsiones. Pero lo que hay de mas notable, es el fenómeno galvánico que se produce en un muslo de rana sin el concurso de ningun metal ni de ningun cuerpo estraño. Galvani descubrió este fenómeno, y ha sido comprobado por los esperimentos de Humboldt y otros. Para producirle, se parte una rana por

medio y por encima de los lomos, se toma el cuarto trasero, se separa de él tambien el muslo, á escepcion de los nervios, y se replegan los músculos de la pierna hácia los nervios crurales. En el instante mismo del contacto, si es muy irritable el animal, se observa una contraccion. He producido el mismo efecto sobre una simple pierna, de la que pendia el tronco del nervio crural, aproximando el de la pierna con el auxilio de una varilla aisladora, tocando con ella el epidermis húmedo; y se verificaban tambien las convulsiones, cuando separaba el nervio de la pierna. Hay otro esperimento mas complicado, que hemos hecho Aldini, Humboldt y yo, y que consiste en cerrar el circuito entre el nervio crural de la rana preparado, y la pierna, por una rana viva ó muerta, ó por un pedazo de carne muscular.

Galvani, Aldini, Humboldt, y en estos últimos tiempos, Mattenci, han abrazado estos fenómenos para fundar la hipótesis de que la electricidad desarrollada en tal caso pertenece al acto vital en sí, al paso que Volta ha establecido que deben considerarse simplemente como elementos físicos de una pila el nervio y los músculos, que se hace activo, no por sus propiedades vitales, sino por su estado material análogo al de los metales heterogéneos. En este sistema no hay mas fenómeno vital que la convulsion, que sirve al mismo tiempo de electrómetro para el movimiento de las fuerzas físicas, cuyo movimiento debe manifestarse tambien en un círculo formado de un músculo y de un nervio muerto; pero entonces no está indicado por las convulsiones, que es el mas sensible de todos los electrómetros. Aunque no puede decirse que esté perfectamente demostrada la teoría de Volta, no ha podido á pesar de eso probarse mejor hasta el presente la teoría opuesta. Nobili y Mattenci han hecho ver que, en los esperimentos de que se trata, el nervio obra como elemento positivo, y el músculo como negativo, ó que la corriente de la electricidad desarrollada marcha del nervio hácia el músculo, y Mattenci tiene el honor de haber elevado hasta el mayor grado los esperimentos respecto á este particular; pero puede tambien alegarse en favor de la opinion de Volta la prueba que da Mattenci, de que un círculo compuesto de agua salada con un músculo y un nervio unidos orgánicamente formando un todo en el que entra el galvanómetro, obra so-

bre este instrumento. El hilo metálico del galvanómetro y el agua salada no son aun elementos eléctricos indiferentes, y aun cuando se les pudiera dar de mano en el círculo de que se trata, no podria menos de considerarse todo indicio de electricidad como una confirmacion del sistema de Volta. Seria necesario tambien hacer una prueba en contra con un muslo de rana muerta, no irritable, y con agua salada. Ed. Weber ha observado que el contacto del cuerpo de un animal vivo ó muerto con el cobre, escita la electricidad en un circuito, y esta es la razon por qué nada prueba el esperimento, por el que ha pretendido derrotar Donné una corriente eléctrica con el auxilio del galvanómetro, en el caso de union establecida entre diferentes superficies secretorias; y es claro que no tendrán fuerza alguna comprobante todas las tentativas que se hagan con el auxilio de este instrumento puesto en círculo con las materias animales heterogéneas.

Debian pues dirigirse los esfuerzos de los físicos á investigar directamente las corrientes eléctricas en los nervios ó los mismos músculos sin ocuparse de su accion en un círculo galvánico. Se puede conseguir tal objeto de diversas maneras:

1.º Ensayando los nervios ó los músculos, durante su accion, con el galvanómetro. Jamás hemos obtenido de este modo reaccion alguna ni otros esperimentadores ni yo (1). A la verdad, puede objetarse que el filete primitivo está envuelto en una capa grasienta, aisladora en el interior de un tubo nervioso, que por consiguiente no conduce sus corrientes mas que en el sentido de su longitud, y que además la accion de los nervios sobre el galvanómetro se destruye por la presencia de corrientes centrífugas y centrípetas en los diversos filetes aproximados á un solo y mismo nervio.

2.º Ensayando los nervios y los músculos con respecto á su facultad de llamar otras corrientes eléctricas aisladas, ó de ocasionar por induccion corrientes en otros conductores aislados; siendo sobre este particular sobre el que ha

---

(1) V. Person, *sur l'hipotèse des courants électriques dans les nerfs*; *dans Journal de Physiologie*, t. X, 1830; Bischoff, *dans* Muller's *Archiv.*, 1841, p. 20.

hecho sus esperimentos Ed. Weber, cuyos pormenores aun no se han publicado. Este autor ha observado una accion sobre el magnetómetro cuando se contraian los músculos de un hombre al aproximarles una vara de hierro. Sin embargo no se sabe de cierto si debe atribuirse este fenómeno á alguna otra causa perturbadora del estado magnético. Prevost ha visto que una aguja de hierro ductil, pasada á lo largo de un músculo, se hacia magnética mientras este se contraia, y atraia las limaduras de hierro en el momento de la contraccion: sin embargo Peltier (1), Valentin (2) y otros, no han obtenido este resultado al repetir el esperimento.

Yo he ensayado la accion de las corrientes eléctricas formadas de nervios sobre espirales aisladas, que tan pronto hacia marchar inmediatamente al rededor de los nervios ó de los músculos, como disponia á manera de las piezas del galvanómetro al rededor de la longitud de un muslo de rana preparado, y jamás obtuve ningun resultado. Deberá atenderse á que partiendo las corrientes intensas de la medula espinal, en el tétano de una rana, obrarian sobre una aguja imantada suspendida por cima de la medula espinal, de los nervios, ó de los músculos del muslo, y sin embargo nada de esto se ha verificado. A la verdad tambien se deberia objetar en cuanto á esto, que debe faltar el efecto cuantas veces marchen las corrientes en sentido opuesto y al lado las unas de las otras en un nervio.

Interesa mucho comparar la conductibilidad de los nervios para la electricidad con la de otros cuerpos. Segun Weber, las diversas partes del cuerpo humano no son tan buenos conductores como debia esperarse de parte de un cuerpo penetrado de sangre y líquidos salados calientes, es decir, de diez á veinte veces mejor que el agua destilada á la misma temperatura, lo que se esplica por la conductibilidad del agua salada caliente. Creo deber deducir de los diferentes esperimentos que no son los nervios mejores conductores de las corrientes eléctricas que otras partes animales húmedas; y en los esperimentos de Bischoff (3) se pre-

---

(1) *An. des. sc. nat.*, 1838, p. 89.
(2) *Repertorium*, t. III, p. 41,
(3) Muller's *Archiv.*, 1841, p. 20.

sentaron como bastante malos conductores. Al mismo tiempo que se colocaron en el nervio ciático de una rana agujas de platina unidas con los hilos del galvanómetro á cuatro líneas de distancia una de otra, se pusieron en relacion con el mismo nervio los los electróides de un par de piezas de veinte pulgadas cuadradas, en términos de contener tambien los hilos del galvanómetro la porcion de nervio que servia para cerrar el circuito, y no tuvieron efecto alguno sobre este último instrumento las convulsiones ocasionadas por la corriente galvánica. Lo mismo sucede con la conductibilidad del nervio separado del cuerpo.

Pero que la electricidad obre ó no en los nervios, pueden dejar de producirla las diversas operaciones químicas que se verifican en el cuerpo del animal, y el estado que resulta no puede menos de anunciarse en la superficie del cuerpo. Esta es la ocasion de hablar de algunas observaciones practicadas por Pfaf y Ahrcus (1), con un electuario de hojas de oro: la persona sobre que se operaba se colocaba sobre un aislador: dicha persona tocaba el colector del condensador elevado sobre el electrómetro, cuya pieza superior comunicaba con el suelo. Los resultados fueron los siguientes:

1.º Ordinariamente es positiva la electricidad peculiar del hombre.

2.º Raras veces es mas intensa que la producida con el zinc de cobre que comunica con el depósito comun.

3.º Los hombres irritables y de un temperamento sanguíneo tienen mas electricidad libre que los sugetos débiles y de un temperamento linfático.

4.º La suma de electricidad es mayor por la tarde que en lo restante del dia.

5.º Las bebidas espirituosas aumentan la cantidad de la electricidad.

6.º Las mujeres tienen, mas á menudo que los hombres, una electricidad negativa; sin que haya sin embargo una regla exacta con respecto á este particular: Gardini las ha hallado lo mismo al aparecer que mientras dura la menstruacion.

7.º En invierno no manifiestan ninguna electricidad

---

(1) MECKEL's *Archiv.*, t. III, p. 161.

los cuerpos frios, pero á medida que se calientan aparece poco á poco.

8º El cuerpo desnudo y cada una de sus partes dan lugar al mismo fenómeno.

9.º La electricidad parece reducirse á o, mientras duran las enfermedades reumáticas, y reaparecen cuando disminuye la enfermedad.

En cuanto á la electricidad que se desarrolla durante la vegetacion de las plantas, pueden consultarse las obras de Pouillet (1).

PRODUCCION DEL CALOR.

Animales de sangre caliente.

El calor del hombre en las partes internas accesibles á nuestros instrumentos, como la boca, el recto &c., es de 36,50º á 37º C. (29,20º á 29,60′ R., 97,7º á 98,6° R.); y el de la sangre es de 30,50° á 31º R. (31º segun Magendie, $30^{0}\frac{6}{9}$ segun Thomson). En la cianosis con desórden de la formacion de sangre arterial en los pulmones, á consecuencia de un vicio de conformacion del corazon, la temperatura baja por lo regular algunos grados, por ejemplo, de 21º R. en la mano. En el cólera asiático descendió hasta 21º y aun hasta 20° R. en la boca (2). Segun Autenrieth, el calor del hombre perfectamente sano es de grado y medio F. menos mientras el sueño que durante el dia. Se pretende que es algo mas fuerte por la tarde que por la mañana (3).

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. XXXV, p. 420.

(2) *Véase* sobre los cambios del calor del cuerpo en las diversas enfermedades: Gavarret, en *l'Expérience*, 1839, 11 de julio; Gierse, *Quænam sit ratio caloris organici partium inflammatione laborantium*, Halle, 1842; Bouillaud, en *l'Expérience*, n. 187.

(3) Chossat (*Rech. exp. sur l'inanition*, París, 1843) ha reconocido que, contra la opinion general, la temperatura de los animales de sangre caliente está sujeta á una variacion regular, á que da el nombre de *oscilacion diurna*. Esta oscilacion consiste en un movimiento periódico y continuo del calor, por me-

Tiedemann y Rudolphi han reunido con el mayor cuidado las observaciones hechas sobre la temperatura de los animales. Recomiendo la obra de estos autores, contentándome con decir por ahora que varía la temperatura de los mamíferos, en los diversos géneros, desde 36 á 41° C. y en las aves desde 38 á 44° C. Los pajarillos son los animales vertebrados que parece tienen el mayor calor, pues es en ellos de 44°.

Los animales vertebrados no tienen la facultad de producir calor en todas condiciones. Edwards ha hallado que esta facultad se manifestaba menos en los viejos. El embrion de los mamíferos no tiene mas que la temperatura de la madre, y la pierde cuando se le separa de ella, segun los esperimentos de Autenrieth y Schultz (1). La misma prontitud en enfriarse se nota tambien, segun Edwards, en los recien nacidos de la mayor parte de los carnívoros y de los roedores, desde que se los separa de la madre, siendo la temperatura de 10 á 12° C., al paso que los que se hallan junto á la madre, no son menos calientes que el de uno á dos grados. Otro tanto puede decirse de las aves: los gorrioncitos de ocho dias, tenian en el nido un calor de 35 á 36° C., que, fuera del nido, descendió en el espacio de

---

dio del cual se rebaja durante la noche y se rehace despues durante el dia, lo cual esplica por qué mientras el sueño necesitamos cubiertas mas calientes que las que nos bastan estando despiertos.. Chossat la ha encontrado independiente de la temperatura esterior y de la ambiente, y aprecia su valor por un término medio en 0,74. Hay un hecho digno de notar y es, que coincide con una variacion de los movimientos respiratorios, que se rebajan al mismo tiempo que se disminuye el calor, y recibe, segun Prout, acerca de las variaciones cotidianas del ácido carbónico espirado. Por otra parte, Eydoux y Souleyet (*Comptes-rendus*, 1838, n. 15) han deducido de sus observaciones, en un viaje al rededor del mundo, que la temperatura del hombre sube y baja con la del aire, y que basta una diferencia de 40 grados en la atmósfera para ocasionar una de un grado en el hombre. La temperatura disminuye lentamente cuando se pasa de un pais caliente á otro frio, y sube con mucha rapidez cuando se verifica lo contrario.

(1) *Experimenta circa calorem fœtus et sanguinem*; Tubingue, 1799. (N. del T. FRANCES).

una hora á 19°, siendo la temperatura esterior de 17°, y otros esperimentos hicieron ver que no era la causa de este fenómeno la falta de plumas. Resulta de los esperimentos de Edwards que muchos mamíferos nacen menos desarrollados que otros, como los perros, los gatos y los conejos, los cuales tienen mucho menos calor interior que muchos otros animales de su clase que no nacen ciegos. Al cabo de quince dias, desaparece toda diferencia, y los primeros llegan al término á que llegaban los otros desde el momento mismo de su nacimiento. Se sabe que el hombre mismo, en el acto mismo de nacer, no necesita como los carniceros y roedores del calor esterior para conservar la temperatura que les es peculiar. Las investigaciones estadísticas de Milne Edwards (1), han hecho ver además, que la falta de calor, á un grado que no se ha apreciado hasta el dia, es una causa de mortalidad en los recien nacidos en la especie humana.

En los animales adultos de sangre caliente, parece depender la produccion del calor hasta cierto punto de la temperatura esterior, que varía sin embargo segun la situacion geográfica de los paises en que habita el animal, como segun las condiciones interiores de la vitalidad de este último, y cuyos límites ocasionan las emigraciones de muchos animales, á proporcion de los cambios de temperatura ocasionados por las estaciones. Sin embargo, las observaciones de Parry nos han enseñado que los animales de las regiones polares, por ejemplo los mamíferos, suportan un frio capaz de congelar el mercurio (40° C.), y pueden vivir hasta 46° bajo o (2).

Ciertos mamíferos, por el contrario, la marmota, el liron, el muscardin, el erizo, el murciélago, el tejon y el oso (estos dos últimos de un modo imperfecto), no adquieren su calor propio mas que á un grado moderado de temperatura esterior, y pierden una parte de él cuando hace frio por fuera, de modo que caen entonces en un estado de asfixia y de muerte aparente, y muchos hasta se hielan, cuando desciende el termómetro á 10 ó 12° C. bajo cero. En general, la temperatura de estos animales no se diferencia,

---

(1) *Annales d'hygiène publique*, Paris, 1829, t. II, p. 291.
(2) *Voy.* Tiedemann *Physiologie*, t. I, p. 493 et suiv.

mientras estan despiertos, de la de los otros mamíferos; sin embargo Berthold ha notado que el muscardin no tenia entonces mas que 23°½ R. Pallas, Spallanzani, Mangili, Prunelle, Sayssi, Czermæk y Berthold se han ocupado de este fenómeno al que se da el nombre de *invernacion*. La mayor parte del tiempo, no caen los lirones en este estado mientras la temperatura esterior, no es de menos de 8 á 9° R., y el muscardin conserva aun toda su vivacidad hasta 5° bajo cero, segun lo afirma Sayssi, en contra de las aserciones de Spallanzani (1). Sayssi refuta tambien la opinion de Mangili, en que el sueño de invierno es independiente de la temperatura, y que, por esta razon, ni sobreviene ni cesa mas pronto cuando empiezan antes del tiempo ordinario la primavera ó el otoño. Pallas ha adormecido marmotas, Sayssi erizos y lirones, metiéndolos en una nevera durante el verano. Por otra parte, estos animales despiertan aun en el rigor del invierno, cuando se les espone á una temperatura de 9 á 10° bajo cero. Las observaciones de Czermak sobre el liron y las de Berthold sobre el muscardin, prueban sin embargo que el sueño de invierno es independiente hasta cierto punto de la temperatura esterior (2). Los muscardines se duermen; bien sea que esten en completa libertad, bien que se los tenga en una habitacion caliente; los qne tenia Berthold se dormian hasta en una temperatura de 8 á 14° R., aunque en otras partes fue mas profundo y duradero en una temperatura mas baja. Los lirones empezaban á dormir á +12° R. y se despertaban en primavera á +9°. Algunos que estaban aletargados por muchas horas á +34° R. no se durmieron como en el invierno, cuando se les sometió durante el verano á un frio mayor de 20° bajo cero. La causa pues de este sueño parece ser una falta general de energía vital, dependiente del cambio de estacion, y se parece el fenómeno al de la muda, las emigraciones, y á los cambios periódicos de muchos vegetales.

Las observaciones de Berthold han demostrado que

---

(1) *Mémoires de l'Acad. de Turin* 1810-1812.
(2) V. MULLER'S *Archiv.*, 1835 p. 150; 1837, p. 63.

cuando crece la temperatura esterior, no aumenta con tanta prontitud en el animal como en la atmósfera que le rodea. Cuando se disminuye poco á poco la temperatura de la mitad del ambiente no disminuye de ningun modo su calor propio mas que poco á poco.

La respiracion continúa mucho en los animales invernantes, pero lenta y casi insensiblemente, de modo que la marmota respira siete ú ocho veces por minuto, el erizo cuatro ó cinco, y el liron nueve ó diez; sin embargo se detiene del todo cuando es lo mas profundo posible su sueño, y segun las observaciones de Spallanzani, se puede colocar entonces á los animales impunemente en un gas irrespirable. Antes de verificarse este estado, consumen todo el oxígeno de la atmósfera, como lo ha probado Saissy; y este consumo disminuye á medida que cede su calor, pero persiste, así como la exhalacion del ácido carbónico, hasta que no queda ni un solo átomo de oxígeno en el aire atmosférico, mientras los animales que no invernan, como los conejos, los ratones y los pájaros mueren despues de haber consumido poco oxígeno cuando se los tiene encerrados. Segun Prunelle, la sangre arterial de los murciélagos es menos roja que durante su sueño. Respecto á la circulacion en los animales dormidores, ha hallado Saissy que se mueve la sangre con suma lentitud al principio y al fin de su adormecimiento, y que cuando este es completo, estan casi vacíos los vasos capilares de las partes exteriores, y los troncos apenas medio distendidos; y solo en los principales troncos del pecho y vientre es en los que se percibe aun un movimiento ondulatorio de la sangre. El número de los latidos del corazon es poco mas ó menos de 200 por minuto en los murciélagos; y durante el sueño de invierno no es mas que de 50 á 55 segun Prunelle. En el sueño de invierno disminuyen la sensibilidad y la aptitud de los músculos para contraerse á causa de las escitaciones mecánicas ó galvánicas; sin embargo en el rigor de dicha estacion, no se ve vestigio alguno de reaccion á consecuencia de los estimulantes, que ordinariamente ocasionan sensaciones, y Saissy no la ha notado mas que en los erizos ó las marmotas Las funciones nutritivas persisten, aunque debilitadas, durante el entorpecimiento; y los animales invernantes consumen una parte de la grasa que tenian aglomerada en otoño, y las escreciones no cesan en ellos. Pru-

nelle ha comprobado en los murciélagos una pérdida en peso de $\frac{1}{32}$ desde el 19 de febrero hasta el 12 de marzo (1).

Cuando la temperatura esterior es mayor que la peculiar de un mamífero, el calor de este sube algunos grados, pero su aumento no sigue de un modo uniforme el del calor esterior. Duntze (2), Fordyce, Banks, Blagden (3), Delaroche y Berger han hecho esperimentos con respecto á este particular. Blagden y otros soportaron durante muchos minutos un aire seco cuya temperatura era de 79° R. Delaroche y Berger no han observado mas que un aumento de algunos grados en conejos sometidos á una temperatura de 50 á 90° C. Las aves no se ponen en equilibrio con una temperatura esterior elevada, y no adquieren mas calor que de 6 á 7° (4), siendo la causa de esto que la evaporacion produce frio. Por otra parte, Delaroche ha observado que en un aire caliente, cargado de vapores acuosos, y en el

---

(1) Segun Prunelle y Tiedemann (MECKEL'S *Archiv.*, tom. I, p. 481), se desarrolla en el cuello y en el mediastino anterior, desde antes del sueño de invierno, una masa glandulosa en apariencia, pero sin duda puramente grasienta, que, segun advierte Jacobson (*Ibid.*, tom. III, página 151) se ha comparado al timo. Otto (*Nov. act. nat. cur.*, XIII, 1) ha hallado que en los animales invernantes, atraviesa la caja del tambor un vaso que puede compararse á la carótida interna, lo cual se verifica en los géneros *Vespertilio*, *Erinaceus*, *Sorex*, *Talpa*, *Hypudæus*, *Georychus*, *Myoxus*, *Mus*, *Cricetus*, *Dejeus*, *Meriones*, *Arctomis*, *Sciurus*, que, segun Otto, se entorpecen todos mas ó menos por completo. Hyrtl (MOLLER'S, *Archiv.*, 1836) ha notado tambien esta particularidad en los cochinos de Indias, al paso que no existe en el *Myoxus*; tambien se encuentra algunas veces en el hombre una arteria análoga, si bien muy pequeña. Otto niega positivamente que sean pequeños los vasos cerebrales, como lo ha pretendido Mangili, ni tampoco ha notado el grosor de los nervios de las partes esteriores de que habla Saissy. — Los principales escritos acerca del sueño universal son: SAISSY, *Recherches expérimentales sur la physique des animaux hivernants*, París, 1808; — SAISSY, en las *Memoires de Turin*, 1810.— 1812; — PRUNELLE, en los *Annales du Muséu*, t. XVIII.

(2) *Experimenti calorem animalem espectatia.*

(3) *Philos. trans.*, 1775, vol. 65.

(4) *Journal de physique*, t. LXXI.

que no se podia hacer evaporacion alguna, se calentaban los animales de 2 á 3, y hasta de 3 á 4° R., mas que en medio del aire libre. Es preciso tener en cuenta respecto á esto que el aire húmedo es el mejor conductor del calor. Por otra parte no debe olvidarse, que el aumento de evaporacion bajo la influencia del calor seco no reconoce solo causas físicas, y que en este caso activa el calor una funcion orgánica. Es un hecho que se oponen muy á menudo causas internas á esta evaporacion, á pesar de elevarse el calor interior, y si, en ciertas fiebres, parece caliente la piel en un grado insufrible, es porque está seca, y porque no puede verificarse la traspiracion.

Animales de sangre fria.

Se ha pretendido á menudo, pero injustamente, que estan privados de calor propio los animales de sangre fria. Respecto á los reptiles, han demostrado las investigaciones de J. Davy, Czermak, Wilford y Tiedemann que la temperatura de estos animales se rebaja hasta cierto punto con la esterior, pero que sin embargo pasa casi siempre esta uno ó muchos grados, y que se aumenta igualmente con ella, aunque no adquiera nunca mas fuerza que hasta cierto punto, y que no le alcanza aun cuando es muy considerable el calor esterior. Czermak ha hecho numerosas investigaciones acerca de la temperatura de los reptiles (1). Las de Berthold (1), que parecen haberse hecho con un cuidado particular, establecen que es muy corta la diferencia de temperatura entre estos animales y el ambiente esterior. Depende esto únicamente de la voluntad del observador de encontrar, en un animal de sangre fria, una temperatura muy elevada, muy baja, ó casi igual á la del aire esterior; porque cuando estos animales estaban sometidos antes del esperimento á una temperatura distinta de la que se les hace sufrir entonces, necesitan comunmente de un espacio de tiempo bastante largo para ponerse en

---

(1) Baumgaertner *et* Ettinghanssen, *Zeitschrifft fuer Physik. und Mathematik.*, t. III, p. 385.

(2) *Neue Versuche ueber die temperatur der kaltbluetigen thiere Gœtingue*, 1835.

equilibrio con esta última. Berthold ha reconocido que, en los reptiles desnudos, es generalmente menor la temperatura que la del aire esterior, á causa de la evaporacion, y lo mismo sucede despues de la muerte. La temperatura de las ranas es poco mas ó menos la misma que la del agua, cuando se las observa separadamente á unas y á otra; si el líquido ofrece poca superficie para la evaporacion, la temperatura escede tambien un poco á la del animal; pero si se halla la rana en el agua, las dos temperaturas son iguales. Las ranas en el acto del cóito tienen una temperatura de $\frac{1}{4}$ á 1° R. mas que el líquido. Los reptiles secos tienen $\frac{1}{4}$ á 1° R. de calor mas que el ambiente esterior, y que el agua colocada al lado de ellos, bien sea mediana ó elevada la temperatura esterior.

La temperatura de los pescados escede $\frac{1}{2}$ á $1\frac{10}{2}$ á la del agua hirviendo, como enseñan los esperimentos de Martine, J. Hunter, Broussonet, J. Davy y Despretz. Broussonet ha hallado que la temperatura era de $\frac{1}{3}$ á $\frac{20}{3}$ mas alta que la del agua en los pescados pequeños, de $\frac{30}{4}$ en la anguila, y de uno en la carpa. Despretz ha visto, cuando marcaba el agua 10,83° C., que la temperatura en dos carpas era de 11,69° y de 11,54° en dos tencas. Becquerel y Breschet, solo han notado en las carpas medio grado mas de diferencia á favor del animal, y Berthold no ha hallado la menor diferencia en los pescados. J. Davy ha hallado que la temperatura de una lija era de 25° C, siendo la del mar de 23,75°. Sus esperimentos sobre la alta temperatura de los atunes presentan mucho interés (1). Segun él, el *Thynnus pelamys* tiene una temperatura de 99° R.; siendo la del mar 80,5°; y los pescadores aseguran que el atun ordinario tiene una temperatura elevada. ¿Deberá atribuirse esta particularidad á los admirables enrejados descubiertos por Escricht y por mí, en la vena porta y en las arterias mesentéricas de los atunes? Esto es lo que decidirán las ulteriores observaciones sobre estos animales y sobre otros seres de la misma clase, que, segun nuestras observaciones,

---

(1) *L' Institut.*, 108.

poseen tambien plexos admirables como el *Squalus cornubicus* y el *Squalus vulpes*. Los grandes plexos ó enrejados de la vejiga natatoria de la anguila no son mas calientes que las demás partes del cuerpo.

Los animales de sangre fria estan en parte sujetos al sueño de invierno. Franklin habla de muchos pescados que, tendidos sobre el hielo, se entorpecen casi instantáneamente, pero vuelven á recobrar su agilidad pasadas algunas horas ó algunos dias; sin embargo, se ha observado mas de una vez que se mantenian vivos los pescados en el hielo, y que el agua no está helada al rededor de ellos. En cuanto á los reptiles, no solo esperimentan el sueño de invierno, antes de cuya invasion se esconden en los agujeros, sino que se adormecen tambien en el verano y en los climas calientes. Durante la estacion seca, se echan y caen en un estado análogo al sueño de invierno, del que salen cuando aparece la estacion lluviosa. Humboldt ha hecho observaciones muy interesantes respecto á este particular. No se conoce mas que un solo ejemplo de esta especie en los animales de sangre caliente, y este es el del tanrec, ó erizo de Madagascar.

Aun no tenemos observaciones completas acerca de la temperatura de los animales invertebrados (1). Sin embargo, las que existen dan á conocer que su temperatura, aunque variable, como en los demás animales de sangre fria, en razon de la del ambiente, puede por lo mismo tener en los insectos un grado mas ó menos alto, siendo esto lo que resulta de los esperimentos de Martine, Hausmann, Rengger y J. Davy. Por otra parte, ya se ha observado una temperatura bastante considerable en las colmenas y en los hormigueros (2).

El sueño de invierno se observa tambien en los animales invertebrados; al menos estamos ciertos de esto con respec-

---

(1) Consúltense las observaciones hechas por Dutrochet, con el aparato termo-eléctrico, sobre muchos animales de sangre fria, vertebrados é invertebrados (*Ann. des sc. nat.*, 1840, tomo XIII, p. 5), y las de Valentin y Will sobre diez y siete especies de animales invertebrados (*Repertorium* IV, p. 359).

(2) V. Rudolphi, *Physiologie*, p. 179; Treviranus, *Biologie*, t. V, p. 20; Tiedemann, *Physiologie*, t. I, p. 510.

to á los insectos y á los moluscos de los climas templados y calientes (1).

Causas de la produccion del calor.

Lo que primero nos interesa en la actualidad es la diferencia de temperatura en las diversas partes del cuerpo (2). Disminuye hácia las partes esteriores. Así, por ejemplo, en el hombre marcaba la axila 98° R., la ingle 96,5°, el muslo 94°, la pierna 91—93°, y la planta del pie 90°. Becquerel y Breschet (3) se han servido, para sus investigaciones, del multiplicador termo-eléctrico. Se coloca en la parte que se quiere examinar una aguja compuesta de dos heterogéneas soldadas juntas en una de sus estremidades, al paso que la otra se pone en comunicacion con los hilos de un multiplicador termo-eléctrico. Se introduce una de estas agujas en la parte, de modo que el punto de reunion de las dos corresponda á la parte media, despues de lo cual se unen ambas estremidades libres con los hilos del multiplicador. Los autores han hallado entre la temperatura de los músculos (á dos pulgadas de profundidad), y la del tejido celular superficial (media pulgada de profundidad), una diferencia de dos grados en favor de los músculos, lo cual no puede atribuirse mas que á la pérdida del calor en la superficie del cuerpo. La temperatura de los músculos del hombre es de 36,77° C. En el perro era igual á la de los músculos la temperatura del pecho, del bajo vientre y del cerebro.

Los once esperimentos de J. Davy sobre la diferencia de la temperatura de las dos sangres, son de un interés estraordinario (4), y recaen en bueyes y ovejas. Si se busca el término medio, se ve que la sangre arterial es poco mas ó menos de 1 á $1\frac{10}{2}$ R. mas caliente que la venosa. Mayer (5) ha hallado tambien que la sangre de la vena yugular

(1) Véanse entre otras las observaciones de Gaspard sobre el sueño de invierno de los caracoles en el Journal de Magendie.

(2) J. Davy, *Phil. trans.*, 1814.

(3) *Ann. des sc. nat.*, 1835, mayo y octubre.

(4) *Tentamen experimentale de sanguine.* Edimburg, 1814.

(5) Meckel's *Archiv.*, t. III, p. 337.

estaba uno ó dos grados mas caliente que la de la arteria carótida; pero jamás ha podido, como Davy, apreciar la diferencia en la temperatura de la sangre de las mitades del corazon. Becquerel y Breschet se han ocupado despues de esto; se han servido del multiplicador termo-eléctrico, y han hallado que la diferencia media entre la sangre arterial y la de la aorta, y de la vena cava descendente era de 1,01° centig., y entre la de la arteria y la de la vena crural de 0,90° en el perro. La diferencia de temperatura del líquido en la aurícula izquierda y la derecha de un pavo era de 0,90° en favor del primero. La temperatura de los sistemas arteriales y venosos va en disminucion desde el corazon hasta las estremidades (1). Estos hechos nos conducen á examinar la teoría siguiente, segun la cual, tiene su orígen en los pulmones el calor animal.

En la hipótesis de Lavoisier y Laplace, que han adoptado la mayor parte de los químicos modernos, se combina el oxígeno de la atmósfera, durante la inspiracion, con el carbono de la sangre, y es espirado bajo la forma de ácido carbónico. Como la respiracion roba al aire mas oxígeno del que se halla en el ácido carbónico espirado, los partidarios de otra hipótesis admiten que el que no pasa al estado de ácido carbónico se combina con el hidrógeno de la sangre, y produce así el agua que se exhala. Al admitir esta teoría, se pueden buscar las causas de la temperatura animal en el estado que resulta de la combinacion del oxígeno contenido en el aire inspirado con el carbono y el oxígeno de la sangre. Crawford (2) ha creido hacerla mas verosímil aun, al pretender que la propagacion del calor desarrollado en los pulmones se esplica entonces con facilidad, y que la capacidad de la sangre arterial para el calórico escede á la de la sangre venosa, poco mas ó menos en la proporcion de 11,5 á 10. Segun esto, el calor desarrollado en el aparato pulmonar serviria para conservar la temperatura de la sangre arterial, y quedaria despues en libertad en todas las partes en que los órganos sacan su nutricion de la sangre, y en todos aquellos en que la san-

---

(1) *L' Institut.*, 190.

(2) *Experiments and observations on animal. heat.*, Londres, 1788.

gre arterial se trasforma en sangre venosa. J. Davy ha hecho ver sin embargo que no se diferencian ambas sangres, ó al menos se diferencian muy poco la una de la otra, bajo el punto de vista de su capacidad para el calórico (:: 10,11:10).

Pero puede valuarse por un cálculo directo cuánto calor es susceptible de producir la respiracion, admitiendo como exacta la teoría química de esta funcion. Dulong y Despretz han acometido esta empresa. El primero encerró diversos mamíferos y aves, herbívoros y carnívoros, en una habitacion en la que podian determinarse los cambios que hace sufrir al aire la respiracion, y en la que podian tambien medirse las cantidades de los productos, al paso que se calculaba al mismo tiempo la pérdida de calor de los animales; y halló que todos consumen mas oxígeno del que trasforman en ácido carbónico. En los herbívoros, el gas oxígeno absorbido, es decir convertido en ácido carbónico, no llegaba por término medio mas que á $\frac{1}{10}$ de la cantidad del gas empleado; al paso que en los carnívoros era el minimum de $\frac{1}{5}$ y el maximum de $\frac{1}{3}$. Ahora bien, si se admite que, en su trasformacion en gas ácido carbónico, durante la respiracion, produce el gas oxígeno tanto calor como produce aun una cantidad de este gas cuando sufre la misma conversion por la combustion del carbon, y si se toma por punto de partida la cantidad de calor indicada por Laplace y Lavoisier, se ve que no llega mas que a 0, 7 del calor que pierde el animal herbívoro en el mismo espacio de tiempo, y á $\frac{1}{3}$ del que pierde el carnívoro en este mismo tiempo. Si se admite por otra parte, que el gas oxígeno, que se absorbe en el acto de la respiracion, y que no se halla restituido al aire bajo la forma de ácido carbónico, sirve para formar el agua, y que se desprende, mientras esta otra formacion, tanto calor como produce una misma cantidad de oxígeno que se convierte en agua por la combustion del gas hidrógeno, la cantidad total del calor que resulta de la combinacion del oxígeno con el carbono y el hidrógeno corresponde á 0, 75—0, 80 del que los animales, así carnívoros como herbívoros, desarrollan en el mismo tiempo (1).

(1) *Neues Journal fuer Chemie und Physik.*, t. VIII, página 505.

Despretz encerró algunos animales, por espacio de hora y media á dos horas, en un sitio rodeado de agua y dispuesto en términos de poder entrar y salir el aire en él con una velocidad constante: determinó la cantidad y la composicion de este aire antes y despues del experimento, así como el aumento de temperatura del agua que le rodeaba determinada por el calor animal. El calor, que, segun la teoría química, toma orígen de la combustion del carbono y del hidrógeno durante la respiracion, fue de 0,75 á 0,91 del que deja escapar el animal en el mismo espacio de tiempo (1).

Es muy poco verosímil que el agua que se exhala en la respiracion sea producida por una combinacion de elementos, segun haremos ver mas adelante, al esponer la historia de la funcion. Es mucho mas probable que exista el oxígeno en la sangre. Segun esto, no se puede contar mas que con el calor que proviene de la formacion del ácido carbónico, y que, segun Dulong, es igual al calor animal de los herbívoros que es de 0,70, y al de los carnívoros, que es de $\frac{1}{4}$.

Los gases mezclados en el aire durante la respiracion pasan á la sangre, como lo prueban los esperimentos de Magnus. La sangre arterial y la venosa contienen gas oxígeno, ázoe y gas ácido carbónico; la arterial mas oxígeno que la venosa, y esta mas ácido carbónico que la arterial. De aquí se deduce que el ácido carbónico espirado toma orígen, no únicamente en los pulmones, sino en todo el aparato circulatorio, y que por consiguiente el calor animal, mientras depende de la formacion del ácido carbónico, se desarrolla en todo el sistema vascular

Esta teoría esplica por qué no posee el embrion calor propio perceptible, por qué no ha respirado aun oxígeno; por qué los individuos atacados de cyanosis, en los que se opone un vicio de los órganos circulatorios á la conversion de sangre por la respiracion, son algunos grados mas frios, y finalmente por qué los animales de sangre fria, en los que solo hay una parte de sangre que se oxida, no tienen mas que una temperatura propia muy elevada. En los reptiles, solo una parte de la sangre respira durante la circulacion

---

(1) *Ann. de Chemie*, t. XXVI,. p 238.

general. Los productos de la respiracion son diez veces menores en ellos que en los mamíferos, es decir que una parte en peso de una rana forma, en un espacio de tiempo dado, diez veces menos ácido carbónico que una parte igual en peso de un mamífero. En los pescados, cuya sangre entra toda en la respiracion durante su paso al través de las agallas, no es á pesar de esto mayor el resultado que en los reptiles, porque el cambio de materiales es infinitamente menos considerable, en cantidad, en la respiracion por medio del aire contenido en el agua por disolucion, que en la respiracion aérea; efectivamente el agua de los rios y de los mares no contiene disuelta mas que la vigésima parte del oxígeno que existe en un volúmen igual de aire atmósferico (1).

Por mas verosímil que sea esta teoría, no debe olvidarse por eso que no depende de modo alguno la produccion del calor únicamente del trabajo químico, y que está sometida á la influencia de las partes vivas. Los glóbulos de sangre, que son de todas las partes aquellas á quienes imprime la respiracion los cambios mas admirables, y que segun Prevost y Dumas abundan menos en los animales de sangre fria, como los reptiles y los pescados, que en la de los mamíferos y la de las aves, son, aunque flotando en el líquido sanguíneo, corpúsculos vivos y activos, cuya estructura se parece del todo á la de las partes elementales que dan orígen á todos los tejidos; y estos como ellas son células provistas de un núcleo, deben pues participar de las propiedades vitales generales de las células, producir cambios químicos en su propio tejido y en el que las rodea, y finalmente ser, como las demas células, aptas para entrar en competencia con las partes elementales de los órganos. Este choque de los glóbulos de la sangre, tanto entre sí como con la sustancia de los órganos y en los vasos capilares, debe ser susceptible de aumentar y disminuir, tanto de un modo general como de un modo local, sin que sufra la res-

---

(1) Unicamente los insectos dejan de avenirse con esta teoría; porque, aunque no tengan temperatura propia apreciable, sin embargo la mayor parte de ellos dan, segun Treviranus, una cantidad proporcional de productos respiratorios igual á la que suministran los animales de sangre caliente, y bajo este punto de vista se aproximan raras veces á los reptiles.

piracion en los pulmones ningun cambio notable. Aun dejando aparte los glóbulos de sangre, debe ser mayor ó menor el choque químico de los órganos con la sangre impregnada de oxígeno, segun el estado vital de los órganos, y aun completarse localmente con mas ó menos intensidad en razon de condiciones puramente locales; pero no puede menos de depender de estas circunstancias la temperatura (1).

---

(1) Los esperimentos de Chossat han establecido, que en los animales sometidos á una abstinencia forzada, disminuye el calor por término medio, de 0,°,3 por dia; pero el último dia de la vida, se verifica el enfriamiento con tal rapidez, que se eleva la pérdida á 14° y la muerte llega á 24°. Pero como este grado es por lo general en el que sucumben los animales, sin que se los coloque en mezclas refrigerantes, se han apoyado en ello para creer que la cesacion de la vida en aquellos á quienes se priva de alimentos, es la consecuencia del enfriamiento del cuerpo, el cual resulta de la disminucion gradual en la produccion del calor. Conducido naturalmente Chossat á esta conclusion por sus esperimentos (*Rech. exp. sur l' inanition*, París, 1843, página 155), debió creer que la muerte podria retardarse, y cambiar el mecanismo por el que se verifica, si se sometia á un calor artificial á los animales ya frios y propensos á espirar; esto es precisamente lo que ha confirmado la esperiencia. Colocados en una estufa los animales que se hallan en estado de muerte inminente, y teniendo solo ya algunos minutos de vida, se reanimaron poco á poco, y á beneficio de la continuacion del calor recobraron sucesivamente el uso de sus facultades. Durante esta vida, por decirlo asi ficticia, se ejecutaron las diversas funciones poco mas ó menos con la intensidad que en el estado normal. Se presentó el apetito; pero no se verificó la digestion de los alimentos sino cuando era sostenido el calentamiento por un tiempo suficiente. Lo que merece sobre todo llamar la atencion es, que el animal, al pasar al estado de muerte inminente por la sustraccion de los alimentos habia perdido la facultad de producir por si mismo el calor; que el recalentamiento artificial, retardando mucho su muerte no le volvia esta facultad, toda vez que variaba el calor adquirido por este medio como la temperatura esterior, y no presentaba la semifijeza propia del calor animal; y finalmente, que el restablecimiento de la facultad de producir el calor era el resultado de la digestion. Por lo demás, no siempre sobrevive el animal, á pesar de la vuelta gradual de las funciones, y en particular de la digestion; cuando sucumbe se verifi-

Entre las circunstancias generales que influyen en la produccion del calor, se distinguen las siguientes. Cuando el hambre es intensa, y cuando la materia existente se halla eliminada, sin que se organice otra nueva, disminuye el calor algunos grados, segun Martine, á pesar de persistir su orígen en la respiracion (1). Segun los esperimentos de Becquerel y Breschet, puede un estado febril aumentar la temperatura tres grados C. poco mas ó menos. Por otra parte se sabe que la opresion de las fuerzas orgánicas en las afecciones nerviosas, durante el frio febril, disminuye la temperatura, sin que cambie al mismo tiempo la respiracion.

En el número de las causas de un cambio local, se cuentan la inflamacion, las modificaciones locales de la influencia nerviosa y el movimiento muscular. Becquerel y Breschet han hallado que la temperatura era 3º C. poco mas ó menos mas elevada en los tumores escrofulosos vivamente inflamados. Constantemente se ha visto acompañada la contraccion de los músculos, en sus esperimentos, de una temperatura de 1 á 2 grados C. Elliot y Home han observado, que despues de cortados los nervios de un miembro, disminuye el calor, y todos los esperimentadores con-

---

ca su muerte por otro mecanismo, á consecuencia de la anemia y de la vacuidad del sistema sanguíneo, siendo las convulsiones su carácter. Estos experimentos curiosísimos no podrán menos de influir mucho en las teorías del calor animal, y nos demuestran el efecto de la alimentacion en la produccion de este calor reducida á su mas simple espresion. Por la inanicion llevada hasta la muerte inminente, es decir, hasta cesar la caloricidad, se habia eliminado toda la masa de los materiales caloríficos puestos de reserva para acudir durante mucho tiempo á las eventualidades, con el objeto de que la vida del enfermo no estuviese á merced de una comida demasiado retardada. Hecha esta eliminacion, se le suministra al animal una dosis de alimentos que se hace digerir. Desde entonces se vuelve á presentar su caloricidad, y puede conservarse completamente por sí mismo, si es abundante el alimento, é incompletamente si es en cantidad insuficiente.

(1) puede citarse contra esta asercion un hecho de oclusion de la faringe, referida por Currie en sus *Medical Reports on the effectes of water*, Liverpool, 1798.

vienen en que se verifica este fenómeno despues de cortado el par vago. Esta diferencia se puede apreciar con el auxilio del termómetro, pero es necesario distinguirla mucho de la sensacion puramente subjetiva del frio, que se verifica despues de una lesion de los nervios. Earle ha hallado, en un caso de parálisis del brazo, que el calor de la mano sana era de 92° y el de la paralizada de 70°, y la electrizacion hizo ascender esta última á 77°. En otro caso marcaban los dedos paralíticos 56°, y la mano sana 62° (1). Becquerel y Breschet no han notado diferencia alguna apreciable, en la hemiplegia, entre el lado sano y el paralítico. Sin embargo la influencia de los nervios sobre el conflicto orgánico entre la sustancia y la sangre se manifiesta ya en el fenómeno local del enfriamiento de las extremidades inferiores, en las que se pone pálida la piel y se embota el sentimiento, aunque sea el calor normal en lo restante del cuerpo; y se sabe que los estimulantes de la piel y de sus nervios, por ejemplo las fricciones y el cepillamiento, restablecen la produccion del calor en los miembros entorpecidos, restituyéndoles el sentimiento, y restableciendo en ellos la turgescencia.

Brodie (2) ha observado que despues de la decapitacion, de la seccion de la medula oblongada, de la destruccion del cerebro ó del envenenamiento por el wourara, insuflando aire en el pecho, y produciendo así una respiracion artificial, se podrá mantener la circulacion y la metamórfosis de la sangre en los pulmones, asegurándose de esto por el análisis del gas, pero que no habia produccion de calor, y que el animal se enfriaba con mas rapidez que cuando no se entretenia la respiracion artificial, porque le enfriaba el aire insuflado. Hall, por el contrario, observó que un animal decapitado conservaba por mucho mas tiempo el calor, cuando se establecia una respiracion facticia (3). Los resultados de los experimentos de Legallois (4) no se avienen del todo con los de Brodie. Cuantas veces, dice Legallois,

---

(1) *Med. chirurg. Trans.*, t. III, p. 173.

(2) *Philos. trans.*, 1811, p. 4; 1812, p. 378.

(3) *Lond.-med.-phys. Journal.*, XXXII, 1814, *Comp.* Prodie, loc. cit., p. 259.

(4) *Oeuvres*, París, 1830, t. II, p. 1 *et uni.*

llega á dificultarse la respiracion, aunque se tenga á los animales atados sobre la espalda, y que se les haga respirar el aire enrarecido, ó mezclado ya con ázoe ó ácido carbónico, se disminuye su temperatura, y el mismo efecto se verifica cuando se insufla aire en los pulmones, porque entonces se desempeña la respiracion con incomodidad, y corresponde siempre el mayor enfriamiento con la menor consuncion de gas oxígeno. Emmert (1), repitiendo los experimentos de Brodie sobre los pescados y la insuflacion del aire, solo notó un cambio de temperatura de 3° R en 74 minutos. Wilson Philip ha hallado que una respiracion artificial demasiado frecuente produce un frio repentino, al paso que una moderada entibia el enfriamiento. Sin embargo los experimentos de Brodie son convincentes con respecto al punto capital; habiendo hecho ver que los conejos muy sanos espiraban 28,22 pulgadas cúbicas de ácido carbónico en media hora; que aquellos en quienes se entretenia la respiracion por medios artificiales despues del envenenamiento ó la destruccion de la medula oblongada, espiraban aun 20, 24 á 25,55 y 28,27 pulgadas cúbicas de este gas en el mismo espacio de tiempo; que, por consiguiente, los productos de la respiracion eran poco mas ó menos los mismos en ambos casos, y que sin embargo, despues de la seccion de la medula espinal, perdia un conejo 6 grados de calor en una hora. Chossat ha repetido los experimentos de Brodie, y los ha hallado exactos (2).

Solo despues de haber pesado todos estos hechos relativos á las causas de la produccion del calor, es como se pueden atribuir á ellos con resultado las investigaciones sobre la disminucion espontánea de esta produccion en el sueño invernal, y sobre la causa de este. Lo primero que debe hacerse es no considerar aisladamente el sueño ó mas bien el entorpecimiento á que estan sujetos ciertos mamíferos durante el invierno; es preciso partir del principio que cuando la temperatura esterior se disminuye muchísimo, todos los animales caen en un estado de muerte aparente helándose, sin perder precisamente la aptitud de vivir, sino que esta máxima disminucion varía segun la organizacion

(1) MECKEL'S, *Archiv.*, t, I, p. 184.
(2) *Annales de physique*, t. XCI, p. 5.

y la distribucion geográfica de los seres que constituyen el reino animal.

1.º El hombre presenta á no dudarlo, bajo este aspecto, gran persistencia de fuerzas orgánicas; porque, en todos los climas en que se hallan animales, así al estremo del Norte como bajo el ecuador, conserva su propia temperatura, cuando por otra parte favorecen las circunstancias. Sin embargo, si llega á faltarle el abrigo, le coloca igualmente el frio en un estado de muerte aparente, con tanta mas facilidad, cuanto mas disminuida estaba ya de antemano la fuerza orgánica por las sustancias deprimentes.

2.º Muchos animales caen fácilmente en este estado cuando llega á faltar el calor esterior necesario á su vida, y que determina su distribucion geográfica por todas las regiones; siendo por esto por lo que emigran ciertas aves.

3.º Los mamíferos que, habiendo llegado á la edad adulta no padecieron la asfixia en un cierto grado de descenso de la temperatura, la esperimentan bajo la influencia de esta misma temperatura, cuando son aun jóvenes, segun lo han hecho ver las observaciones de Legallois en conejos de seis á ocho semanas, sin lograr reanimarlos por medio del calor esterior. En la asfixia por el frio, el ataque que ha recibido el sistema nervioso acarrea la insensibilidad, el sopor, la pérdida de las fuerzas, y la disminucion de la circulacion. Esta última circunstancia hace que se verifique el cambio de materiales con menos actividad durante el paso de la sangre á través de los pulmones y el cuerpo. De esto, así como de la disminucion de la influencia nerviosa sobre las operaciones químico-orgánicas, y de la de los movimientos respiratorios, se sigue la disminucion del calor propio. La causa que sujeta á ciertos animales mas que á otros á la asfixia por el frio, es su estructura delicada, y la necesidad mas apremiante que tiene la accion orgánica, en ellos, de ser puesta en accion y escitada por el calor. Esta circunstancia, unida á una falta periódica de energía vital, debe considerarse tambien como la causa del entorpecimiento de los animales invernantes, en los que solo hay de particular que pueden soportar por mucho mas tiempo la asfixia sin que acarree ningun perjuicio.

El entorpecimiento invernal de los animales se parece pues perfectamente al sueño de invierno de las plantas, cuyas condiciones son por una parte la sustraccion de las estimu-

laciones, y por otra un cambio periódico de la energía vital. El sueño de las plantas durante la noche, y el cambio de direccion que esperimentan entonces sus hojas dependen de la sustraccion de la luz, y se establecen tambien durante el dia, cuando se colocan los vegetales en un sitio oscuro (1); al paso que el sueño de los animales no tiende á una sustraccion de los estimulantes, sino que proviene de un cambio, y de la aniquilacion ocasionada por la accion, de modo que puede verificarse en todos los instantes del dia, si bien, la mayor parte del tiempo, le hacen coincidir las circunstancias accidentales con la época durante la cual no recibe la tierra la luz del sol.

El sueño de estío de los reptiles y del tanrec parece depender de una modificacion de las partes orgánicas, determinada por demasiado calor. La falta de agua parece ser tambien, en los animales sujetos á este sueño, una de las causas principales que les obligan á esconderse, de modo que su entorpecimiento es debido á la falta de uno de los incitantes de la vida, y de la accion demasiado viva ejercida por otro. Estos hechos tienen relacion con los que conciernen á la influencia deprimente de un intenso calor sostenido sobre las funciones del sistema nervioso del hombre, y los efectos del calor pueden muy bien ponerse en paralelo con los del frio. El calor y el frio son susceptibles de modificar la incitabilidad, y de ocasionar una irritacion, la inflamacion y la gangrena. El frio intenso que obra repentinamente sobre las partes animales calientes ejerce en ellas una influencia destructiva. Los cuerpos escesivamente frios causan tambien una sensacion de dolor, seguida de insensibilidad, y cuando llegan al mas alto grado de frio, se ve sobrevenir la gangrena, ó sea la muerte local. El frio menos intenso, en el mero hecho de sustraer el calor ocasiona síntomas de irritacion y de inflamacion á consecuencia de los esfuerzos que emplean las partes para restablecer el equilibrio; y en un grado moderado, obra instantáneamente como escitante. Así es como el agua fria pone inmediatamente encarnada la piel, como lo esperimenta el que se baña en un rio cuando ya está avanzada la estacion; pero esto no es ya mas que un efecto momentáneo, al que se

(1) *Journal de physique*, L. II, 124.

siguen con prontitud otros que anuncian una modificacion interna causada por la sustraccion del calor. Nos servimos algunas veces del frio como escitante, para determinar en el sistema nervioso un cambio que puede llegar á ser saludable. Tambien es á menudo el agua fria, en las fiebres acompañadas de gran calor y sequedad en la piel, un estimulante indirecto que restablece la turgescencia en el esterior, y restituye el calor á las partes frias. Los efectos secundarios de un frio prolongado son siempre un entorpecimiento para el sistema nervioso. Cuando aumenta el frio poco á poco hasta un alto grado, asfixia á los hombres, y entorpece á los animales invernantes sustrayéndoles la escitacion, al paso que un calor demasiado intenso deprime tambien poco á poco las funciones del sistema nervioso, pero probablemente alterando dicha escitacion; en los desiertos arenosos, donde hay al mismo tiempo falta de agua, esta última causa acarrea la asfixia, lo mismo que ocasiona el sueño de estío de los reptiles y del tanrec en los climas cálidos.

DESPRENDIMIENTO DE LUZ.

Animales fosforescentes.

La fosforescencia del mar es producida por algunos seres que forman parte del reino animal. Este fenómeno se presenta tan pronto bajo el aspecto de un saltador de pequeñas chispas, que es como se observa mas ordinariamente en los puertos y en las bahías; tan pronto es un estado luminoso mas general de las oleadas, principalmente en la esteta ó surco de los navíos. En el primer caso, es preciso considerar á veces el agua con atencion y muy de cerca; por ejemplo á algunos pies de distancia, ó aun menos, para apercibirnos de ella, y se hace mas intensa cuando se agita el agua arrojando en ella una piedra.

Los animales que ocasionan la fosforescencia del mar son ciertos infusorios (*Peridinium tripos*, *Peridinium fusus*, *Peridinium furca*, *Prorocentrum micans*), los radiarios (*Synchœta baltica*), los polipieros (*Veretillum*, *Plumatella*), en los que casi no hay mas que los pólipos que parezcan lucir; las medusas (*oceanies*, *beroes*, *cydippes*), las anelides (*nereides*, *Polynoe fulgurans* del mar Báltico), y finalmente los molus-

cos (*pholades*, *biphores*, *pyros omes*) y los crustáceos *Oniscus fulgens*). Algunas veces se ve tambien brillar el moco y el agua que derraman los animales fosforescentes, por ejemplo los biforos, los beroes, los pholades, y los nereides.

Meyer distingue tres especies de fosforescencia del mar (1).

1.º La que es debida al moco disuelto. El agua es de un blanco de leche uniforme que tira á azulado, cuyo fenómeno es menos comun en alta mar que en las ensenadas de los trópicos, y tanto mas pronunciado cuanto mas movimiento hay y mas elevada sea la temperatura; y tambien se observa este fenómeno en el agua dulce en que se aplastan las medusas. Meyer le ha visto en el moco que se habia desprendido con el agua de la superficie de los biforos y de los beroes, que se halla agitada fuertemente despues, cuyo moco no contenia infusorios. El agua se hace fosforescente en el mismo instante en que se estrujan en ella algunos beroes.

2.º La que es debida á los animales cubiertos de un moco fosforescente; que parece depender de una oxidacion de la superficie de la capa mucosa; porque despues que ha desaparecido, se la puede restablecer pasando el dedo sobre el animal: no depende inmediatamente de la vida, toda vez que persiste á menudo por mucho tiempo aun despues de la muerte. Los animales trasformados en fosforescentes por el moco que les cubre son, segun Meyer, los infusorios, los rotíferos, los biforos, las medusas, las estrellas de mar, los seiques, los sertularios, los penatules, los planarios, los crustáceos y los anelides.

3.º La que es debida á los animales que poseen órganos especiales de fosforescencia. Meyer ha examinado el *Pyrosoma atlanticum*. La luz de este animal es muy intensa y de un azul verdoso. Desde que se le echa la red, se oscurece en el agua y no brilla. Cuando se toca un pyrosomo conservado en el agua, se desprende primero la luz en pequeñas chispas, cada una de las cuales proviene de un cuerpo oscuro, casi cónico, situado en el interior de la sustancia de cada animal particular, la mayor parte del tiempo inmedia-

---

(1) *Nov. act. nat. cur.*, vol. XVI, suppl.

tamente por bajo de su superficie interna. Este cuerpo oscuro y blando es de un color moreno-rojizo; y el microscopio hace ver en su vértice 30 ó 40 puntos encarnados y sumamente pequeños. Cuando se coge por las dos estremidades de su cuerpo un pirosomo que nada, pero que no brilla, se desprenden primero chispas en las estremidades del cuerpo, que despues se van engrosando poco á poco, y concluye su luz por confundirse. La fosforescencia desaparece cuando se muere el animal. El órgano fosforescente está situado inmediatamente detrás de la abertura de la boca, y un poco por delante de los órganos respiratorios de cada individuo del animal compuesto. El *Oniscus fulgens*, otro animal marino fosforescente, encierra en el cuarto y quinto anillo de su cuerpo los órganos productores de este fenómeno, que son claviformes. Se asegura que existe tambien un órgano de fosforescencia en la cabeza del *Erythrocephalus macrophtalmus*.

La Memoria de Ehrenberg sobre la fosforescencia del mar (1) contiene, entre otras cosas, una revista histórica circunstanciada de todos los hechos conocidos, y un gran número de observaciones nuevas que arrojan grande luz sobre un fenómeno hasta el dia tan oscuro. El autor ha tenido ocasion de hacer en Alejandría investigaciones sobre la pretendida fosforescencia del *Spongodium vermiculare*. Esta alga no es fosforescente como diversas especies de ovas, sino en razon de los pequeños puntos brillantes que á ella se adhieren. Las numerosas observaciones hechas en el mar Rojo no pudieron conducir á Ehrenberg á determinar los animales que son el orígen del fenómeno; pero fue mas feliz con las aguas del Báltico y del mar del Norte, despues que llamaron su atencion los cuerpos brillantes observados por Michaelis. Se notó primero la fosforescencia en el *Polynoe fulgurans*, anélide del mar Báltico; los órganos que la producen son dos cuerpos grandes granulosos y semejantes á los ovarios. El agua del Báltico enviada á Berlin relucia aun por el mero hecho de estos animales. Ehrenberg ha hallado tambien despues, en esta misma agua, los infusorios fosforescentes, *Peridinium tripos*, *Peridinium fusus*, *Peridinium furca*, y el *Prorocentrum micans*. Segun Michae-

(1) En las *Mem. de l' Acad. de Berlin*, 1835.

lis, tambien arroja luz el *Synchæta baltico*, rotifero de dicho mar, y Ehrenberg ha observado tambien medusas fosforescentes en el golfo de Cristianía y Noruega. La *Occeania microscópica* de un cuarto de línea de diámetro, formaba puntos saltones y relucientes. Ehrenberg se convenció de que la fosforescencia del *Cydippe pileus* emanaba precisamente del medio en que estan colocados ambos ovarios, y parece que sucede lo mismo en la *Occeania pileata*. Ehrenberg no ha visto relucir la *medusa*, *aurita* ni en el Báltico ni en el mar Rojo. Las observaciones hechas en Helgoland, le mostraron aun otras formas fosforescentes, que tuvo la felicidad de aislar, y eran glóbulos gelatinosos que flotaban con lentitud, del *Occeania scintillans*. La *Occeania hemisferica*, que tiene mas de una pulgada, presentaba un círculo entero de chispas al rededor de su borde, cuyas chispas correspondian siempre á la base abultada de los grandes apéndices del borde ó de los órganos situados en sus inmediaciones y que alternan con ellos. Por lo demás, el cuerpo de estos animales no daba vestigio alguno de luz ni durante la vida ni durante la muerte. Ehrenberg, se convenció por esto mas y mas de que no brillan las medusas muertas, así como tampoco los fragmentos de los pescados muertos ni el moco esparcido por las aguas, y presumió que las observaciones que hizo, así en el mar Rojo como en Alejandría, acerca de la fosforescencia de pedazos de cuerpos orgánicos no podian atribuirse á las sustancias muertas, que tenian relacion con los seres próximos á los noctilucos y occeanios desgarrados, pero vivos, que aun se veian brillar todavía en Helgoland. En la *Nereis cirrigera*, procede la luz de dos apéndices carnosos implantados sobre cada pie; primero se veian salir chispas aisladas de cada apéndice hasta que se volvian fosforescentes todos ellos; despues se esparcia la luz sobre la espalda, y el animal entero se parecia á una pajuela inflamada: el moco que dejaba este animal sobre los dedos, poseia tambien la fosforescencia (1).

---

(1) Flaugergues y Bruguieres habian visto esparcir luz las lombrices de tierra en la época del celo, cuyo fenómeno han visto tambien Forestier, Audouin, y Mogueri-Tandon. La sustancia fosforescente reside en el *clitellum*, y se comunica á los objetos esteriores por el roce. (*N. del Trad.*)

Werneck ha observado tambien algunos infusorios fosforescentes en un lago próximo á Salzbourgo.

Los insectos fosforescentes son los *Elater noctilucus*, *fosforeus è ignitus*, el *Pausus sphærocerus*, el *Scarabæus fosforeus*, muchas especies de *Lampyris* y la *Scolopendra eléctrica* (1). En los saltones fosforescentes, los principales puntos que brillan son dos ovales, situados á los lados del escudo, y cubiertos de hojas delgadas trasparentes. En las *Lampyris noctiluca* y *splendidula*, emana la luz de la cara inferior de los tres últimos anillos del abdómen, y principalmente de dos puntos blanquecinos que pertenecen al último. Los huevos de la *Lampyris splendidula* tambien relucen, y parece que no estan del todo sin luz la crisalide y la larva de este insecto. La influencia, en apariencia voluntaria, que ejerce el animal sobre la fosforescencia depende de la respiracion, segun Treviranus. La fosforescencia no persiste en los gases irrespirables y en el vacío, ó al menos disminuye en ellos, en cuyo hecho estan de acuerdo todos los observadores, escepto Macartney y Murray. La facultad de despedir luz no se estingue del todo despues de muerto el animal. Las partes fosforescentes vuelven á empezar á brillar despues de secas, cuando se las reblandece en el agua. La luz de las luciérnagas no disminuye en el agua sino al cabo de algunas horas; en el aceite, por el contrario, se estingue repentinamente, pero vuelve á aparecer cuando se espone al animal, muerto ó vivo, al vapor del ácido azótico humeante (2).

La *Lampyris italica* se distingue por una luz centelleante que se repite de un modo rítmico 45 á 50 veces por minuto (3). El punto brillante se estiende en el macho sobre toda la parte ventral del antepenúltimo y penúltimo anillo; y en la hembra permanece limitado á este último y se concentra en dos sitios laterales. El órgano fosforescente continúa luciendo durante algun tiempo despues de haberle hecho salir del cuerpo por medio de la presion. Si se frota

---

(1) Treviranus, *Biologie*, t. V, p. 97.

(2) Treviranus, *Biologie*, loc. cit. — Tiedemann, *Physiologie*, t. I. — Gmelin, *Chemie*, XXI, p. 81—86.

(3) Carus, *Analecten*, 1829, p. 169. — Peters. en Muller's, *Archiv.*, 1841, p. 229.

con uno de estos cuerpos, queda señal luminosa y vuelve á lucir despues de seca cuando se le humedece. Segun las observaciones de Peters, todo el órgano se compone de glóbulos regularmente dispuestos, en cada uno de los cuales penetra una pequeña tráquea que se ramifica en ellos. Además, la película delgada del glóbulo encierra una multitud de pequeñas moléculas á las que está ligada la accion fosforescente. El ritmo de este centelleo se atribuye á la circulacion ó á la respiracion. Carus ha observado una corriente intermitente de sangre en los elitres de la *Lampyris italica*, y ha contado casi 50 pulsaciones por minuto. Pero lo mismo se verifica tambien en la *Lampyris noctiluca*, que no centellea sin embargo, como se ha cerciorado de ello Casus. Peters ha observado el centelleo aun despues de arrancado el corazon. Aunque no sea inmediatamente necesario el sistema nervioso para la fosforescencia, puesto que continúa luciendo la sustancia despues de haberse aislado del cuerpo, influye sin embargo en el centelleo, que Peters ha visto cesar repentinamente cuando llegaba á separarse la cabeza del tronco.

Los órganos fosforescentes de las luciérnagas no pertenecen á la categoría de los cuerpos que absorben la luz para dejarla desprender en seguida: Todd, Murray y Peters los han visto brillar, aun despues de haber permanecido por mucho tiempo en la oscuridad.

No se conoce ningun ejemplo de fosforescencia en los animales superiores.

Ilusiones causadas por la luz reflejada, y sensaciones subjectivas de la luz.

Se ha hecho casi proverbial que brillan los ojos de muchos mamíferos, notablemente los de los carnívoros, sobre todo los de los gatos, así como los de las vacas, y los caballos. Estos animales parecen lanzar algunas veces por los ojos la luz, que no es otra cosa que la luz esterior reflejada por una superficie brillante y desprovista de pigmentum lo mismo que se ve relucir el ojo privado de pigmentum de los conejos blancos, y como se pretendia tambien que sucedia en los ojos del albinos Sachs. Prevost ha sido el

primero que ha hecho conocer la causa del fenómeno (1). Ha demostrado que jamás se verifica este efecto en la completa oscuridad, y que ni está sometido á la voluntad ni producido por las afecciones morales, pero que parece depender de la reflexion de la luz incidente. Gruithuisen, por su parte, ha llegado á la misma conclusion (2). Rudolphi abraza tambien esta opinion (3) y hace notar que no se verifica el fenómeno mas que en cierta situacion en que se halla arrojada á nuestra vista la luz reflejada, y que como ya lo habia visto Gruithuisen, se verifica tambien en los gatos muertos, cuando lo permite la situacion. Yo he hecho la misma observacion (4). Jamás sienten la luz los albinos, cuyos ojos parece que brillan (5).

Esser (6) ha hecho esperimentos sobre la pretendida fosforescencia de los ojos de los animales. Los ojos de los gatos, perros, conejos, ovejas y caballos nada presentan, análogo en los lugares del todo oscuros. La reflexion de la luz se verificaba tambien en otras ocasiones aun despues de la ablacion de la córnea, del iris y del cristalino. Las observaciones de Tiedemann, que ha visto relucir los ojos de un gato veinte horas despues de decapitado (7) estan acordes con las de Esser. No nos quedamos menos sorprendidos al leer en una obra tan distinguida como la Historia natural de los mamíferos del Paraguay por Rengger, que muchos animales de América arrojan luz por los ojos y que cesa el fenómeno despues de cortados los nervios ópticos: el honorable autor ha debido engañarse por alguna ilusion. Colóquese con un gato, como yo lo he hecho, en un cuarto totalmente oscuro, y se convencerá sin trabajo de que sus ojos no despiden luz: pero es necesario no dejarse engañar por la sensacion puramente subjetiva de la luz que resulta de un

---

(1) *Biblioth. britannique*, 1810, t. XLIV.

(2) *Beitræge sur Physiognose*, p. 197.

(3) *Physiologie*, p. 197.

(4) V. mi obra, *sur vergleickenden Physiologie des Gessichtesines*, Leipsik, 1826, p. 49.

(5) V. Schlegel, *Beitrag sur nækeren Kenntnis der Albinos*, Meissingen, 1824, p. 70.

(6) Kaestener's *Archiv.*, VIII, 394.

(7) *Physiologie*, Paris, 1831, t. I.

movimiento rápido de nuestros propios ojos, y de una tirantez del nervio óptico. Un nuevo esperimento que he hecho recientemente en presencia de muchos testigos, ha dado un resultado negativo. Coloqué la persona encargada de tener el gato en un rincon de la cueva que no conocian los demás, pero que no podian menos de ver en el caso de salir luz de los ojos del animal. Ningun asistente vió nada, á no ser uno que pretendió haber visto dos círculos de fuego; le hice inmediatamente estender el brazo hácia el punto en que decia haberlos distinguido, se abrió la puerta, y se reconoció que estaba dirigido el brazo á la parte opuesta en que se hallaba el gato, lo que causó una admiracion general. Indudablemente la persona que habia visto los dos círculos de fuego, solo habia visto su propia sensacion. Cuando giran rápidamente los ojos en la oscuridad, la tirantez que esperimentan los nervios ópticos hace percibir muy fácilmente dos círculos brillantes, que no son mas que las sensaciones exaltadas de este nervio.

Hassenstein (1) ha examinado á fondo este punto. Los esperimentos que ha hecho este autor sobre los animales aun encolerizados, prueban que no brillan los ojos jamás en un espacio absolutamente oscuro, pero que lo verifican desde que penetra la menor cantidad de luz en este espacio, y que basta para ello la luz lunar; y desaparece el fenómeno tan luego como se separa la luz. Las observaciones de Hassenstein sobre la facultad reflectante del pigmentum ocular blanco de los carnívoros son sobre todo muy interesantes. El tapiz de los herbívoros pierde su color por la desecacion, pero el de los carnívoros le conserva, y contiene un polvo blanco, compuesto de granulaciones redondas; y segun los ensayos á que se ha sometido este polvo, es probablemente de un fosfato calcáreo.

Algunos han creido que se debian colocar en este sitio las sensaciones de la luz á que da lugar una presion ejercida sobre el ojo. Pero estas sensaciones son puramente subjetivas, como el dolor en la piel; y dependen de que todas las irritaciones de la retina, mecánicas, eléctricas y orgánicas se traducen por una sensacion subjectiva de luz. Las

---

(1) *De luce ex quorumdam animalium oculis prodeunte atque de tapeto lucido.*

afecciones subjetivas del órgano de la vista no son raras en los ojos robustos, como he observado muy á menudo; pero las imágenes subjetivas son las afecciones de la retina, que no pueden aclarar ningun objeto esterior, porque no van acompañadas de un desprendimiento de fluido imponderable que produce la sensacion de la luz en nuestro órgano visual; así que estas simples sensaciones no aclaran el objeto, como el dolor que yo siento no causa dolor á otra persona, ni un zumbido de mis oidos lo percibe otro (1).

---

(1) Compárense mis observaciones sobre un caso médico legal en que un hombre que recibió un golpe en un ojo pretendia haber reconocido al ladron con la luz que produjo el choque, en MULLER'S *Archivs*. 1834, p. 140.

LIBRO PRIMERO.

DE LOS HUMORES GENERALMENTE ESPARCIDOS EN EL CUERPO, DE LA CIRCULACION DE LA SANGRE Y DEL SISTEMA VASCULAR.

SECCION PRIMERA.

De la sangre.

La sangre (1) es un líquido que contiene las sustancias necesarias para la formacion de todas las partes del cuerpo; que recibe los materiales descompuestos de estas partes, para trasmitirlas á los órganos particulares encargados de eliminarlas, y que por el intermedio del sistema linfá-

(1) V. sobre la sangre en general: PARMENTIER y DEYEUX, *Des alterations que le sang éprouve dans les maladies inflamatoires, fébriles, putrides*, &c., Paris, 1791;—HEWSON, *Expérimental inquiries*, 1772;—PREVOST y DUMAS, *Biblioth. univ.*, t. XVII, p. 294;—BERZELIUS, *traité de chimie*, t. VII, p. 28;—DENIS, *Recherches expérimentales sur le sang humain*, Paris, 1830;—SCUDAMORE, *On the blood*, Londres, 1824;—THAKRAH, *Inquiry into the natur of the blood*, Londres, 1819;—C. H. SCHULTZ, *System. der Circulation*. Stuttgart, 1836;—H. NASSE, *Das Blut physiologisch und patologisch un tersucht*. Bonn, 1836;—HUENEFELD, *Der Chemismus in der thiersischen Organisation*. Leipsick, 1840;—LECANU, *Etudes sur le sang humain*, Paris, 1837;—ANDRAL *et* GAVARRET, *Recherches sur les modifications de proportion de quelques principes du sang dans les maladies*, Paris, 1841;—ANDRAL *et* DELAFOND *Recherches sur la composition du sang de quelques animaux domestiques*, DANS L' ÉTAT DE SANTÉ ET DE MALADIE, Paris, 1842;—ANDRAL, *Essai d' hématologie pathologique*, Paris, 1843;—DONNE, *Cours de microcopie*, Paris, 1844, p. 39.

tico, se repara mediante las sustancias alimenticias, de las cuales unas vienen de fuera, al paso que las otras son suministradas por materias orgánicas que ya han formado parte del cuerpo.

La sangre que viene de los pulmones por las venas pulmonales, y que el ventrículo izquierdo arroja á todas las partes del cuerpo por medio de la aorta y de sus ramificaciones, tiene un color rojo encendido. La que vuelven las venas del cuerpo, y que hace pasar el ventrículo derecho por los pulmones mediante la arteria pulmonal, es de un rojo oscuro, ó negro, como vulgarmente se dice.

En algunos animales invertebrados, por ejemplo en diversos anélides y ciertos moluscos (los planorbes) es roja la sangre, como en los vertebrados; pero muchos de estos animales tienen la sangre sin color (1).

Cuando se examina la sangre con el microscopio, ya en los vasos mas descargados de una parte trasparente, ya inmediatamente despues de su salida del aparato vascular, se la halla compuesta de muy pequeños cuerpecillos rojos y de un líquido trasparente é incóloro, al que se le da el nombre de *parte líquida de la sangre* (*liquor s. lympha sanguinis*), y que no debe confundirse con el suero que se derrama despues de la coagulacion. En los animales cuyos glóbulos sanguíneos son demasiado voluminosos para pasar á través de un papel de filtros, como en la rana, se puede, antes que se coagule la sangre, separar una parte de su líquido con las demás partes constituyentes, y convencerse así de que no tiene color, perteneciendo el tinte rojo á los glóbulos solos, los cuales tienen un peso específico superior al del líquido que los contiene.

La sangre del hombre tiene un peso específico de 1,0527 á 1,057, y su sabor es salado. Se rehace débilmente del mismo modo que los álcalis, y esparce un olor particular (*halitus sanguinis*) que varía algo en los diversos animales, y que es mas marcado especialmente en los individuos del sexo masculino.

La sangre estraida de una vena se coagula generalmente desde dos á diez minutos en todos los animales vertebra-

---

(1) V. *sur la couleur du sang chez plusieurs animaux invertebrés*, E. Cohn, *de Sanguine ejusque partibus*, Berlin, 1842.

dos. Se presenta primero bajo la forma de una masa coherente y gelatiniforme, que poco á poco se contrae, y esprime, primeramente gota á gota, y luego en mayor abundancia, un líquido trasparente y de un amarillo claro, al que se da el nombre de *suero*, así como la masa roja se llama *coágulo* (*crassamentum*, *placenta*, *coagulum sanguinis*). El suero tiene un peso específico de 1,027 á 1,029 y un sabor salado; es débilmente alcalino en los animales superiores, y casi neutro en la rana. Tiene en disolucion sustancias animales, principalmente albúmina, que sin embargo no se coagula por sí misma, sino bajo ciertas influencias, por ejemplo la de un calor de 70° C., de un ácido, del alcohol &c. Cuando se lava por mucho tiempo el coágulo rojo en el agua, se disuelve la materia roja (*cruor*) en este líquido, y queda una sustancia filiforme blanca, que se llama *fibrina*. Esta sustancia se precipita en el fondo del suero, como le sucede al coágulo rojo, á menos que este no contenga accidentalmente burbujas de aire.

En las mujeres embarazadas y parturientas, en el reumatismo agudo, en las inflamaciones, y en general siempre que la sangre circula con mas lentitud, se rebajan con frecuencia los cuerpecillos rojos por debajo del nivel del líquido antes que se efectue la coagulacion; pero como no se coagula de ningun modo la masa entera, la parte superior del coágulo es blanca (*costra inflamatoria*), y la inferior roja. Cuando se agita la sangre fria, no quedan aprisionados los corpúsculos rojos en el coágulo, porque la fibrina forma inmediatamente filamentos que se aplican á las varillas, al paso que flotan los glóbulos rojos en el resto de la sangre que conserva su liquidez. Cuando se somete la sangre fresca á una temperatura muy baja, se hiela, y puede conservarse hasta que haciéndose mas suave la temperatura vuelve á pasar al estado líquido. Los álcalis se oponen á la coagulacion de la sangre, y basta para esto echar una milésima parte de sosa cáustica, segun Prevost y Dumas. Ciertas sales, como el sulfato sódico, el azoato potásico, y los carbonatos potásico y sódico impiden ó retardan la coagulacion, cuando se las mezcla con la sangre estraida de la vena. El veneno de la víbora y el llamado *ticunas* producen el mismo efecto, segun Fontana, cuando se introduce una vigésima parte de ellos en la sangre, al paso que el veneno de la víbora puesto en contacto con las par-

tes vivas del cuerpo, acelera, por el contrario, la coagulacion de la sangre. En los hombres y los animales muertos de un rayo, de una fuerte conmocion eléctrica, por el ácido carbónico, y en los animales reventados, despues de la muerte ocasionada por un golpe violento sobre el estómago, que, segun dicen, no es seguida de rigidez cadavérica, sucede tambien algunas veces que la sangre no se coagula en los vasos (1).

Por lo demás, la sangre se coagula fuera del cuerpo tanto en el estado de reposo, como en el de movimiento, y hasta en una temperatura igual á la del cuerpo vivo. Se coagula en el vacío, en los vasos cerrados herméticamente, y en otros gases además del aire atmosférico (2). La sola y única causa de la coagulacion es pues, que la composicion de la sangre no puede mantenerse de otro modo que por la influencia de las partes vivas y especialmente de los vasos. La sangre que se escapa de estos últimos y se acumula en una parte viva cualquiera, no deja de coagularse la mayor parte del tiempo. Resulta de los esperimentos de Schrœder Van-der-Kolk que la coagulacion de este líquido se verifica con una prontitud estraordinaria despues de la violenta destruccion del cerebro y de la medula espinal, y que algunos minutos despues de verificada, se hallan ya coágulos en los vasos gruesos. Hewson, Parmentier, Deyeux y Schrœder han observado que disminuye tanto mas la fuerza vital de un animal, cuanto mas rápidamente se coagula la sangre sacada de los vasos.

Muchos observadores dicen haber notado un aumento de temperatura durante la coagulacion; tales son Gordon, Thomson y Mayer; pero el hecho fue puesto en duda por J. Davy y Schrœder (3).

No es posible valuar con exactitud la cantidad de sangre en los cuerpos vivos, en vista de la que se obtiene de

---

(1) Abernethy, *Physiological lectures*, p. 246.

(2) Schroeder Van der Kolk, *Comment. de sanguinis coagulatione* Groningue, 1820; *Diss sistens sanguinis coagulantis historiam.* Groningue, 1820.

(3) J. Davy *Tentamen experimentale de sanguine.* Edimbourg, 1814; —Meckel's *Archiv.* t. I, p. 117; t. II, p. 317; t. III, p. 454; 456.

este líquido por una hemorragia mortal, porque queda mucha coagulada en los vasos. Valentin (1) ha ideado para esto un método ingenioso. Se sangra un animal y se determina cuál es la proporcion, en centésimas, de las partes sólidas contenidas en la sangre que nos procuramos así. Se inyecta en seguida una cantidad de agua conocida en las venas, é inmediatamente se sacan de diversas partes del cuerpo otras muestras de sangre, en vista de las cuales se determina igualmente la proporcion en centésimos de sus principios sólidos, á fin de tener un término medio. Hecho esto, segun la diferencia que hay entre este medio y el resultado de la primera operacion, se calcula cuánta sangre se ha disuelto en el agua. Los esperimentos autorizan á admitir que el agua inyectada se esparce con prontitud en el torrente circulatorio (2). Una vez conocida la cantidad de sangre, se puede, segun la relacion existente entre ella y el peso del cuerpo del animal sobre que se ha esperimentado, deducir cual es, en el hombre, la cantidad de este líquido por cada peso dado del cuerpo. La relacion media

---

(1) *Repertorium*, t. III, p. 281.

(2) Así es que, una sangría da 1,190 granos de sangre, que dejan 24,54 por ciento de residuo. Se inyectan 10905 granos de agua; despues se sacan 1,274 granos de sangre que dejan 21,87 por ciento de residuo. Se multiplica la cantidad del agua inyectada por la proporcion en centésimos del residuo de la sangre disuelto (10905+21,87=23849235 granos); despues se divide el producto por la diferencia entre la proporcion en centésimos de la sangre diluida y de la no diluida (24,54—21,87=2,67) y se tiene por cociente (89323 granos) la cantidad de sangre que existia en el cuerpo antes del esperimento. Valentin deduce de sus esperiencias sobre los perros, gatos, conejos y ovejas las consecuencias siguientes: 1.° á pesar de las diferencias que imprimen los diversos estados de la vida en la cantidad absoluta de la sangre y el peso del cuerpo de un individuo, la relacion entre el peso del cuerpo y el de la sangre es muy constante en la misma especie de los mamíferos; 2.° las hembras parecen tener una cantidad relativa de sangre algo menor que la de los machos; 3.° dos animales perfectamente sanos y enfermos tienen la misma cantidad relativa de sangre, siempre que todo su organismo goce aun de una actividad marcada.

de la cantidad de sangre al peso del cuerpo ha sido de 1:4½ en el perro, y de 1:5 en la oveja (1).

CAPITULO PRIMERO.

DEL ANALISIS MICROSCOPICO MECANICO DE LA SANGRE.

Glóbulos de la sangre.

Para examinar los glóbulos de sangre (2) no es preciso diluirlos en agua, porque así se los veria de diverso modo del que se hallan en el cuerpo vivo, puesto que el agua cambia instantáneamente su forma. Es preciso, pues, ó colocar una de sus capas muy delgada, sin adicion ninguna, sobre el objectivo del microscopio, ó dilatarlas en suero. Tambien podemos servirnos del agua que contenga en disolucion un poco de sal marina ó azúcar, porque estas disoluciones no influyen nada absolutamente sobre ellas.

La forma de los glóbulos de la sangre varía (3) mucho segun los diferentes animales; sin embargo, sean redondos

---

(1) El animal que ha suministrado los datos numéricos contenidos en la nota anterior era un perro que pesaba 402741 granos. La proporcion entre este peso y la cantidad absoluta de sangre determinada por el cálculo (89323) es 1 á 4,44. Pero suponiendo que la proporcion fuese la misma en el hombre, lo que aun no se ha podido saber por los esperimentos, las tablas de Quetelet para el peso del cuerpo humano en las diferentes edades de la vida, permitirian calcular la cantidad de sangre en cada una de estas épocas. Por ejemplo, un hombre de 25 años, cuyo peso fuese de 145 libras, tendria 32 libras de sangre; y una mujer que pesase 127 libras, tendria 27 &c.

(2) Fontana, *Nuovi osservazioni sopra i globetti rossi del sangue*, Lucques, 1776;—Hewson, *Experim. inquiries*, part. III, Londres, 1777;—Prevost y Dumas, *loc. cit.*; Muller, *dans* Burdach, *Physiologie*, t. VI, p. 123;—R. Wagner, *Zur vergleichenden Physiologie des Blutes*, t. I, 1834; t. II, 1838;—Schultz, *loc. cit.*;—Mandl, *Anatomie microscopique*, Paris, 1838;—Huenefeld *loc. cit.*;-Gulliver, *dans Lond. and. Edimb. physiol. Magazin*, vol. XVI, 1840;—Pappenheim, *De cellularum sanguinis indole ac vita observ. microscopicæ*, Berlin, 1841;—Donne, *loc. cit.*, p. 57.

ó elípticos, siempre son aplastados. Los redondos se encuentran en el hombre, y en la mayor parte de los mamíferos, escepto el dromedario y el lama, en los que, por una escepcion cuyo descubrimiento se debe á Mandl, tienen una forma elíptica. Gulliver ha observado tambien, en muchas especies del género *cervus*, corpúsculos elípticos, y otros fusiformes, que estaban mezclados con los discos redondos (1).

Los glóbulos son elípticos en las aves, los reptiles y los pescados; algunas veces se aproximan á la forma redonda en estos últimos, por ejemplo en la carpa, ó hasta completamente redondos, segun han visto Rudolphi y R. Wagner. Los glóbulos elípticos de los reptiles y de las aves son, por término medio, doble largos que anchos.

Nos cercioramos de su aplastamiento cuando despues de haber dilatado una gota de sangre con el suero, en agua salada ó azucarada, se la hace mover bajo el microscopio, en términos de que se coloquen muchos glóbulos de lado. Los mas planos de todos, en proporcion de los demás diámetros, son los de los reptiles y los de los pescados. La salamandra es el animal en quien los he hallado mas aplastados, y tambien lo estan mucho en la rana, en la que, su grueso es ocho ó diez veces menor que su longitud. Cuando los glóbulos de sangre de salamandra se colocan verticalmente de canto, no se percibe en ellos elevacion alguna en medio de las dos caras laterales, y son uniformemente aplastados. Los de la rana presentan algunas veces, pero no siempre perceptiblemente, una elevacion en medio de cada una de las caras laterales. La causa de esta elevacion es el núcleo contenido en el interior. Los glóbulos elípticos de las aves, son á la verdad menos planos que los de los reptiles; sin embargo lo son de un modo decisivo. El aplastamiento es del todo uniforme en los glóbulos del hombre y de los mamíferos que no tienen ninguna corvadura en medio. Cuando se los contempla echados sobre el lado se parecen á un rasgo corto, oscuro de igual grosor en todas sus partes, cuyas dos estremidades no son

---

(1) *Philos. magaz.*, vol, XVI, p. 23, 105 y 195, Gulliver ha observado los glóbulos de sangre en mas de ciento cuarenta especies de mamíferos.

redondas, pero se terminan de un modo casi brusco, como las de una moneda que se viese de canto; y son en el hombre cuatro á cinco veces tan delgadas como anchas.

Los glóbulos de sangre de los reptiles desnudos son los mas gruesos que se conocen, y los de los demás reptiles, pescados y aves tienen menores dimensiones. Los del hombre y de los mamíferos son los mas pequeños, y en estos últimos son sobre todo estos cuerpecillos de una pequeñez notable en la cabra, segun Prevost y Dumas; en el *Moschus javanus* segun Gulliver. He hallado el diámetro de su superficie en el hombre =0,00023—0,00035 de pulgada. E. Weber y Wollaston le valuan en 0,00020, Kater en 0,00023, y Prevost y Dumas en 0,00025 (1). Los de las aves observados al lado de los de las ranas, son poco mas ó menos la mitad de pequeños; los de la salamandra son algo mas gruesos que los de la rana, pero no en una tercera parte, y son algo mas oblongos; los del lagarto me han parecido tener poco mas ó menos los dos tercios de diámetro que los de la rana. Estos últimos comparados con los del hombre, son poco mas ó menos cuatro veces mas gruesos (2), comparando su diámetro trasversal con el longitudinal de estos últimos. Los glóbulos mas gruesos que se conocen son los del *Proteus anguinus* (3).

Los glóbulos de sangre de las aves, de los reptiles y de los pescados contienen en su parte media un núcleo que se hace notar por su color mas claro. Se le percibe, no solo en los glóbulos de la sangre derramada fuera de los vasos, sino á veces hasta durante la circulacion, en los capilares

---

(1) Segun Donné (*Cours de microscopie*, París 1844, p. 62, tiene de 1/125 de milímetro, y las variedades que se hallan en los observadores con respecto á este particular, dependen de que todos los glóbulos no tienen estrictamente la misma dimension, dejando entre sí, bajo este punto de vista, diferencias comprendidas en los límites acabados de indicar. (*N. del T.*)

(2) Donné (*loc. cit.* p. 70) los tiene como tres ó cuatro veces mas gruesos que los de los mamíferos, no teniendo su gran diámetro como de 1/37 y el pequeño, 1/75 de diámetro. (*N. del T.*)

(3) Despues de los del proteo, los mas gruesos, segun Van der Hæven, (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 25) con los del *Cryptobranchus japonicus*, que tienen 1/45 líneas de longitud, y 1/61 de latitud. (*N. del T.*)

de la rana examinados con el microscopio. En los glóbulos elípticos, ha tenido tambien casi siempre la misma figura, y algunas veces está singularmente alargado, como en la salamandra.

Los glóbulos del hombre y de los mamíferos no dejan percibir por lo regular ningun núcleo; sin embargo como existe generalmente en las demás clases, parece probable que tambien existe en estos. Creo hasta haberle distinguido algunas veces en el hombre, por medio de una especie de alumbrado. Acaso, en las clases superiores, no exista mas que en la época de la formacion de los glóbulos, y desaparece en seguida, como se verifica en otras muchas células orgánicas provistas de núcleo (1).

Cuando se tratan los glóbulos de sangre humana por el vinagre, vistos en el microscopio, desaparecen repentinamente, y solo quedan unos granos muy pequeños, respecto á los cuales se está en duda de si son ó no núcleos de glóbulos.

La sangre de la rana, tal como se obtiene en la sangre misma del animal, contiene aun cuerpecillos de otra especie mucho mas pequeños, y que no se ven sino en muy corta cantidad; estos son del todo redondos, no aplastados, y cuatro veces poco mas ó menos mas pequeños que los glóbulos elípticos (2). Se parecen muchísimo á las granulaciones raras de la linfa de la rana, y son sin disputa alguna glóbulos de linfa que provienen ó de la que se mezcla con la sangre, ó de los glóbulos del quilo.

Mientras que estan contenidos los glóbulos de sangre en el suero de este líquido, no se disuelve la materia colorante; pero no es lo mismo cuando se pone en contacto con ellos. Yo nada he hallado de verdadero en lo que ha dicho

---

(1) Esta hipótesis es la de Gulliver. (*Philos. Magaz.*,) 1842, p. 107): Donné (*loc. cit.*, p. 68), dice no haber podido jamás hacer sensible el núcleo en los glóbulos de sangre humana, y de cualquier otro mamífero, ni por la observacion por medio de los mejores instrumentos, ni por el uso de ningun reactivo químico, y los considera como formados de una vejiguilla que contiene una materia semiliquida. (*N. del T.*)

(2) Además de los glóbulos rojos, admite aun Donné en la sangre: 1.º glóbulos blancos, esféricos, granulosos en la superfi-

Home (1) de la facilidad con que se descomponen. Cuando se ha agitado la sangre de los mamíferos, conservan los glóbulos sus formas, y muchas horas despues y aun al dia siguiente, demuestran los mejores instrumentos que solo ha cambiado dicha sangre de volúmen. Aun al cabo de veinticuatro horas casi nada se ha disuelto en el suero, el cual no forma mas que una capa de media línea por debajo de los glóbulos suspendidos y de un color amarillo ó incóloro (2). Por el contrario los glóbulos de la rana caen rápidamente al fondo del suero de su propia sangre que flota sobre ellos incóloro; conservan tambien su forma y su volúmen durante muchos dias, sin la menor alteracion cuando no es demasiado caloroso el tiempo. Para obtener de la sangre de la rana un suero mezclado de glóbulos, se quita poco á poco el coágulo hasta que deja de formarse. Nos procuraremos así el suero que contiene una gran cantidad de glóbulos, cuyo resto ha sido encerrado en el coágulo. En tal estado, los glóbulos que permanecen en el suero pueden servir para diversos esperimentos, en los que se estudian sus cambios por medio del microscopio, al paso que la sangre fresca no puede, á causa del coágulo que en ella se produce, servir para una demostracion, cuyo objeto sea saber cómo se conducen los glóbulos con las diversas sustancias.

El agua pura hace sufrir instantáneamente un cambio muy notable en los glóbulos de la sangre. En el hombre se hacen imperceptibles, no permitiendo su pequeñez distinguir la forma que tienen: sin embargo parecen perder su

---

cie, lijeramente franjeados en su circunferencia, y algo mas gruesos que los rojos, puesto que tienen 1/100 de milímetro (*loc. cit.*, p. 82); 2.° globulillos, ó pequeñas granulaciones blancas, redondas, y de solo 1/300 de milímetro, que atribuye al quilo, y considera como los primeros elementos de los glóbulos sanguíneos (*loc. cit.*, p 83). (*N. del T.*)

(1) *Philos trans.*, 1818.

(2) Segun Donné (*loc. cit.*, p. 84), la sangre sin fibrina dejada en reposo en una proveta, se separa en tres capas; una roja, considerable, que ocupa el fondo del vaso; otra muy delgada, que forma una especie de película agrisada, y compuesta de glóbulos blancos; y otra incólora ó amarillenta, formada por el suero. (*N. del T.*)

aplastamiento; pero con los de la rana todo es claro y muy visible. Desde que se pone en contacto una gota de agua en otra de sangre de este animal, se ve inmediatamente volverse redondos los glóbulos, de elípticos que eran, y cesar de aplastarse; de modo que cuando ruedan, ninguno de ellos presenta un borde manifiesto á la vista. Muchos se hacen irregulares, desiguales y contorneados; y la mayor parte son redondos pero irregulares. El foco parece variado de lugar en muchos de ellos; ocupa uno de los lados y no el medio, pero este último caso es raro, y parece esplicar que ciertos glóbulos han sufrido por parte del agua un cambio violento que ha desalojado el núcleo de su interior.

El agua disuelve la materia colorante roja contenida en los glóbulos de sangre, lo que ha hecho parecer á estos incóloros. Durante este esperimento se convence cualquiera de que son dos cosas del todo diferentes la costra y la materia colorante roja. En efecto, esta última se disuelve del todo en el agua que la rodea, al paso que el líquido penetra por imbibicion en el interior de los glóbulos y los hincha. He visto la superficie ó costra, hecha hialina, conservarse intacta aun al cabo de veinticuatro horas. Pero los cuerpecillos pálidos son difíciles de distinguir y reconocer; y se los vuelve á ver aparecer de nuevo, añadiendo una disolucion de iodo, como dice Schultz.

Los glóbulos de sangre que permanecen muchos dias en contacto con el agua, sufren en ella una maceracion cuyo efecto es producir al fin completamente la destruccion de su costra, siendo de este modo como he podido aislar totalmente los núcleos, y entonces no los ataca el agua. Se avienen con los álcalis y los ácidos como la albúmina coagulada y la fibrina; son muy solubles en los álcalis y poco en los ácidos; el ácido acético no les hace sufrir ningun cambio en el espacio de un dia, aun cuando en otras circunstancias disuelve fácilmente algo de fibrina. No son formados exclusivamende grasa; porque Simon asegura que el éter no les roba nada cuando, despues de haberlos aislado, se los trata por este reactivo.

El ácido acético da lugar como el agua, á una reaccion característica. Cuando mezclo glóbulos de sangre de rana con una gota de este ácido, parecen instantáneamente disueltos escepto sus núcleos; pero no he podido menos de distinguir inmediatamente al rededor del núcleo las cir-

cunferencias delgadas y muy pálidas de la cubierta esterior. Este fenómeno, segun las observaciones hechas despues por Schultz y otros, indica que la accion del ácido acético hace apretar la cubierta sobre sí misma. El ácido acético, como el agua, estrae la materia colorante, estrechando el uno y dilatando el otro su cubierta.

Los ácidos minerales y el cloro ejercen una accion del todo distinta sobre los glóbulos de sangre; no disuelven la materia colorante, pero la hacen coagular en los glóbulos mismos, que no experimentan despues cambio alguno por parte del agua. La forma de los glóbulos no cambia bajo la influencia de los ácidos minerales; los álcalis los disuelven, tanto su núcleo como su cubierta; los alcalóides narcóticos no obran sobre ellos; el alcohol no les altera, y solo se coagula su materia colorante. Las sales neutras no los disuelven; pero, segun Mitscherlich, ocasionan poco á poco cambio de formas.

Huenefeld ha hecho el primero la interesante observacion, repetida despues por Simon, de que la bilis disuelve la cubierta de los glóbulos. La bilina es la que produce este efecto; cuando se emplea una disolucion de ella, se disuelven inmediatamente los glóbulos.

Los gases influyen muchísimo en el color de la sangre, y por consiguiente en el de los glóbulos; pero no imprimen ningun cambio en la forma de estos últimos. El gas oxígeno y ácido carbónico han obrado de este modo en todos mis esperimentos. Los glóbulos que tienen la misma forma y el mismo grosor en la sangre arterial y en la venosa, no cambiaban á no ser cuando ligaba y estirpaba en seguida los pulmones en las ranas, que sobrevivian treinta horas á la operacion, probablemente con el auxilio de una respiracion por la piel, como los pescados en los esperimentos de Humboldt y Provençal.

Segun lo que antecede, los glóbulos de sangre son á no dudarlo huecos; así es que Hewson y Schultz no vacilan en llamarlos vesículas. Este último autor los considera hasta como vesículas llenas de un fluido elástico, y á cuyas paredes se adhiere la materia colorante. En mi opinion, la materia colorante líquida forma el contenido de las cubiertas incoloras y que, durante la respiracion, se tiñe de rojo subido por la influencia del aire, sin que permanezca este último en estado de gas en el interior de los glóbulos. Es pre-

ciso recordar ahora que los glóbulos caen en el fondo de la sangre de la rana, por el mero hecho de su peso específico, y que en todas las especies de sangre son mas pesados que el líquido en cuyo seno nadan.

Las investigaciones de Schwann colocan los glóbulos de la sangre entre las células, tales como se hallan, ó primitivamente, ó de un modo permanente, en las partes organizadas; y tienen como estas células su núcleo. La cubierta es la membrana parietal. El núcleo parece ocupar, en los glóbulos frescos el centro de la cavidad interior; pero cuando el glóbulo está hinchado por el agua, sus conexiones en la pared son, como lo ha hecho ver Schwann, los mismos que en otras células, es decir que habiéndose hecho esférico el glóbulo se halla inmediatamente aplicado á un punto cualquiera de la superficie interna. Cuando se hace rodar bajo el microscopio un glóbulo que ha sido hinchado por el agua, se comprueba la solidez del núcleo que ha cesado de moverse en la célula. Segun los principios de la teoría celular, la materia colorante es un contenido de células análogo al de las demás células, en las que se repite tan á menudo la forma aplastada, como, por ejemplo, en las del epitelium.

El modo opuesto como obran los corpúsculos de sangre en el agua y el ácido acético, prueba ya que su membrana parietal es susceptible de una gran espansion y de una fuerte contraccion. Pero cuando, en el vivo, se observan al microscopio los movimientos de la sangre en los vasos capilares, no es raro que se reconozca claramente que estos cuerpecillos gozan de cierto grado de elasticidad; porque se comprimen cuando el paso es estrecho, se alargan y vuelven sobre sí mismos despues de haber vencido el obstáculo, fenómeno notado por los antiguos en los pulmones de las ranas, en las que es mas fácil observarle que en ningun otro (1).

Parte líquida de la sangre.

Se entiende por *parte líquida de la sangre* (*liquors, limpha*

---

(1) Se puede consultar sobre los glóbulos de sangre de los animales invertebrados la precitada obra de Wagner, que existian muchos hechos relativos á este particular.

sanguinis, el líquido incóloro en que nadan los cuerpecillos rojos, tal como está antes de la coagulacion. Esta espresion, que de ningun modo es una creacion teórica, y que por esto mismo conviene perfectamente, designa todo lo que, no encontrándose en el estado de simple mezcla se halla realmente disuelto en la sangre. En el momento de coagularse, se separa en fibrina la parte líquida de la sangre, que antes estaba disuelta, y que entonces acarrea consigo los glóbulos; y en suero que contiene todavía albúmina en disolucion. Esta separacion en dos partes, la una líquida, y sólida la otra, no debe considerarse como la destruccion de una combinacion química anterior entre la fibrina y la albúmina, combinacion cuya existencia en nada se apoya; pero indica las cualidades diferentes de que estan dotadas las sustancias contenidas en la parte líquida de la sangre. No se deberá pues considerar la fibrina como un cambio de forma de la albúmina, que consistiria en esta misma fibrina combinada con el álcali de la sangre, segun pretende Denis, cuya hipótesis refuta Berzelius, al hacer notar que la neutralizacion del álcali de la sangre por el ácido acético no da orígen á un precipitado de fibrina: además combatida esta hipótesis por la composicion elemental de la fibrina y de la albúmina.

Fibrina.

Home, Prevost y Dumas consideraban el coágulo rojo de sangre como una aglomeracion de los glóbulos, y de sus núcleos; como un conjunto de corpúsculos de fibrina, que privados por la loccion de la materia colorante de su cubierta, debian permanecer bajo la forma de un coágulo blanco. Pero la fibrina tiene un orígen del todo distinto.

Hewson ha alegado muy buenas razones para establecer que la fibrina no se halla contenida en los glóbulos, y que está fuera de ellos en la sangre. Esta última la puede contener ó disuelta ó dividida en pequeñas granulaciones, que se reunen formando un todo en el acto de la coagulacion como lo presumió Milne Edwards (1). Las si-

---

(1) Esta opinion es aun la de Becquerel y Rodier, en sus *Recherches sur la compos. du sang dans l'état de santé et de maladie* (*Gazette medicale*, t. XII, p. 751, 1844.

guientes observaciones prueban que, lo mismo que la albúmina, se halla realmente disuelta en la parte líquida de la sangre.

Cuando colocaba yo una gota de sangre pura bajo el microscopio, y la dilaté en suero de modo que estuviesen del todo esparcidos los glóbulos y separados unos de otros, así pude convencerme de que en los instersticios de estos glóbulos daba orígen al coágulo una sustancia anteriormente disuelta, por medio de cuyo coágulo solo adherian aun los unos á los otros los glóbulos del todo diferentes; y conseguia así, aun cuando se dispersaban estos últimos y aun cuando entre ellos quedaba algun espacio, dislocarlos todos al mismo tiempo, cuando cogia con una aguja el coágulo fibrinoso que llenaba los intersticios.

Hay sin embargo todavía un modo mas fácil y seguro de convencerse de que se halla disuelta la fibrina en la sangre de la rana. Como los glóbulos de este animal son próximamente cuatro veces mas gruesos que los del hombre y los de los mamíferos, deducí que acaso los retendria un filtro, en vez de dejarlos pasar como á estos últimos.

El esperimento puede hacerse con la sangre de una sola rana, siendo los únicos utensilios que se necesitan un embudo de vidrio y un papel de filtros. Es preciso empezar naturalmente por remojar el filtro, y es bueno tambien, despues de haber vertido en él la sangre de la rana, añadir rápidamente igual cantidad de agua. Lo que atraviesa el filtro esa parte líquida de la sangre dilatada en agua, clara y perfectamente incólora, escepto un tinte rojo muy claro, que proviene de la materia colorante que ha disuelto el agua añadida. Sin embargo, como se efectua con lentitud la disolucion de la hematina de la sangre de rana por el agua, el líquido que se filtra apenas tiene color, y aun á veces falta del todo este. Si en vez de agua pura, se emplea una disolucion de una parte de azúcar en doscientas partes y mas de agua, es aun mas puro el líquido que pasa. Examinando el líquido filtrado con el microscopio, no se descubre en él ningun glóbulo. Se produce entonces, en el espacio de algunos minutos, un coágulo tan trasparente y claro, que no se le percibe aun despues de su formacion, á menos que no se le aparte del líquido por medio de una aguja. Poco á poco se condensa y se hace blanquecino y filamentoso, en cuyo caso se parece perfectamente al de la linfa. De este modo,

se obtiene la fibrina de la sangre en el mayor grado de pureza y como jamás se habia podido obtener hasta el dia. Falta decir que no se obtiene toda la que se halla disuelta en la sangre; la mayor parte se coagula en el interior del filtro, porque no tiene tiempo de atravesarle antes de sufrir la coagulacion. La fibrina recientemente coagulada, no granulosa, sino del todo homogénea, y solo despues que se ha encogido y tomado un tinte blanco, es cuando hace percibir en ella el microscopio compuesto pequeñas granulaciones apenas distintas.

Para determinar la cantidad de albúmina, se agita la sangre: la fibrina disuelta forma entonces filamentos que se pegan al rededor de las varillas y permanecen los glóbulos en el líquido, separándolos la agitacion del coágulo. La fibrina blanca que se obtiene de este modo puede en seguida purificarse lavando con agua los glóbulos y el suero que permanecen adheridos á ella.

3627 granos de sangre de buey agitada me han proporcionado 18 de fibrina seca: 3945 granos de la misma sangre no agitada han suministrado 641 de coágulo rojo seco, lo que hace para 100 partes de sangre 16,248 de coágulo rojo seco, que contiene 0,496 de fibrina; segun Fourcroy, contiene la sangre 0,005 á 0,0043 de fibrina seca: 1,000 partes de esta contienen 0,75 segun Berzelius, y 1,2 segun Lassaigne. Lecanu ha hallado, segun veintidos observaciones (1), que la cantidad de la fibrina seca era de 1,360 á 7,235 en 1,000 partes de sangre.

Puesto que nutre la sangre arterial, y que suministran los órganos continuamente linfa con la materia colorante disuelta, se debe calcular que esta sangre contiene mas fibrina que la venosa; y esto es lo que efectivamente han observado Mayer, Berthold, Denis y aun yo mismo. Segun Denis, la proporcion de la fibrina en ambas sangres es de 24 : 25 en el perro; de 27:29 en el hombre. Segun Berthold, es, en la cabra, de 366:429; en el gato, de 474:521; en la oveja, de 475:566; en el perro, de 500:666. En uno de mis esperimentos contenia la sangre arterial

(1) *Transact. méd.*, 6 de octubre, 1831, p. 92.

0,483 de fibrina, y la sangre venosa 0,395. Tomando el término medio de todas las observaciones, se tiene la proporcion de 29:34 por la diferencia de la sangre arterial y de la venosa, con respecto á la fibrina que contienen.

En cuanto á la cantidad de los glóbulos, no hay medio alguno de apreciarla con seguridad. Prevost y Dumas habian creido obtenerla segun la cantidad del coágulo rojo desecado, porque caminaban del supuesto que la fibrina de la sangre no es otra cosa mas que los núcleos de los glóbulos. Pero á lo que llaman la cantidad de glóbulos es á la suma de estos mismos glóbulos y de la fibrina antes disuelta. Hecha esta correccion, conservan su valor las numerosas determinaciones de cantidades que estos dos físicos han hecho; y la misma objecion puede hacerse á las cantidades de las partes constituyentes de la sangre que Lecanu asigna á los diversos temperamentos.

Si se determina la cantidad del coágulo rojo en 100 partes de sangre y se divide su cantidad de albúmina en 100 partes de la misma sangre, se obtiene la cantidad de glóbulos contenidos en este coágulo, y además una cantidad indeterminada de albúmina, que proviene del suero encerrado en él, y que no tenemos medio de valuar. Si se quiere, por el contrario, calcular la cantidad de los glóbulos, segun la de la materia colorante que puede estraerse de la sangre, método que algunos han seguido, se dejan aparte las cubiertas incóloras que contienen esta materia colorante y sus núcleos (1).

---

(1) Figuier (*Annales de chimie*, 1844, t. XI, p. 503) ha hallado que empleando una disolucion de sulfato sódico que marque 16 á 18 grados en el aereómetro de Baumé, y tomando dos volúmenes de esta disolucion por uno de sangre, se puede conseguir que permanezcan en la superficie del filtro todos los glóbulos. Así, para analizar la sangre, se separa la fibrina agitándola, se añade la disolucion salina, y se filtra con el objeto de obtener los glóbulos; y la albúmina se obtiene coagulando el líquido filtrado por el calor. En cuanto al agua, se la determina evaporando un peso conocido de sangre. Las materias salinas se obtienen por diferencia. Para los pormenores de este procedimiento se consultará la N. del autor. (*N. del T.*)

Cuando los glóbulos se rebajan del nivel de la parte líquida de la sangre antes de la coagulacion, la parte superior del coágulo debe ser blanca, y la inferior encarnada, porque esta es la que contiene los glóbulos. La primera es la costra (*crusta inflamatoria*), que se presenta en la superficie de la sangre en las inflamaciones, el reumatismo agudo, y en las mujeres en cinta, ó de parto; pero que, en ciertos animales, en los caballos por ejemplo, se manifiesta tambien á menudo sin causa particular. Como el coágulo se aprieta despues de la coagulacion, y esprime el suero encarcelado en sus intersticios, la capa superior blanca, que está formada casi únicamente de fibrina, se contrae mas que la capa inferior roja, que, independientemente de la fibrina, contiene tambien glóbulos rojos. El diámetro de la primera concluye por hacerse mucho mas pequeño que el de la segunda.

Siempre puede reconocerse de antemano si se formará una costra sobre la sangre, es decir, si será incólora la parte superior del líquido; porque siendo la condicion, á que se debe este fenómeno, que los cuerpecillos rojos se colocan por debajo del nivel de la sangre, la superficie de esta que debe cubrirse de una costra aparecerá, despues de la coagulacion, primero trasparente y despues blanquecina. El suero esparcido en la masa entera, que tiene á la fibrina en disolucion, es quien antes de coagularse esta última adquiere un tinte opalino. Hewson y Babington (1) han hecho ver que se puede, antes de la coagulacion, quitar este suero incóloro con una pipeta, y hacer que se coagule; cuyo hecho he comprobado tambien en la sangre de una mujer embarazada.

¿Por qué caen al fondo en estos casos los glóbulos rojos antes de la coagulacion? Se podria atribuir el fenómeno á que en el caso en que se observa, la parte fluida de la sangre tiene un peso específico menor proporcionalmente á los cuerpecillos rojos; pero ningun hecho justifica esta hipótesis, ó para hablar con mas exactitud, no tenemos conocimiento alguno de la proporcionalidad entre el

(1) *Médic. chirurg. trans.*, vol. XVI, p. 11.

licor de la sangre y los glóbulos, en las circunstancias de que aquí se trata. Hewson atribuia la costra á la coagulacion mas lenta de la sangre inflamatoria, que deja tiempo á los glóbulos para bajar mas del nivel del líquido.

Para apreciar la hipótesis de Hewson, he hecho una serie de observaciones sobre diversas especies de sangre, y primeramente sobre la que habia sido golpeada. Queria saber en primer lugar en cuánto tiempo y hasta qué profundidad bajan los glóbulos en esta sangre, y por consiguiente en el suero puro. El fenómeno se verifica muy lentamente en la sangre golpeada de oveja y de buey, mucho mas aprisa en la de gato y de hombre: en este último, por ejemplo, se hundieron una línea en un cuarto de hora y cuatro á seis líneas en muchas horas. Pero este hecho no es suficiente para dar razon de la costra, aunque la sangre inflamatoria se coagule mas lentamente; porque la coagulacion de este líquido no se hace con tanta lentitud, y sin embargo la costra tiene á veces media pulgada de espesor. Los glóbulos bajan con mucha mas rapidez en el licor de la sangre que contenga aun fibrina disuelta, que no en el suero ó en la sangre golpeada, cuando se puede retardar algun tiempo la coagulacion, como añadiendo, por ejemplo, un poco de subcarbonato alcalino. En todos los casos he comprobado que los glóbulos de la sangre de hombre sano, cuya coagulacion habia retardado, bajaban una línea ó línea y media bajo el nivel en cinco á seis minutos, y que al cabo de una hora se habian hundido de cuatro á cinco líneas. El líquido sobrenadante se iba haciendo blanquecino poco á poco, y cuando no habia añadido demasiado carbonato alcalino, se reducia á fibrina blanda y en hebras, que, en un caso, no siendo inflamatoria la sangre, adquirió gran consistencia y formó una especie de costra. Retardando así la coagulacion, poseia un medio de producir artificialmente el fenómeno de la costra. La diferencia consistia solamente en que la fibrina del coágulo incóloro era mas blanda y filamentosa, lo cual acaso dependia de la influencia del carbonato de potasa. La costra es mas consistente en la sangre inflamatoria, porque, como demostró Scudamore, esta sangre contiene mas fibrina.

De estos esperimentos resulta que la lentitud de la coagulacion no es la única causa del descenso de los glóbulos en un espacio de tiempo mas corto, y de la formacion

de una costra, sino que la prontitud de la caida de los glóbulos pende á la vez de la composicion del licor de la sangre y de la disolucion de la fibrina en este líquido, pues la precipitacion se verifica de un modo mucho mas lento quitando la fibrina. Tambien se comprende de esta manera que la bajada de los glóbulos debe efectuarse con mas rapidez cuando aumenta en la sangre la proporcion de la fibrina, como sucede precisamente en la inflamacion.

No se sabria decir por qué bajan rápidamente los glóbulos en el licor de la sangre pura, y lentamente en el suero de sangre golpeada, es decir, en aquel mismo licor despojado de su fibrina. Por lo demás, todos los fenómenos de suspension dependen de la adhesion de las moléculas á los líquidos. Acaso los glóbulos se adhieren menos al licor de la sangre que tiene aun fibrina en disolucion, que no al suero de sangre golpeada que ha perdido su fibrina. Una cosa que merece tambien ser citada es que la sangre golpeada y despojada de fibrina, en la cual mostraban los glóbulos poca tendencia á bajarse, adquiria inmediatamente esta disposicion añadiendo una disolucion de goma arábiga.

J. Davy hizo observar que la sangre inflamatoria no se coagula siempre con mas lentitud. Entonces pueden bajar los glóbulos mas prontamente, porque contiene la sangre mas fibrina disuelta, pues la disolucion de la fibrina en la sangre la da mas aptitud para dejar depositarse á los glóbulos que la que tiene aquella que carece de esta sustancia.

En consecuencia, las causas principales del descenso de los glóbulos y de la formacion de una costra, son la lentitud de la coagulacion y la mayor cantidad de la fibrina disuelta. Si llega á suceder á otra sangre el cubrirse de una costra poco consistente, en circunstancias en que mas bien se deberia presumir un principio de descomposicion que un esceso de fibrina, se esplica el fenómeno por la mayor lentitud con que se coagulan estas especies de sangre, pues como he demostrado, la de un sugeto sano deja bajar los glóbulos con bastante rapidez, y se cubre en seguida de un cuajaron incóloro, cuando se retarda su coagulacion (1).

---

(1) Retzius ha observado una formacion de costra inflamatoria diferente de la que se verifica ordinariamente. La sangre se

La bajada de los glóbulos se hace tambien en los vasos despues de la muerte, cuando se deja quieto el cadáver hasta el momento de efectuarse la coagulacion de la sangre. Hállanse entonces en el corazon y en los vasos gruesos cuajarones que son blancos por encima y colorados por debajo. Phœbus ha demostrado que la parte blanca ocupa siempre la parte superior del cuajaron, ya esté el cadáver boca arriba ó boca abajo, con tal que no cambie la situacion antes de la coagulacion de la sangre (1).

Suero.

El licor de la sangre que tiene en disolucion la fibrina se separa por efecto de la coagulacion en fibrina y una porcion que subsiste líquida. Este nuevo líquido se llama *suero* y difiere mucho del que existia al principio. En efecto, tiene un color amarillento, sabor salado y una gravedad específica de 1,027 á 1,029: en los animales superiores, reacciona manifiestamente á la manera de los álcalis, y calentándole hasta 70 ó 75° C. se convierte en gelatina, por la coagulacion de la albúmina que tiene disuelta, mientras la fibrina se coagula por sí propia y sin ninguna influencia esterior, cuando ha salido la sangre de los vasos. El principio mas esencial del suero es la albúmina. El suero contiene además álcali libre (sosa y tambien potasa), unido probablemente á la albúmina, con sales de una y otra base. Prevost y Dumas han determinado la cantidad de parte

---

recogió en masa rápidamente despues de la sangría. A las dos horas, no se habia separado aun del suero, pero pasado este tiempo apareció mucho de este que cubrió el coágulo negro. Este suero era opalino, y al cabo de cuatro horas, habia depositado una espesa capa de fibrina. Parte de la fibrina se habia solidificado á la primera coagulacion. El resto quedó en disolucion en el suero y no se separó hasta mas tarde. *Comp.*, sobre la formacion de la costra, Nasse, *Das-Blut.* Bonn, 1836.

(1) Phœbus, *Leichenbefund in der cholera*, 1833. Los cuajarones blancos que se forman en el corazon despues de la muerte, se ramifican á menudo entre las columnas carnosas, en todas las cavidades que contenian sangre; algunas veces se los ha tomado por escrescencias poliposas.

sólidas del suero proporcionalmente á las otras, en muchos animales.

	100 PARTES DE SANGRE.			100 PARTES DE SUERO.	
	Glóbulos.	Albúmina.	Agua.	Albúmina.	Agua.
Hombre.	12,92	8,69	78,39	10,0	90,0
Gimia Calitriche. .	14,61	7,79	77,60	9,2	90,8
Perro.	12,38	6,55	81,07	7,4	92,6
Gato.	12,04	8,43	79,53	9,6	90,4
Caballo.	9,20	8,97	81,83	9,9	90,1
Ternero.	9,12	8,28	82,06	9,9	90,1
Oveja.	9,35	7,72	82,93	8,5	91,5
Cabra.	10,20	8,34	81,46	9,3	90,7
Conejo.	9,38	6,83	83,79	10,9	89,1
Cabiai.	12,80	8,72	78,48	10,0	90,0
Cuervo.	14,66	5,64	79,70	6,6	93,4
	13,26	5,92	80,82	6,8	92,2
Ganso.	15,01	8,47	76,52	9,9	90,1
Gallina.	15,71	6,30	77,99	7,5	92,5
Pichon.	15,57	4,69	79,74	5,5	94,5
Trucha.	6,38	7,25	86,37	7,7	92,3
	4,81	6,57	88,62	6,9	93,1
Anguila.	6,00	9,40	84,60	10,0	90,0
Tortuga terrestre. .	15,06	8,06	76,88	9,6	90,4
Rana.	6,90	4,64	88,46	5,0	95,0

Dedúcese de este cuadro que, en el hombre, tiene el suero en disolucion próximamente $\frac{1}{19}$ de otras sustancias, sobre todo de albúmina, y que esta proporcion subsiste la misma hasta en los pescados, al paso que solo la cantidad relativa del coágulo (glóbulos y fibrina juntos) disminuye en la sangre de los reptiles desnudos y de los peces. En el hombre, las partes sólidas del cuajaron, son á las partes disueltas en el suero :: 12,92 : 8,69 ó mas sencillo :: 3 : 2. La sangre de los animales carnívoros forma mas cuajaron que la de los herbívoros (1). Segun Berthold (2), parece

(1) Segun Andral, la cantidad de fibrina es mas considerable en los herbívoros que en los carnívoros: lo inverso sucede con la de glóbulos, esta no disminuye cuando aumenta la fibrina y viceversa. Por fin la sangre de los carnívoros es mas pobre en agua que la de los herbívosos. (*N. del trad. franc.*)

(2) *Beitræge zur Anatomie, Zoologie und Physiologie.* Gœtinga, 1831.

que la cantidad de fibrina no es menor en los animales de sangre fria, pero sí la del cruor (1).

Lecanu estudió las diferencias de la sangre fria segun el sexo, la edad y el temperamento. Su trabajo abre una era nueva en esta parte de la química fisiológica y parece hecho con mucho cuidado, atendiendo á la comparacion de un número considerable de observaciones. Halló que la cantidad de agua en 4000 partes de sangre, varía de 778,625 á 853,125: por término medio 815,880. En la mujer es la variacion de 790,394 á 853,135; y de 778,625 á 805,263 en el hombre. Vemos pues que la sangre de la mujer contiene mas agua, lo cual tambien averiguó Denis, como consecuencia de veinticuatro observaciones en el hombre y de veintiocho en la muger. Segun él, la cantidad de agua varía de 805,00 á 732,00 en el hombre, de 848,00 á 750,00 en la mujer; lo cual da entre los dos términos medios una proporcion de 766 á 787. La cantidad del agua no es proporcional á la edad segun Lecanu, al paso que Denis ha hallado mas en los niños y en los viejos. Respecto de los temperamentos, ha observado Lecanu que la sangre de los sujetos sanguíneos contiene menos agua que la de los individuos flemáticos; la cantidad de agua varió de 790,394 á 796,175 en cuatro mujeres sanguíneas; de 790,840 á 827,130 en cinco mujeres linfáticas; lo cual da por términos medios en el primer caso 793,007, en el segundo 803,710. Observaciones análogas hechas en el hombre han dado por término medio 786,584 para los sujetos sanguíneos, y 800,566 para los de temperamento linfático.

La cantidad de albúmina varía en general de 57,890 á 78,290; sin embargo la de albúmina es casi igual en el hombre y en la mujer. Tampoco sobre esto se halla diferencia entre las edades de 20 á 60 años; ni las hay respecto del temperamento.

La cantidad del coágulo (fibrina y cruor) varía en general de 68,349 á 148,450, por término medio 108,399. Varía en los hombres de 115,850 á 148,450, y en las mujeres de 68,349 á 129,990. Así pues la sangre de los hombres contiene, segun Lecanu, unos 32,980 mas principios constituyentes del cuajaron que la de las mujeres. Pe

---

(1) H. Nasse ha dado la tabla siguiente de la composicion

ro no parece que la cantidad del coágulo aumente propor-

comparativa de la sangre de los animales domésticos. (*Erdmann's Journal*, 28, pág. 146. 1843,

	Hombre.	Perro.	Gato.	Caballo.	Buey.	Ternero.	Cabra.	Oveja.	Conejo.	Cerdo.	Ganso.	Gallina.
Agua. . .	798,402	700,50	810,02	804,75	799,590	826,44	839,44	827,765	817,30	768,945	814,884	739,42
Glóbulos. .	116,529	123,85	113,392	117,13	121,865	102,803	85,998	92,425	170,72	145,532	121,450	144,57
Albúmina.	74,194	65,19	64,46	67,58	66,901	56,414	62,705	68,769	3,80	72.875	50,976	48,52
Fibrina. .	2,233	1,93	2,418	2,41	3,620	5,757	3,920	2,970	1,90	3,950	3,360	4,67
Grasa. . .	1,970	2,25	2,7	1,31	2,045	1,615	0,91	1,161	0,637	1,950	2,560	2,63
Fosfato alcalino. .	0,823	0,730	0,607	0,844	0,468	0,957	0,402	0,395	0,202	1,362	1,135	0,945
Sulfato de sodio. . .	0,202	0,197	0,201	0,213	0,181	0,269	0,265	0,348	0.970	0,089	0,090	0,100
Carbonato alcalino.	0,956	0,789	0,919	1,104	1,071	1,263	1,202	1,498	1,092	1,198	0,824	0,350
Cloruro de sodio. . .	4,690	4,490	5,274	4,659	4.321	4,864	5,186	4,895	»	4,287	4,246	5,392
Oxido de hierro. .	0,834	0,714	0,516	0,786	0731	0,631	0,641	0,589	»	0,782	0,812	0,743
Cal. . . .	0,183	0,07	0,136	0,107	0,098	0,130	0,110	0,107	»	0,085	0,120	0,174
Acido fosfórico. . .	0,201	0,208	0,263	0,123	0,123	0,109	0,129	0,113	»	0,206	0,119	6,935
Acido sulfúrico. . .	0,052	0,013	0,022	0,018	0,026	0,018	0,023	0,044	»	0,041	0,039	0,010
Magnesia. .	0,015	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,018	»
Sílice. . . .	0,043	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,056	»

Esta tabla contiene resultados de 200 análisis, y puede servir de término de comparacion con las aserciones de otros autores.

cionalmente á la edad, á lo menos de veinte á setenta años. Es mas considerable por el contrario en los temperamentos sanguíneos que en los linfáticos, lo cual tambien habia sido comprobado por Denis. La proporcion del cuajaron en 1000 partes de sangre, varió de 121,720 á 129,563 en cuatro mujeres sanguíneas, y de 92,670 á 129,990 en cinco linfáticas, lo cual da por términos medios, en las primeras, 126,174, y en las otras, 117,300: diferencia 8,874. En los hombres, la proporcion del cuajaron de 1000 partes de sangre varió de 121,540 á 148,450 en cinco hombres sanguíneos, y de 115,850 á 117,484 en dos hombres linfáticos. Segun Lecanu, disminuye al parecer la proporcion del cuajaron durante la menstruacion.

CAPITULO II.

Del análisis químico de la sangre (1).

Las sustancias mas importantes que se hallan en la sangre son la hematina, la globulina (ambas á dos entran en la composicion de los glóbulos), la albúmina y la fibrina. Todas, escepto la hematina tienen una misma base comun, la proteina, que aparece asociada en proporciones diversas con fósforo y azufre. Este importante descubrimiento fue hecho por Mulder, quien halló tambien los mismos elementos orgánicos en la carne, la materia caseosa y la albúmina vegetal. La sustancia que se haya de examinar, puede limpiarse de toda materia estraña, segun Mulder, por medio del agua, del alcohol, del éter y del ácido clorhídrico: los primeros de estos reactivos disuelven las materias extractivas y las sales solubles en el agua y el alcohol; el alcohol y el éter eliminan la grasa; el ácido clorhídrico dilatado se apodera de las sales insolubles, principalmente del fosfato cálcico. En seguida se disuelve la sustancia en una lejía medianamente fuerte de hidrato potásico y se calienta hasta 50° C. El álcali se apodera de la porcion de azufre y de fósforo combinada con la proteina; y, añadiendo

---

(1) Berzelius, *Tratado de química*, tom. VII,—Mulder, *Boletin de ciencias físicas y nat.* Rotterdam, 1838, 1839.—Lecanu, *Estudios químicos sobre la sangre.*—Huenefeld, *Der Chemismus in der thierischen Organisation.* Leipzick; 1840.—Simon, *Handbuch der angewandten medicinischen Chemie.*

ácido acético, esta última se precipita bajo la forma de una sustancia coposa.

La *proteina* (1) es insoluble en el agua, aunque esta disuelve alguna pequeña cantidad por medio de una ebullicion muy prolongada. No es soluble en el alcohol ni en el éter. Contrae combinaciones con los ácidos y las bases. Todos los ácidos muy dilatados la disuelven y es precipitada despues por el ácido concentrado. Se compone de 55,29 partes de carbono; 7,00 de hidrógeno; 16,01 de ázoe, y 21,70 de oxígeno.

La albúmina es una combinacion de proteina con azufre, fósforo y fosfato cálcico.

La *fibrina* contiene los mismos elementos, pero la mitad menos de azufre que la albúmina. Anteriormente se ha dicho ya lo que se sabe de los núcleos de los glóbulos de la sangre. El resto de su sustancia se compone de hematina y globulina; formando la primera la parte colorante roja contenida en lo interior de las celdillas sanguíneas, al paso que parece que la globulina pertenece á la sustancia de la membrana parietal de las celdillas, suponiendo que no esté encerrada en su interior con la hematina.

Hematina.

Se presenta en dos estados, soluble é insoluble en el agua. En cuanto al estado en que se encuentra en los glóbulos de la sangre, se la puede considerar como una disolucion acuosa muy concentrada, á la cual las sales y la albúmina del suero impiden disolverse en el suero de la sangre, pero que esta estrae de las celdillas sanguíneas, luego que se añade agua. Para obtenerla en el estado soluble, pura y sin mezcla, tanto con las cubiertas incóloras de los corpúsculos de la sangre, como con sus núcleos, es menester separarla de los glóbulos de un modo tal que pueda ponerse aparte el residuo de estos últimos. Esto es lo que no se puede conseguir sino en los animales de sangre fria, por ejemplo, la rana, en quien es fácil separar los glóbulos del licor de la sangre, y, recurriendo á la filtracion, separar tam-

---

(1) H. Hoffmann, *Das protein und seine Verbindungen*, Giessen, 1842.

bien la disolucion de materia colorante de las cubiertas despojadas de esta materia.

Para lograr este objeto, se prepara, por medio del golpeo, una mezcla de glóbulos y suero de sangre de rana, se separa el cuajaron y se deja en reposo la mezcla en un vaso. Depositanse los glóbulos, y no es difícil apartar el suero que sobrenada. Si se los quiere despojar completamente de la albúmina adherida á ellos, puede añadirse agua azucarada ó salada y filtrarlo todo: no se disuelven en este líquido, y en seguida se obtiene una disolucion acuosa pura de la materia colorante, tratándolos sobre el filtro con agua destilada. Lo que corre es una disolucion pura de esta materia, sin mezcla de restos de glóbulos ó celdillas de sangre. Cuando se opera en sangre de mamífero ó humana, es menester contentarse con una separacion incompleta: se reduce á pedacitos un cuajaron encarnado, que se ha contraido ya lo posible, y que ha abandonado espontáneamente su suero; se le lava sobre el filtro con una sal neutra, para separar todo el suero que aun pueda estar adherido, lo cual sucede sin que los glóbulos se disuelvan en agua salada; se secan en lo posible estos glóbulos con papel *joseph*, y añadiendo agua se obtiene una disolucion de materia colorante, en la que nadan sin embargo algunas celdillas sanguíneas decoloradas.

Haciendo esperimentos sobre la hematina soluble, de cualquier modo que haya sido estraida, se reconoce que se coagula en las mismas circunstancias que la albúmina, esto es, por la accion del tanino, de los ácidos minerales, de las sales metálicas y de un calor de 70° C. A temperatura menos elevada conserva su solubilidad. Evaporándola á un calor de 50° C., se convierte en una masa negruzca, reducible á polvo colorado oscuro, y susceptible de disolverse de nuevo en agua. La hematina soluble se disuelve en ácido acético, como la albúmina soluble. Se coagula echando álcali en la disolucion acética y añadiendo en seguida al licor un ácido. Los precipitados producidos por los óxidos térreos y metálicos son pardos, negros ó encarnados.

El modo con que la hematina se conduce con el alcohol es particular y diferente de la albúmina; cuyo conocimiento debemos á Gmelin. Cuando se hace hervir con alcohol sangre coagulada por este reactivo, se disuelve la hematina: tambien se logra de esta manera desembarazarla de toda la

albúmina adherente. La disolucion alcohólica es de un color encarnado oscuro. Sometida á la evaporacion, deja un residuo pardo que se vuelve á disolver en el agua. Segun Huenefeld, la hematina es tambien soluble en el éter: para ello se la ha de cortar en discos delgados que se suspenden en éter puro.

La hematina de los glóbulos de la sangre tiene la propiedad, cuando se la pone en contacto con aire atmosférico ó gas oxígeno, de atraer á este último y tomar un tinte bermejo: se produce del ácido carbónico que se escapa, hecho que ha sido observado por Berthollet, por Christisson, y por mí. Un suero mezclado con glóbulos se vuelve bermejo en toda su masa cuando se le hace atravesar por una corriente de gas oxígeno, y en la superficie solamente, como la misma sangre, esponiéndole al aire. Si se prolonga la accion del gas oxígeno, se ennegrece la hematina, lo cual acaso pende de la combinacion del ácido carbónico con ella, y no se la puede restituir á su estado anterior. El ácido carbónico pone la sangre y la hematina de un color encarnado muy oscuro, que luego por el oxígeno pasa al encarnado bermejo. El gas oxídulo de ázoe es absorbido en gran cantidad por la sangre, esté ó no golpeada, que toma un matiz purpurino: una corriente de aire atmosférico que pase en seguida á través del licor, restablece su color natural. El gas hidrógeno carbonado dicen que aclara el color de la sangre negra: el mismo efecto producen muchas sales, como el cloruro sódico, el azoato potásico, y el sulfato sódico: tambien el azúcar obra de la misma manera.

La disolucion acuosa de hematina se enrojece menos al aire que la misma sangre

La hematina coagulada, ó insoluble en el agua, ha sido examinada por Lecanu, Sanson, Berzelius y Simon. Se disuelve en los álcalis y contrae con los ácidos minerales combinaciones insolubles en el agua, solubles en el alcohol, que el agua precipita de su disolucion alcohólica.

Segun Lecanu, para obtener la hematina en este estado en que ha sufrido un cambio esencial, es necesario cortar el coágulo rojo de la sangre en rajas delgadas, suspenderlas en agua, precipitar el licor rojo con ácido sulfúrico, tratar el precipitado primero con agua, y despues con alcohol, á fin de eliminar todo el ácido libre, esprimirle y hacerle hervir con alcohol. La decoccion, que es parda, deja precipitar des-

pues de enfriada un poco de sulfato de albúmina y de globulina. El líquido restante contiene el sulfato de hematina disuelto en alcohol: se separa la hematina saturando el ácido sulfúrico con el amoníaco.

Este modo de proporcionarse hematina, verdad es que cambia su estado, pero tiene la ventaja de ofrecerla pura para los análisis elementales. Segun Lecanu y Mulder, no contiene la hematina pura ni azufre, ni fósforo, ni cal, y el hierro es la única sustancia mineral que en ella se encuentra: la de sangre humana quemada dejó en los esperimentos de Lecanu 10 por 100 de óxido de hierro, lo que hace 6,9 de hierro. Segun los análisis de Mulder, su composicion elemental es: carbono, 65,84; hidrógeno, 5,37; ázoe, 10,40; oxígeno, 11,65; hierro, 6,64. Wurzer (1) halló tambien señales de óxido de manganeso en las cenizas de esta sustancia.

Menghini pretende que la sangre desecada y pulverizada obra sobre la aguja imantada en razon del hierro que contiene; pero ninguno de los reactivos ordinarios, ni los mas sensibles, como el cianuro de potasa, el tanino, el ácido gálico y los ácidos minerales mas fuertes, indican la presencia del metal en la hematina no quemada, de donde se deduce al parecer que no existe el hierro en la sangre en el estado de sal. Los esperimentos de Berzelius refutan lo que habia dicho Fourcroy de que la hematina es una disolucion de subfosfato de hierro en la albúmina, y que en el quilo, que tambien contiene hierro, pero que es de color blanco, se halla el metal en el estado de fosfato férrico neutro. En efecto, el subfosfato férrico es insoluble en el suero y en la albúmina, añádase ó no álcali. No parece mas exacto el aserto de Prevost y Dumas de que la hematina es albúmina con óxido férrico en disolucion, porque entonces los ácidos minerales y el agua regia deberian estraer el metal de esta sustancia no quemada.

Engelhart (2) ha hecho bellos descubrimientos sobre el papel que representa el hierro en la hematina. Demostró en primer lugar que una disolucion acuosa de hemati-

---

(1) SCHWEIGGERS's *Journal*, tom. LVIII, pág. 481.

(2) *De vera materiæ sanguini purpureum colorem impertientis natura*, Gotinga, 125.

na que se impregne en sulfidhídrico, pierde su color al cabo de algun tiempo y se vuelve primero violeta y despues verde. Esta reaccion parece probar que el hierro contribuye al color de esta materia. Descubrió en seguida que se puede robar todo el hierro á la disolucion acuosa de esta sustancia, ó á la hematina coagulada y desleida en agua, haciendo pasar al licor cloro gaseoso ó echando en él agua de cloro. Mulder hizo este esperimento en hematina pura. La materia animal se precipita en copos blancos, combinada con ácido cloroso, mientras el hierro permanece disuelto, en el estado de cloruro férrico, que se puede separar por la filtracion, y la materia animal no da ya mas ceniza cuando se la quema. Por tanto, el cloro no tiene afinidad con los óxidos, al paso que la tiene muy grande con los metales; por otra parte, el hierro no puede ser estraido de la sangre por el ácido clorhídrico y otros ácidos minerales que tienen mucha afinidad con los óxidos metálicos, pero ninguna con los metales. Conforme á estas consideraciones, le parece verosímil á Berzelius que en la hematina se encuentra el hierro en estado metálico y no en el de óxido.

H. Rose (1) proporcionó nuevos argumentos á la hipótesis de estar el hierro en el estado de óxido en la sangre. Cuando filtraba el licor, despues de la reaccion del cloro y la precipitacion de la materia animal, se podia separar el hierro; pero cuando en vez de filtrar añadia amoníaco en esceso, todo se volvia á disolver en un líquido encarnado oscuro y no se separaba ya del hierro. Rose mezcló en seguida una disolucion de hematina con cierta cantidad de disolucion de una sal férrica y añadió un esceso de amoníaco: el óxido férrico permaneció en el licor y no pudo ser precipitado ni por sulfido hídrico ni por la tintura de nuez de agalla. En fin advierte Rose que, cuando se mezcla una disolucion acuosa de un gran número de sustancias órgánicas no volátiles, como azúcar, almidon, goma, azúcar de leche &c. con una pequeña cantidad de sal férrica y se añade en seguida un álcali, no es precipitado el óxido férrico ó lo es únicamente en parte.

Sin embargo cree Berzelius que la combinacion que, en

---

(1) Poggendorff's *Annalem*, t. VII, pág. 81.

los esperimentos de Rose, tiene el óxido férrico disuelto en la hematina ó la albúmina, no es la misma que la que hace ferrífera á la hematina, porque de otro modo deberia perder su hierro por la accion de los ácidos, y porque una combinacion de hematina ó de suero con óxido férrico se descompondria por la adicion de un ácido mineral, estando precipitada la hematina ó la albúmina y quedando disuelto el óxido en el ácido.

En consecuencia piensa Berzelius que se halla el hierro en el estado metálico en la hematina, que está combinado orgánicamente con el ázoe, carbono, hidrógeno y oxígeno y se oxida durante la incineracion de esta materia. Esta es tambien la opinion de Mulder. El quilo por el contrario debe contener hierro en otro estado, el de óxido, pues, segun Emmert (1), es estraido por el ácido azoótico y da en seguida un precipitado negro por la tintura de nuez de agalla, un precipitado azul con el cianuro de potasa.

Se ha investigado además si por su combinacion con la materia animal, toma el hierro parte esencial en el color de la sangre. Gmelin no piensa que esto se pueda admitir, aun suponiendo que esté combinado el hierro en el estado metálico con el ázoe, el carbono, el oxígeno y el hidrógeno, en la hematina. Dice que la decolaracion de esta última sustancia por medio del cloro con sustraccion de hierro no prueba nada, en atencion á que se podria hacer que el cloro decolorase la hematina, únicamente quitándola hidrógeno, ó trasportando el oxígeno á los otros elementos, y que el ácido clorhídrico producido así podria apoderarse del óxido férrico del licor alcalino. Gmelin refiere con este motivo que cuando en vez de cloro, es un esceso de ácido clorhídrico ó de ácido sulfúrico frio lo que se añade al suero mezclado con hematina, y se separa por medio de la filtracion esta, que toma un color mas oscuro pero sin descolorarse, se puede descubrir igualmente el óxido férrico en el licor por medio del sulfocianuro potásico, y por consecuencia puede robarse el óxido de hierro sin destruccion del color. Añade (2) que el residuo de la sangre golpeada, á quien se ha privado del color hirviéndola muchas veces con alcohol, da aun una

(1) Reil's, *Archiv.*, tom. VIII.
(2) Gmelin, *Química*, t. IV, pág. 1169.

cantidad notable de óxido férrico por la incineracion.

Globulina.

La sangre contiene tambien una materia análoga á la caseina. Esta sustancia ha sido descubierta por Gmelin, que la tomó por materia caseosa. Cuando se hace hervir sangre golpeada con alcohol, que disuelve la hematina, y se filtra el licor hirviendo, el líquido rojo que pasa deposita despues de enfriado copos abundantes de caseina colorados por la hematina que se adhiere (1). Lecanu estrajo esta sustancia de los glóbulos de la sangre, con la hematina, por medio del ácido sulfúrico. La considera como albúmina y supone los glóbulos compuestos de hematina y albúmina. Segun su método, se to man rajas delgadas del coágulo rojo, se las despoja del suero por medio del papel *joseph*, se las limpia con agua, se precipita la disolucion roja con ácido sulfúrico y se lava el precipitado con alcohol frio, para eliminar el ácido libre que se pudiera adherir. Este precipitado es un compuesto de sulfato de globulina y bisulfato de hematina. O bien se toma sangre golpeada y limpia de su fibrina, se echa ácido sulfúrico dilatado y se lava el coágulo con alcohol frio. Si se mezcla sangre golpeada con cuatro partes de una disolucion salina, v. g. de sulfato sódico, puede ser separado el suero de los glóbulos: á lo menos queda una gran parte de estos en el filtro y se los puede tratar en seguida por el ácido sulfúrico.

Para separar uno de otro los sulfatos de hematina y globulina, se hace hervir la masa con alcohol: el menstruo caliente los disuelve á ambos, pero deja precipitar el sulfato de globulina enfriándose. Berzelius dió el nombre de globulina á la base de esta última sal. Simon la considera como caseina, con la que tiene en efecto grandes relaciones, sin que haya no obstante identidad entre ellas.

La globulina pura es soluble en el agua. La disolucion se coagula en granulaciones al calor de la ebullicion. Este carácter distingue seguramente á la globulina de la caseina; pero como esta es insoluble en el alcohol frio, y soluble en el caliente, segun Simon, es precipitada, no solo por el

(1) Gmelin, *Química*, t. IV, pág. 1073.

ácido sulfúrico, sino tambien por el acético, y un esceso de ácido la vuelve á disolver. Igualmente la precipitan las sales metálicas y el alumbre. La caseina difiere de todas las sustancias por la propiedad que tiene de ser precipitada por el cuajo. Simon asegura que este no coagula la globulina, á no que se haya añadido antes azúcar de leche á esta última, en cuyo caso forma ácido láctico.

Los esperimentos hechos hasta hora sobre la sangre, con relacion á la globulina, no facilitan respuesta alguna á la cuestion de saber bajo qué forma contienen esta sustancia los glóbulos de la sangre; si constituye, de concierto con la hematina, el contenido de las celdillas sanguíneas, ó si es la sustancia de sus paredes. Verdad es que la pared de las celdillas no es disuelta por el agua pura, pero podria suceder que la accion del ácido ó del alcohol la hubiera hecho pasar á un estado en que fuera insoluble en el agua. El problema solo podria ser resuelto tomando sangre golpeada de rana, reuniendo los glóbulos en un filtro, despojándolos del suero con agua salada y despues de la hematina con agua pura, y examinando en seguida si el residuo, que se compondria de celdillas sanguíneas descoloridas, contiene ó no globulina.

Una materia análoga á la globulina existe en el cristalino, segun dicen Berzelius y Simon. Segun Mulder la globulina debe clasificarse entre las combinaciones de proteina.

Fibrina.

Hasta el presente no se ha estudiado la fibrina mas que en el estado de coagalucion; pero, siguiendo el método que he indicado, se la puede examinar en la sangre de la rana en estado de disolucion, antes de que se coagule. Si se recibe el líquido que atraviesa el filtro en un cristal de reloj lleno de ácido acético, no se coagula la fibrina. Cuando el cristal de reloj contiene agua salada tampoco se coagula la fibrina, ó si acaso en cantidad muy corta; sabido es que añadiendo agua salada á la sangre de rana se retarda mucho su coagulacion, fenómeno conocido respecto de la sangre humana en la cual produce el mismo efecto la adicion de cierta cantidad de sulfato sódico, de azoato potásico y algunas otras sales. Por esto se puede formar idea del modo como obran sobre la sangre las sales llamadas refrige-

rantes, en el método antiflogístico: metamorfosean la fibrina, que en la inflamacion tiene tanta tendencia á acumularse y coagularse, así en los vasos de los órganos inflamados como en la superficie de las membranas, despues que ha sido exudada.

Una disolucion acuosa de potasa ó de sosa cáustica se opone tambien á que la sangre sacada de la vena de un hombre se recoja en una masa coherente. Segun Prevost y Dumas, la sangre de los animales superiores no se coagula añadiendo una milésima parte de sosa cáustica. Si filtrando sangre de rana, se recibe lo que atraviesa el papel en un cristal de reloj que contenga una disolucion de potasa cáustica, no se reduce la fibrina á un solo coágulo sino que se forman poco á poco copos muy pequeños, lo mismo que cuando se deja caer el licor gota á gota en un cristal de reloj lleno de éter sulfúrico. La fibrina disuelta de la sangre de rana no deposita glóbulos ni copos con la adicion de amoníaco líquido.

Se obtiene fibrina coagulada, para los esperimentos químicos, batiendo sangre ó eliminando el coágulo rojo: en el primer caso, queda adherida á las varillas y no hay sino lavarla bien. Obtenido así, tiene un peso específico superior al del agua, al del suero, y al del suero mezclado con glóbulos que se obtiene batiendo la sangre; así es que se va al fondo de todos estos líquidos, á no ser que se cargue de burbujas de aire. Es blanca, inodora, insípida é insoluble en agua fria, lo mismo que en agua caliente; pero hirviéndola mucho tiempo en agua, sufre segun Berzelius un cambio en su composicion, se endurece, hace quebradiza y el líquido tiene en disolucion una sustancia nueva producida á espensas de la fibrina. Este licor no tiene semejanza alguna con una disolucion de cola. Por lo demás, la hematina, la globulina, la fibrina, la albúmina coagulada y la caseina tienen de comun entre sí el que con la ebullicion no puede estraer cola de ellas el agua. La fibrina participa tambien con otras sustancias (no con la albúmina) de la propiedad de descomponer el agua oxígenada por simple contacto, dando lugar á un desprendimiento de oxígeno, acompañado de formacion de agua, sin que ella sufra cambio alguno. De tal modo se aviene con los ácidos y los álcalis que puede representar el papel ya de base ya de un ácido. En los ácidos concentrados se dilata y torna en un cuerpo dotado de pro-

piedades ácidas, y en los ácidos dilatados, se encoje sobre sí mismay produce una combinacion neutra. La combinacion ácida con los ácidos minerales es insoluble en el agua, la neutra es soluble; pero la combinacion ácida y la combinacion neutra con el ácido acético son solubles las dos en el agua. El cianuro ferroso-potásico determina un precipitado en la disolucion acética de fibrina; pero la hematina, la caseina y la albúmina ofrecen tambien esta reaccion: la cola no da lugar á ella. Segun Caventou (1) y Bourdois, la fibrina, la albúmina, la caseina y el moco se disuelven en el ácido clorhídrico concentrado en frio, y cuando se deja el licor espuesto veinticuatro horas á una temperatura de 18 á 20º toma un hermoso color azul, lo que no sucede con la cola. Mulder dice que la fibrina se compone de proteina, de azufre y fósforo, además de cierta cantidad de fosfato cálcico. Su composicion elemental es: carbono, 54,90; hidrógeno, 6,05; ázoe, 15,89; oxígeno, 21,55; fosforo, 0,35; azufre, 0,36; tambien se halla disuelta en el quilo y en la linfa y en estado sólido en los músculos y en el tejido de la matriz.

Albúmina.

Calentando el suero de la sangre hasta 75º y mas, se convierte en una masa sólida, compuesta de albúmina en gran parte. Esta masa deja rezumar algunas gotas de un líquido pardo, que segun Gmelin se turba por los ácidos, toma el aspecto de una gelatina con el enfriamiento y contiene, además de la albúmina que se mantiene disuelta por el álcali, caseina, ptialina, osmazomo y sales de potasa y sosa.

Cuando se coagula enteramente el suero por el calor, se trata la masa seca con agua hirviendo y se recoge muchas veces seguidas el residuo con el alcohol, este roba el cloruro sódico, el cloruro potásico, el lactato sódico, el osmazomo, y lo que no ha sido disuelto por él ni por el agua hirviendo es albúmina pura. La sustancia que ha disuelto el agua hirviendo y que no ataca el alcohol es la ptialina.

La *ptialina* está muy repartida en la economía y se halla en otros líquidos escretorios además de la saliva, de la

(1) *Boletin de la Academia real de Medicina*, Paris, 1843, t. VIII, pág. 779.

cual tomó su nombre. Se ha comprobado su presencia en la serosidad de muchas hidropesías y en la que atraen los vejigatorios. Soluble en el agua, no lo es en el alcohol: las sales metálicas no la precipitan, ni tampoco los ácidos; no enturbiándose ó enturbiándose muy poco por la infusion de nuez de agalla.

El *osmazomo* ó *estracto de carne* de Thouvenel, es soluble en el agua caliente y fria, delicuescente al aire húmedo, fusible al calor, y precipitable de sus disoluciones por la infusion de nuez de agalla. Hállase en gran cantidad en la carne muscular, y en menor proporcion en las mas de las partes orgánicas: segun Gmelin, existe tambien en la saliva y en el jugo pancreático. Berzelius la considera, no como una sustancia particular sino como una combinacion de una materia animal y de lactatos: se le puede separar de estos últimos por medio del tanino, que le precipita.

La *albúmina* queda despues de estraidas las otras sustancias del coágulo desecado del suero. Tambien se la encuentra en la linfa, en el quilo, en la clara y en la yema de huevo, donde está mezclada con aceite, en las secreciones de las membranas serosas, en los líquidos del tejido celular, en el humor acuoso y el vítreo, en el cerebro y en los nervios, donde la acompaña una grasa fosforada, en el contenido de las vesículas de Graf de los mamíferos y de la mujer. Aquí no hablaremos mas que de la del suero de la sangre. Conócesela en dos estados:

1.º *En el estado de disolucion.* Parece combinada la albúmina con sosa en el suero de la sangre, formando lo que se llama un albuminato sódico. Berzelius no cree que sea la sosa quien la mantiene líquida en el suero, porque se puede saturar el álcali por medio del ácido acético sin que forme precipitado. Segun Stromeyer, se necesitan diez gotas de vinagre destilado para efectuar esta neutralizacion en media onza de sangre. Evaporando suero ó una disolucion de albúmina á una temperatura que no pase de 60º C., se seca la albúmina, se hace trasparente y puede volverse á disolver en seguida en agua: á temperatura de 70 á 75º C., se coagula pero perdiendo su solubilidad en agua. Mezclándola con mucha agua, el calor deja de solidificarla; convirtiéndola en granulaciones y en un líquido lactescente, que si se evapora sin embargo, da albúmina perfectamente coagulada. Se coagula por el alcohol, por los ácidos minerales, y

ciertas sales metálicas (por ejemplo, el estaño, el plomo, el bismuto, la plata, el mercurio); por el cloro, la infusion de nueces de agalla, una disolucion muy concentrada de álcali fijo, como cuando se echa mucha disolucion de potasa cáustica en una pequeña cantidad de suero. Esponiéndola á la accion de una pila galvánica, se coagula en el polo positivo, no porque sea un cuerpo electro-negativo, sino porque allí se desprende el ácido de la sal marina que contiene. Si la pila es fuerte, se coagula tambien en el polo negativo. Este fenómeno se esplica por sus relaciones con los álcalis.

Los precipitados de albúmina producidos por los ácidos minerales, el alcohol, las sales metálicas, las sales térreas y el tanino son insolubles en el agua. El ácido acético no precipita la albúmina, al paso que produce este efecto en la caseina y la condrina. La disolucion acética de albúmina es precipitada, como las de fibrina y caseina, por el cianuro ferroso-potásico. Gmelin ha observado que la albúmina de los huevos se coagulaba por el éter esento de alcohol, sin producir precipitado en el suero de la sangre.

Si se mezcla albúmina disuelta con ácidos ó álcalis, la porcion que se combina con el reactivo pasa al mismo estado que la albúmina coagulada, aun cuando este reactivo no origine precipitado, como el ácido acético, el amoníaco y una disolucion dilatada de potosa: la disolucion acética es precipitada por la potasa, y la disolucion alcalina por los ácidos, absolutamente como sucede á la hematina.

Cuando se echa en el suero una pequeña cantidad de sales metálicas, y se añade del álcali cáustico algo mas del necesario para descomponer la sal, no es precipitado el óxido, pero queda en el estado de combinacion soluble con la albúmina. Berzelius, que cita esta particularidad, hace notar que tal es el modo con que diversas sales ú óxidos metálicos, absorbidos por la piel ó el conducto intestinal, son arrastrados, disueltos por el suero de la sangre y eliminados por las secreciones: así, por ejemplo, se ha hallado óxido mercurioso disuelto en los líquidos del cuerpo, en las personas que han hecho uso del mercurio (1). El cloruro

(1) Autenrieth y Zeller en Reil's *Archiv.*, tom. VIII,—Schubarth en *Horn's Archiv.*, pág. 417.—*Buchner's Toxicologie*, pág. 538.

mercúrico es uno de los mejores reactivos para la albúmina: enturbia un líquido que no contenga mas que un $\frac{2}{1000}$. Su gran propension á combinarse con esta sal hace que la albúmina sea su contraveneno.

2.º *En el estado de coagulacion.* Bajo esta forma, la albúmina se conduce químicamente como la fibrina, con sola la diferencia de que no descompone el agua oxigenada.

La albúmina no se diferencia de la fibrina, bajo el punto de vista de la composicion elemental, sino porque, en partes iguales de la proteina, contiene el mismo fósforo que ella, pero doble azufre, como resulta del análisis de Mulder: carbono, 54,70; hidrógeno, 6,92; ázoe, 15,84; oxígeno, 15,84; fósforo, 0,35; azufre, 0,72. El análisis de Berzelius nos indica la proporcion de la albúmina con las otras partes constituyentes del suero, 100 partes de suero de sangre humana contienen 90,59 de agua, 8,00 de albúmina, 0,4 de osmazomo y de lactato sódico, y 0,6 de cloruro sódico: en la albúmina coagulada hay 0,41 de carbonato y fosfato alcalinos solubles en el agua. Lecanu halló tambien en el suero sulfato alcalino, carbonato y fosfato de cal.

Materia crasa de la sangre.

Rara vez contiene la sangre un poco de grasa libre, que en tal caso se ve brillar en su superficie: la mayor parte de la materia crasa que encierra está combinada con la fibrina, con la hematina y la albúmina. Tomando sangre batida de buey é hirviéndola con alcohol, los primeros productos de la filtracion contienen, segun Gmelin (1), colesterina, estearina, oleina y ácido esteárico. Segun Chevreul, la grasa fosforada asciende á 4 ó 4½ por ciento en la fibrina. Lecanu halló en la sangre una materia crasa cristalizable y otra oleosa: la primera se elevaba á 1,20—2,10, y la segunda á 1,00—1,30 en 1000 partes de suero.

Cuando la sangre contiene mas grasa no combinada, los glóbulos de esta sustancia hacen lactescente el suero, co-

(1) *Chemie*, t. IV, pág. 1163.

mo sucede á menudo en los animales jóvenes, y mas rara vez en el hombre adulto.

Son notables todas las grasas por el poco oxígeno que entra en su composicion y por el predominio del carbono. Las que se hallan libres en el cuerpo, la estearina y la elaina, que estan siempre juntas, no contienen ázoe.

	Estearina.	Elaina.
Oxígeno	9,455	9,548
Hidrógeno	11,770	11,422
Carbono	78,776	79,003

Ciertas grasas estan, como las de la sangre, unidas á otras materias animales; cristalizan en parte con el enfriamiento, contienen ázoe (y además fósforo en la sangre y el cerebro), y no son saponificables. Estas especies de grasas se hallan no solo en la sangre, sino tambien en el cerebro y los nervios, en el hígado y acaso tambien en otras partes.

Los materiales inmediatos de la mayor parte de los sólidos del cuepo existen ya en la sangre, como la fibrina, la albúmina, el osmazomo, el ácido láctico y la materia crasa. No hay escepcion sino para la cola ó gelatina que se halla en los tendones, en los cartílagos, los huesos, las membranas serosas, la piel y el tejido celular, sobre todo el de los músculos. A la verdad, Parmentier, Deyeux y Saissy habian creido percibir tambien gelatina en la sangre, pero esto era error evidente. La cola se produce tratando con agua hirviendo las partes orgánicas que se acaban de enumerar: es insoluble en alcohol frio y en agua fria, lo cual la distingue del osmazomo: se disuelve en agua hirviendo, se pone gelatinosa al enfriarse, aun cuando contenga todavía 150 partes de agua; volviéndose á disolver en agua hirviendo, lo cual la distingue de la fibrina y de la albúmina. Se disuelve poco á poco en los ácidos y los álcalis. El tanino, el alcohol, el cloruro mercúrico, el sulfato platínico, el cloruro platínico y el cloro la precipitan. No es precipitada por el ácido clorhídrico, el ácido acético, el acetato plúmbico, el alumbre, el sulfato alumínico, ni el sulfato de hierro. El cianuro ferroso potásico no engendra tampoco precipitado en su disolucion. Algunas personas la consideran como producto de la descomposicion de

las materias animales por la coccion. Alégase que, segun Berthollet, carne que no daba ya gelatina en el agua hirviendo, tenia la propiedad de proporcionarla todavía despues de descompuesta en vasos tapados, con desprendimiento de gas ácido carbónico (1). Sin embargo, esta opinion no me parece fundada, porque los tejidos arriba designados son los únicos que dan cola: deben pues contener ya una sustancia particular. Nuevas investigaciones hechas por mí han demostrado que esta sustancia presenta diferencias especiales segun las partes de donde se obtiene. Los cartílagos y la córnea dan por la coccion condrina, que se parece muchísimo á la cola ordinaria, pero que se diferencia esencialmente por los precipitados que determinan el alumbre, el sulfato alumínico, el ácido acético, el acetato plúmbico y el sulfato férrico, que no precipitan la cola. Esta materia se diferencia de la caseina en que un esceso de alumbre vuelve á disolver el precipitado producido por la sal, y el ácido acético en esceso no vuelve á disolver el que habia producido, que es lo contrario de lo que hace la caseina: además, toma la forma de gelatina por el enfriamiento, y su disolucion ácida no es precipitada por el cianuro férrico-potásico y el cuajo no la coagula.

CAPITULO II.

DE LAS PROPIEDADES ORGANICAS DE LA SANGRE.

La sangre arterial que debe su color bermejo al oxígeno adquirido en los pulmones y que arrastra consigo en disolucion, se vuelve de un color rojizo oscuro ó negro atravesando los vasos capilares del cuerpo, de resultas del conflicto que se establece entre ella y la materia organizada, contacto que da aptitud para vivir á los órganos, pero que deja á la sangre incapaz de continuar ejerciendo esta influencia necesaria para el mantenimiento de la vida. Vuelve de los órganos mas rica en ácido carbónico, y no recobra sus cualidades vivificadoras sino volviendo al estado bermejo en los pulmones, donde se apodera de nueva

(1) DIEFFENBACH, *Die Transfusion des Blutes*, Berlin, 1828.

cantidad de oxígeno y abandona el ácido carbónico. Como recorre todo el cuerpo en pocos minutos, segun se verá mas adelante, este espacio de tiempo basta para que cada una de sus porciones pierda y recobre la facultad vivificadora.

Solo en el estado arterial y bermejo puede la sangre mantener la vida. Toda causa que la impide arterializarse en los pulmones acarrea la asfixia y la muerte, sobre todo, como lo ha demostrado Bichat, por parálisis de las funciones del cerebro y del sistema nervioso. Sin embargo, la necesidad de la arterializacion de la sangre es menor en el recien nacido, menos aun en el sueño de invierno y en la asfixia, así como en los animales inferiores: ni aun parece existir en el feto de los mamíferos. La energía del sistema nervioso y de la vida animal es la que depende mas de la sangre arterial: la prueba existe en los fenómenos de la cianosis, en que, por efecto de un vicio de organizacion de los órganos circulatorios (persistencia del conducto arterioso entre la arteria pulmonal y la aorta ó del agujero de Botal en la pared de los ventrículos) las dos sangres estan siempre mezcladas en parte una con otra. La nutricion y la secrecion sufren poco ó nada entonces, aunque la piel tiene un color mas subido y azulado; pero falta la fuerza muscular, los menores esfuerzos causan accesos de sofocacion, desfallecimientos y hasta la asfixia, no se desenvuelve el apetito sexual, el calor es menor, hay disposicion para las hemorragias y hasta flujos de sangre mortales. Lo que demuestra que las funciones orgánicas y nutritivas dependen menos de la sangre arterial, esto es que las secreciones se efectuan á veces por óganos que arrojan no solo sangre arterial, sino tambien y en mayor cantidad sangre venosa. Así la secrecion de la bilis se hace en parte á espensas de la sangre venosa de la vena porta, y la de la orina en los reptiles y peces casi enteramente á costa de la sangre de las venas renales aferentes, que en estas dos clases existen con independencia de las venas renales eferentes y de las arterias renales.

La ligadura de todos los troncos arteriales de un miembro suprime la facultad motriz y acaba por producir una muerte local. Las pérdidas abundantes de sangre sumergen desde luego en la asfixia á los animales superiores; pero los animales de sangre fria soportan largo tiempo la pérdida de la mayor parte de su sangre: hasta las ranas viven

muchas horas despues de quitarlas el corazon, sin dejar de hallarse aptas para todos los movimientos. Partes separadas del cuerpo y que parecen flácidas, como el corazon inmóvil ya de las ranas, se reaniman en la apariencia con la sumersion en sangre, y la sangre mantiene largo tiempo el movimiento vibrátil de los pelos microscópicos de ciertas membranas mucosas desprendidas del cuerpo, como resulta de las observaciones de Purkinge y de Valentin.

Prevost y Dumas han demostrado que la sangre no manifiesta tanto su influencia vivificadora por el suero como por los corpúsculos rojos que nadan en él. Si, despues de desocupados los vasos de un animal hasta que caiga en síncope, se introduce en ellos agua ó suero á 30°, no se restituye la vida, pero si se toma sangre de la misma especie, se le ve al animal reanimarse insensiblemente á cada oleada y concluye por restablecerse. Estos esperimentos han sido confirmados por Dieffenbach y Bischoff.

La revivificacion se se efectua, segun Prevost y Dumas, Dieffenbach y Bischoff, aun cuando esté despojada la sangre de su fibrina y se inyecte solamente una mezcla no coagulable de glóbulos y suero. Como los glóbulos no han sufrido cambio alguno en la sangre batida, en los casos poco comues en que estuviera justificada una infusion de sangre en las arterias de un ser vivo, ó se creyera necesaria por causa de anemia, se deberia preferir sangre batida, despojada de su fibrina y elevada á temperatura conveniente. Esta sangre es y subsiste completamente líquida. Así se evitaria la dificultad principal de la transfusion, la facilidad con que se coagula la sangre al pasar de un sugeto á otro.

La sangre de otra especie, cuyos glóbulos tienen la misma forma, pero diferente volúmen, produce un restablecimiento incompleto y generalmente muere el animal en seis dias. Se acelera el pulso, la respiracion permanece normal, el calor baja con mucha rapidez, las escreciones son mucosas y sanguinolentas, las funciones intelectuales no aparecen alteradas. En las ranas, la transfusion de sangre batida de las tres clases superiores ha sido seguida regularmente de la muerte al cabo de algunas horas, y la circulacion se debilitaba en breve. Las resultas ordinarias de la operacion eran exudaciones de suero y aun de glóbulos, tanto de la sangre inyectada como de la del mismo animal. Por lo demás, el carácter arterial ó venoso de la sangre

debe tenerse en cuenta en la transfusion. La sangre venosa de un mamífero, inyectada por Bischoff en la vena de un pájaro, determinó accidentes graves parecidos á los del mas agudo envenenamiento, al paso que fue soportada la sangre arterial del mismo (1).

Manifestaciones de actividad de la misma sangre.

Indudablemente se debe considerar á la sangre como que goza de una vida intrínseca: pero hasta ahora no se ha logrado marcar un solo fenómeno visible, por el cual se manifestase esta vida. Observando á la luz difusa partes trasparentes recorridas por sangre, á fin de evitar las ilusiones causadas por la refraccion que esperimentan los rayos solares atravesando una parte animal trasparente, jamás se observa en los pequeños vasos la menor señal de un movimiento espontáneo de las moléculas de la sangre, ninguna atraccion ó repulsion, ya sea de los glóbulos, ya del líquido. Si por el contrario se emplea la luz directa del sol, la imágen cesa de ser clara, á causa de las desigualdades de la sustancia y de la multitud de corpúsculos sanguíneos que obran como otras tantas lentes. No se ve ya correr gránulos, sino una especie de relumbre general que á veces no permite distinguir la direccion de las corrientes. La misma ilusion existe cuando á la luz solar se hace correr un líquido que tenga glóbulos, leche por ejemplo, por el porta-objeto del microscopio ó tambien agua clara sobre un objetivo de un vidrio raspado. La sustancia granujienta de las partes animales hace el efecto del cristal raspado. Tratando de los vasos capilares hablaremos de una fuerza propulsiva atribuida falsamente á la sangre, fuerza en vir-

---

(1) MULLER'S *Archiv.*, 1835, pág. 247. Una inyeccion de aire en las venas de un animal vivo, causa casi siempre la muerte instantánea, dificultando la circulacion en los pequeños vasos y en el corazon. Sin embargo, Nysten inyectó pequeñísimas cantidades, no sólo de aire atmosférico y de gas oxígeno, sino tambien de gases irrespirables, como ázoe, óxido de ázoe, hidrógeno, hidrógeno carbonado, ácido carbónico y óxido carbónico, sin que se siguiera la muerte. El gas nitroso, el hidrógeno sulfurado, el amoníaco y el cloro, son los únicos mortales de un modo absoluto.

tud de la cual se suponia su movimiento durante la circulacion continuando su trabajo aun despues de estar estinguida la potencia del corazon.

La lijera dislocacion que sufren los glóbulos, por espacio de algunos segundos, en una gota de sangre colocada bajo el microscopio, ha sido considerada por algunas personas como un movimiento automático. Sin embargo se puede observar este fenómeno aun en las gotas de una sangre que esté fuera del cuerpo con mucha anticipacion. Si se prepara v. g. con sangre de rana una mezcla de glóbulos y de suero, cuya fibrina haya sido eliminada por agitacion, y al cabo de doce á veinticuatro horas se somete una gota bajo el microscopio, se ven mover los glóbulos absolutamente lo mismo que en sangre fresca. Este movimiento no puede pues ser de vida. Por otra parte, observaciones de este género hechas en animales de sangre caliente no prueban nada á causa del movimiento que puede provenir de la evaporacion. Además, el corto cambio de forma que esperimenta en los bordes una gota de cualquier líquido estendida sobre un cristal y acaso tambien la caida de los glóbulos de la sangre, representan gran papel en la produccion del fenómeno. En fin, no es de estrañar que á semejanza de todos los corpúsculos, entren en movimiento los glóbulos de la sangre en la inmediacion de las membranas vibrátiles, como las de los órganos genitales, de los órganos respiratorios &c.

Si la actividad vital en la sangre no es accesible á nuestros sentidos por ningun fenómono dimanado de las partes conctituyentes de este líquido, no por eso está menos demostrada con hechos generales incontestables. La sangre manifiesta propiedades orgánicas, y entre ella y las partes organizadas hay un conflicto vivo en el que toma tanta parte como los órganos. Frótese la piel ó escítesela de un modo cualquiera y se la pone en un estado tal que afluye la sangre en mucha mayor cantidad á sus pequeños vasos, produciendo los fenómenos de la turgescencia vital. La fibrina de la sangre que exuda durante la inflamacion es primeramente líquida, y produce membranas falsas solidificándose; pero se organiza en virtud de un conflicto entre ella y el órgano que la deja escapar, adquiriendo así sangre y vasos. La sangre tiene ya por tanto propiedades vitales suyas peculiares.

Una circunstancia que merece especialmente ser toma-

da en consideracion cuando se quiere formar una idea exacta de las relaciones vitales de la sangre, es la armonía que reina entre los glóbulos de este líquido y los elementos primitivos de todos los tejidos. Unos y otros son celdillas provistas de un núcleo: solo se diferencian porque en la sangre los elementos orgánicos nadan en medio de un líquido, al paso que en los sólidos vivos penden mas ó menos íntimamente unos de otros. Pero, aun bajo este punto de vista, no hay línea de demarcacion bien trazada; porque las partículas animadas y activas del huevo de los animales son tambien celdillas, no unidas por ningun lazo estrecho en la yema, donde nadan igualmente dentro de un líquido. Así pues, se reconoce que las celdillas estan dotadas de vida, en primer lugar por la independencia de su crecimiento, pues de ellas nacen otros tejidos por vegetacion; y en segundo porque procrean sus semejantes fuera de sí ó en su interior. Ciertas celdillas, como las del cartílago, producen en su interior otras nuevas, procedentes de núcleos nuevos que se forman; otras, como las de la córnea, no nacen sino al lado unas de otras, á espensas de una materia apta para germinar, de un citoblastemo, en el cual se forman primeramente núcleos que luego se hacen celdillas, de suerte que siempre un núcleo es generador de celdilla ó citoblasto. Pero la base de toda formacion nueva es la materia plástica líquida, el citoblastemo, ya se halle este contenido dentro de las celdillas ó situado fuera.

Esta ley de formacion, que descubrió Schleiden para los vegetales y Schwann para los animales, asigna á los glóbulos de la sangre un puesto determiado en el conjunto de la vida orgánica. Por ella sabemos que debemos atribuirles las mismas propiedades vitales generales que á todas las otras celdillas. Y estas propiedades vitales generales son un conflicto vivo de las celdillas, tanto entre sí como con celdillas de otra especie, con partículas de tejidos orgánicos, la facultad de metamorfosear el líquido ambiente (accion metabólica) y de desplegar acciones vitales particulares, ligadas á su estructura y á su composicion química. Conforme á esto, el licor de la sangre es el citoblastemo propio de la sangre, pero hace tambien el papel de citoblastemo respecto de todos los órganos que sacan su alimento de la sangre; porque tan cierto como es que los glóbulos de la sangre tienen una conformacion semejante á la de las celdillas primi-

tivas de otras partes en general, tanto lo es que ninguna parte de tejidos nace jamás de ellos mismos. Parecen destinados por la naturaleza á sostener durante la circulacion de la sangre un conflicto vivo general entre todas las celdillas, entre todas las moléculas de tejidos procedentes de celdillas, y á comunicar por este conflicto á todas las moléculas orgánicas la escitacion que ellos han recibido por la respiracion recorriendo las vias circulatorias.

Formacion de la sangre.

Los materiales de la formacion de la sangre, en el adulto, son el contenido de los vasos linfáticos, la linfa límpida y el quilo blanquizco que atraen aquellos al conducto torácico y de aquí á la sangre, la primera cargada de los materiales nutritivos procedentes del interior mismo de las partes organizadas y el segundo de aquellos de que se han apoderado los vasos linfáticos en el conducto intestinal. La linfa y el quilo contienen albúmina y fibrina, las dos en estado de disolucion.

Por medio de estas sustancias, la linfa se asemeja enteramente al licor claro que constituye la sangre, con tal que se haga abstraccion de los glóbulos rojos. Hay pues derecho para decir que el licor incóloro de la sangre es en cierto modo la linfa de este líquido y se puede sostener que la linfa es sangre sin corpúsculos rojos, y que la sangre es linfa con corpúsculos colorantes. La albúmina de la sangre trae su orígen del aparato digestivo, de donde pasa á los vasos linfáticos. La linfa y el quilo tienen menos partes sólidas que la sangre y sobre todo menos fibrina; no hay mas que 0,17—1,75 de fibrina seca en 100 partes de quilo segun Tiedemann y Gmelin. El quilo contiene grasa libre que al parecer contrae combinaciones en la sangre: en él está el hierro menos sujeto que en la sangre; pues, segun Emmert, se puede demostrar su presencia por la tintura de nuez de agallas despues de tratado el quilo por el ácido azoótico.

La linfa y el quilo contienen tambien granulaciones. Las granulaciones sumamente esparcidas de la linfa coagulable de rana que se obtiene á veces de los espacios linfáticos subcutáneos del muslo, son como tres ó cuatro veces mas pequeñas que los glóbulos elípticos de la sangre del

animal, é igualan en volúmen á los núcleos elípticos de estos glóbulos. Sin embargo las tales granulaciones no tienen forma elíptica, ni menos prolongada como los núcleos de los glóbulos de la sangre de los tritones, sino que son enteramente redondas. He hallado en la tortuga las mismas relaciones de tamaño entre ellas y los glóbulos sanguíneos.

En el quilo de los mamíferos hay glóbulos de dos especies. Los de grasa que, segun Tiedemann y Gmelin, dan al quilo su color blanco y se disuelven tratando este por el éter. Otros son análogos á las granulaciones de la linfa, y de ellos depende que el líquido se halle aun turbio despues de la estraccion de las partículas de grasa por medio del éter (1). Los corpúsculos propiamente dichos del quilo, son generalmente mas pequeños que los glóbulos de la sangre en los mamíferos: tales los he visto en el ternero, la cabra y el perro. Mas raro es verlos igualar á estos glóbulos en volúmen, como he observado en el gato, y aun escederlos, como sucede á algunos en el conejo.

Lo probable es que los glóbulos de la sangre se forman de las granulaciones de la linfa y del quilo, del mismo modo que las celdillas nacen de sus núcleos. Se puede esto suponer por las observaciones de Schultz y de Gurlt, que han visto en el quilo del conducto torácico de los mamíferos, además de los glóbulos granujientos de la linfa, verdaderos glóbulos sanguíneos colorados (2). Efectivamente en el conducto

---

(1) Véase MULLER en POGGENDORFF'S *Annalen*, 1832. SCHULTZ, *Sistema de la circulacion*, Stuttgard 1836.

(2) Donné (*Curso de microscopia*, pág. 86) considerando que los glóbulos blancos y los glóbulos rojos de la sangre no son todos absolutamente idénticos en la misma sangre y no se conducen exactamente del mismo modo con los diversos agentes, piensa que unos y otros son susceptibles de prestarse á diversos grados de formacion. Considera los glóbulos blancos como un primer estado, por el cual pasan los glóbulos rojos antes de estar completamente formados y ve en ellos un intermedio entre los glóbulos sanguíneos propiamente dichos y las granulaciones del quimo, que, segun él, son los elementos y primeros rudimentos de los glóbulos blancos. Intentó lograr una demostracion de esta teoría con inyecciones de leche en los vasos sanguíneos, y al cabo de dos horas observó que un gran número de los glóbulos de la leche no estaban ya intactos en medio de los glóbu-

torácico de ciertos animales, v g. del caballo, el quilo es ya evidentemente rojizo. Esta conversion de los gránulos del quilo en corpúsculos provistos de un núcleo, fue establecida recientemente por H. Nasse, quien, en sus numerosas observaciones, tuvo ocasion de ver los diversos grados de transicion (1).

La formacion de la hematina en los glóbulos de la sangre depende manifiestamente de la fuerza metabólica de sus celdillas. Hewson creia que la cubierta roja se formaba en los linfáticos del bazo, cuya linfa suele ser rojiza. Sin embargo, la estirpacion del bazo no estorba la formacion de la sangre y no se puede pensar en una compensacion de parte de las glándulas linfáticas, puesto que estos órganos, que por otro lado solamente existen en los animales de sangre fria,

---

los sanguíneos: los mas pequeños se habian reunido de tres en tres, de cuatro en cuatro y envuéltose en una capa albuminosa que formaba en derredor de ellos una vesícula análoga á la de los glóbulos blancos. Los mas gruesos quedaron solos, pero se los veia rodeados de la misma capa: concluyeron por tomar todos el aspecto de los glóbulos blancos de la sangre. Entonces es muy rica la sangre en glóbulos blancos; pero poco ó poco sufren estos modificaciones cada vez mas profundas. Se borran sus granulaciones internas, se disuelven dentro de la vesícula: el glóbulo se achata y presenta una lijera coloracion amarillenta, solo que resisten mejor al agua y al ácido acético que los glóbulos sanguíneos propiamente dichos. Finalmente, pasados uno ó dos dias, no se hallan ya glóbulos de leche en la sangre. La proporcion entre los glóbulos blancos y rojos, entre los glóbulos perfectos é imperfectos, quedaba como de costumbre y completamente efectuada la trasformacion directa de los glóbulos lechosos en sanguíneos. Donné es de parecer que en el bazo es donde se verifica esta metamórfosis.

(*N. del T. F.*)

(1) No es posible proporcionarse la linfa pura y el quilo puro necesario para las observaciones microscópicas sino sacándolos de los vasos y de los espacios linfáticos de los animales, por ejemplo de los espacios linfáticos subcutáneos de la rana, de los de la órbita del pez, de los grandes vasos linfáticos de la tortuga y en fin del quilo del conducto torácico. El método que consiste en esprimir el liquido de las glándulas linfáticas puede inducir á errores, pues tambien el tejido de estas glándulas está formado de celdillas de núcleo.

no son mas que redes de vasos linfáticos aferentes y eferentes, y lo que en ellos pueda formarse tambien podia en el sistema linfático entero.

El desarrollo del embrion en el huevo del ave prueba que la formacion de la sangre no depende de ningun órgano particular. Prodúcese la sangre en el blastodermo antes de estar formados los vasos y las glándulas. Se descubre en breve, al rededor del vestigio de embrion que aparece en medio de esta membrana, un círculo trasparente, *area pellúcida*, mientras que la parte esterior del blastodermo continúa opaca: esta porcion opaca no tarda en dividirse tambien en dos espacios circulares, uno esterno y otro interno, lo cual sucede en el ave en el espacio de diez y seis á veinte horas. Entre los espacios se halla comprendido un segmento de la porcion opaca del blastodermo que rodea el *area pellucida*, y se llama *area vasculosa* porque allí se forman la sangre y los vasos. En todo lo que se estiende el *area vasculosa* descúbrese en la hojilla media del blastodermo una capa granujienta, que no tarda en dividirse en islas granujientas y canales llenas de granulaciones, que son los futuros conductos vasculares. La apariencia granujienta del blastodermo se debe á las celdillas de que está formado. Las primeras celdillas sanguíneas en nada se diferencian, segun Reichert, de todas las demás celdillas: son redondas, con un núcleo de finísimos granos y una nucleola: dentro de ellas se distinguen tambien granulaciones finas. Segun Schultz, el núcleo de los glóbulos sanguíneos es la primera parte que aparece, formándose á su derredor una vesícula.

Poseemos numerosas observaciones tocante á la diferencia de forma que hay entre los glóbulos de la sangre del embrion y los del adulto. Estas observaciones fueron hechas por Hewson, Dœllinger, Schmitd, Prevost y Dumas, Baumgærtner y Weber. Prevost y Dumas han visto en el embrion glóbulos redondos hasta el sesto dia, en seguida empezaban á volverse chatos y elípticos, y al noveno dia todos eran elípticos.

La eliminacion de ciertos materiales de la sangre contribuye mucho á mantener intacta la composicion de este líquido. Aquí se incluye la eyeccion de aquellas sustancias, de las introducidas en la economía, que son ó superfluas ó incapaces de servir, como el agua (por la exhalacion pulmonal, la traspiracion cutánea y la orina), las materias minera-

les mezcladas con los alimentos (generalmente por la orina) y las que contienen un esceso de carbono, de ázoe, de oxígeno ó de hidrógeno; estas últimas se escapan por los pulmones (ácido carbónico), ó por el hígado (combinaciones carbonadas ó hidrogenadas), ó por la orina (combinaciones azoadas). La composicion de la sangre puede ser alterada tambien por productos de descomposicion, que, desenvolviéndose en el organismo, pasan á la sangre y hacen necesario un trabajo de eliminacion, lo cual parece ser el caso de ciertos principios constituyentes de la orina. De este modo, se comprende cómo se mantiene la composicion una vez establecida.

Otra cuestion consiste en saber si la espulsion de ciertos materiales de las sustancias nutritivas introducidas en la sangre, contribuye de un modo esencial al establecimiento primordial del modo de composicion propio de este líquido.

El ácido úrico, producto rico en ázoe, debe colocarse aquí, á lo menos en parte, puesto que su cantidad en la orina aumenta bajo la influencia de un alimento azoado ó animal y que es sustituido por el ácido urobenzóico en la orina de los mamíferos herbívoros.

La urea, segun el descubrimiento de Prevost y Dumas, no es completamente formada por el órgano encargado de su eliminacion; hállasela en la sangre despues de la estirpacion de los riñones, de modo que lo que impide encontrarla en ella, antes de la ablacion de estas glándulas, es el ser continuamente arrastrada fuera. La sangre de los animales operados era mas acuosa y contenia urea fácil de estraer por medio del alcohol. Cinco onzas de la sangre de un perro que habia vivido dos dias sin riñones, dieron mas de veinte granos de urea: de dos onzas de sangre de gato se estrajeron diez granos (1). Vauquelin y Segalas han confirmado este descubrimiento (2): se desecó la sangre, se lavó el residuo, fue evaporada el agua, la masa restante tratada por el alcohol y la nueva disolucion evaporada á su vez. Hay que tomar una precaucion necesaria, y es dejar evaporarse el agua en frio, en el vacío, cerca de un

---

(1) *Bibliot. Univ.*, t. XVIII, p. 208.
(2) MAGENDIE, *Journ. de Phisiologie*, t. II, p. 354.

vaso que contenga ácido sulfúrico. Vauquelin y Segalas obtuvieron tambien $\frac{1}{400}$ de urea de la sangre de un perro cuyas venas fueron abiertas sesenta horas despues de la operacion. El ácido úrico y la urea son las sustancias orgánicas mas azoadas que se conocen: la urea contiene en 100 partes, 46,65 de ázoe, 19,97 de carbono, 6,65 de hidrógeno y 26,63 de oxígeno. En cuanto al ácido úrico, se ignora si existe ya en la sangre y si es eliminado simplemente como producto de descomposicion, ó si se forma en los riñones; sábese empero que en los gotosos depone la sangre urato sódico en diversas partes del cuerpo, por ejemplo cerca de las articulaciones.

Como la urea existe ya en la misma sangre, se puede admitir ó que se forma como combinacion incapaz de servir, durante la conversion de las materias nutritivas en principios constituyentes esenciales de la sangre, ó que es un producto de la descomposicion de las partes organizadas. En apoyo de la primera hipótesis, se podria alegar que Tiedemann y Gmelin, en sus esperimentos sobre el quilo, han visto al cloruro sódico, mezclado con el osmazomo del quilo, cristalizar en octaedros y no en cubos, cambio semejante al que determina la urea en su forma cristalina (1). Pero otras circunstancias la hacen poco probable. En efecto se forma orina en los mismos reptiles que han ayunado muchos meses, y Lassaigne halló orina parecida á la del hombre sano en un demente que habia pasado diez y ocho dias sin comer (2). Por otra parte, en las aves herbívoras cuyos alimentos contienen muy poco ázoe, no es pobre la orina en principios azoados como la urea. A la verdad, es cierto que la orina arrastra continuamente fuera la parte de alimentos que no puede servir á la nutricion, que cambia segun el nutrimento y que v. g. contiene mas ácido úrico bajo la influencia de un régimen animal. En las aves mantenidas de sustancias no azoadas, los escrementos estan poco cargados de materia blanca y de ácido úrico, y contienen mucho menos alimentando al animal con albúmina. Igualmente difiere la orina en los herbívoros y los carnívoros; porque en los pri-

(1) *Recherch. esperim. sur la digestion*, t. II, p. 98.
(2) *Journ. de chimie méd.* t. I, p. 252.

meros, el ácido urobenzóico sustituye al ácido úrico, y en lugar de ser ácida es alcalina: la orina de las aves contiene sobre urato de amoníaco, y no hay urea en la de las aves herbívoras. Sin embargo, no se podria poner en duda que ciertos principios constituyentes de la orina traen su orígen de la descomposicion ya sea de la sangre, ya de las partes organizadas.

Así como parece cierto que los productos de la orina no son eliminados del cuerpo con el único objeto de mantener la composicion normal de la sangre, se puede admitir que se produce urea á espensas de las partes inservibles para la sangre ó los órganos, ó que durante el conflicto necesario para la vida, que tiene lugar entre la sangre arterial y los órganos, ciertos principios constituyentes de la sangre ó de estos últimos pasan al estado de combinaciones incapaces de servir, es decir, son descompuestos.

Por lo demás, la formacion de productos de descomposicion comienza en el embrion. Verdad es que los riñones no aparecen sino hácia el sesto dia en el huevo de ave empollado y, por mis observaciones, no se los descubre en los peces y salamandras sino despues de la cesacion del estado embrionario y cuando pasa el animal al estado de larva. Pero son sustituidos al principio por otros órganos escretorios, por los cuerpos de Wolf. Estos cuerpos, de los que Rathke y yo hemos dado una descripcion exacta, aparecen al tercer dia en el embrion de ave, y he reconocido que no tardan en segregar un producto amarillo, parecido á la orina de ave, al paso que la alantóides de las aves contiene al mismo tiempo ácido úrico, desde los primeros dias de la incubacion, como descubrió Jacobson.

Los productos de descomposicion que pierde la sangre por la piel son ácido láctico, lactato amónico, cloruro amónico y ácido carbónico. El ácido láctico, que tambien se escapa por la orina, es, segun Berzelius, un producto general de la descomposicion espontánea de las materias animales en el interior del cuerpo vivo: se forma en gran cantidad en los músculos; el álcali de la sangre le destruye y los riñones le eliminan con la orina ácida.

Los materiales esenciales de la bilis no existen en la sangre, donde no se los halla ni aun despues de la estirpacion del hígado. Esta operacion es practicable en las ranas y la he

hecho muchas veces. Comprendiendo en una ligadura comun la raiz del hígado y todos los vasos que se dirigen á esta glándula ó partes de ella, se la incomunica con el organismo y en seguida es posible estirparla: las ranas sobreviven á lo mas cuatro dias. Lo importante es recoger la sangre antes de su muerte. He visto que su suero no se diferenciaba notablemente de los otros líquidos del mismo género y que mezclándole con ácido azoótico, no sufria los cambios de color que caracterizan á la materia colorante de la bilis.

La bilis representa un papel importante, todavía no bien conocido, en la trasformacion que sufren las sustancias alimenticias, durante su permanencia en el intestino. Su derrame (en los vertebrados, crustáceos y moluscos) en la porcion del tubo digestivo donde se verifica la formacion del quilo, prueba que no es puramente escrementicia. Sin embargo, hállanse sus principios constitutivos en las materias fecales, por ejemplo la resina biliar, la colesterina y la materia colorante, de las cuales, por el contrario, ninguna señal se descubre en el quilo.

Queda pues la sangre desembarazada por el hígado de un esceso de grasa y de materiales carbonados é hidrogenados, mientras los riñones le despojan de un esceso de sustancias azoadas. Los pulmones y el hígado pueden ser comparados uno á otro bajo el punto de vista de que los dos arrastran fuera productos carbonados, el primero en estado quemado (ácido carbónico) y el segundo en estado combustible. Antiguos fisiólogos, y entre los modernos Autenrieth, pero sobre todo Tiedemann y Gmelin, han llamado la atencion sobre cierta relacion que existe entre estos dos órganos y que los hacen aptos para suplirse, por decirlo así, mutuamente. Aunque no se puede probar que el volúmen del hígado crece en el reino animal en razon inversa del órgano respiratorio, sin embargo no faltan hechos patológicos que atestiguan la realidad de esta relacion.

La accion secretoria del hígado se ejerce aun cuando no haya digestion. La bilis escrementicia del feto, mezclada con el moco intestinal, se reune en la parte inferior del intestino, donde produce lo que se llama meconio. Las investigaciones de Tiedemann y Gmelin han demostrado igualmente que el derrame de este líquido en el intestino continúa en los animales invernantes. Apoyándose en la opinion de Cuvier, se ha supuesto que en muchos moluscos

no es derramada la bilis sino en pequeñísima cantidad en la parte superior del intestino, y que el resto pasa por un conducto escretorio particular, ya sea al ciego, como en los aplisios, ya á la inmediacion del ano, como en las *doris* y *tethys*. Pero el mismo Cuvier vió despues las cosas de otro modo, y tales son en realidad (1), porque dice que en las *doris* una glándula entrelazada con el hígado derrama un licor particular por un agujero abierto cerca del ano. Las dos glándulas son fáciles de distinguir una de otra por su color en las *tethys*, el hígado es pardo y se halla envuelto por todos lados por la otra glándula, que tiene un matiz rojo.

La frecuencia de las enfermedades del hígado en los climas y tiempos calorosos, la de las enfermedades intestinales en las mismas circunstancias, y en fin la de las afecciones del hígado y del bajo vientre, bajo la influencia del aire húmedo y de los efluvios pantanosos, son otros tantos enigmas todavía. Se cree que el aumento de la secrecion biliar en los paises tropicales compensa la disminucion de la purificacion de la sangre por los pulmones, que muchas personas dicen ser consecuencia de la rarefaccion del aire por el calor. Stevens considera esta hipótesis como inexacta: porque en las Indias Occidentales, en que las islas pequeñas son las mas secas y mas cálidas, pero donde no hay aguas estancadas, los habitantes estan esentos de enfermedades del hígado y derrames de bilis, que no reinan en los paises cálidos, sino donde esté viciado el aire por emanaciones de pantanos.

---

(1) *Reino animal*, t. III, p. 51.

SECCION II.

DE LA CIRCULACION DE LA SANGRE Y DEL SISTEMA VASCULAR.

CAPITULO PRIMERO.

De las formas del sistema vascular en el reino animal.

Los cambios orgánico-químicos que esperimenta la sangre en las diversas partes del cuerpo, y para cuya vida son necesarios, hacen indispensable la circulacion de este líquido. El resorte principal de la circulacion es el movimiento del corazon. Se llama corazon á la parte del sistema vascular que posee la contractilidad en virtud de una sustancia muscular de que carecen en las demás partes los vasos sanguíneos. Bajo su forma mas sencilla, el corazon no representa mas que un simple vaso; tal es la configuracion de los corazones múltiples y vasculiformes de las anélides, que son al mismo tiempo los principales troncos vasculares; tales son tambien los troncos vasculares contractiles que se descubren sobre el intestino de los holoturios, y el vaso dorsal de los insectos que está dividido en muchas cavidades que se comunican entre sí. Nada hay mas fácil que comprobar la exactitud de esta observacion, examinando cada uno de los segmentos del cuerpo de los crustáceos macruros, por ejemplo de las esquilas, cuyo corazon es un vaso dorsal contraido, mientras que en los demás decapodes, este órgano representa un ventrículo corto y circunscrito.

En el embrion de los animales superiores afecta el corazon al principio la forma de un utrículo, y no es otra cosa que una inflexion contractil de los troncos venosos, en el sitio en que estos se continuan con el tronco arterial. El mismo estado de cosas en el adulto justifica todavía este modo de ver. En los animales superiores crecidos se compone el corazon de un utrículo doble muscular corto: pero la sustancia contractil se prolonga hasta cierta distancia por los troncos venosos que van á desembocar en aquel saco, y aun en los peces y reptiles, por una porcion del tronco arterial, llamada bulbo de la aorta. Fácil es convencer-

se, en la rana, de que los troncos de las venas cavas se contraen regularmente, como el mismo corazon: Haller, Spallanzani y Wedemeyer habian reconocido ya esta particularidad (1). El movimiento se propaga á lo largo de la vena cava inferior hasta el hígado, y continúa verificándose de una manera rítmica en los troncos venosos, aun despues que se ha arrancado el corazon. He observado el mismo fenómeno de contraccion de los troncos venosos en mamíferos, pero en estos el fruncimiento activo de las venas cavas y de las venas pulmonares es isócrono con el de los ventrículos. Puédese juzgar, mientras se verifica, de la distancia á que se estiende la sustancia contractil de la vena cava mas allá de este punto; la indicada vena, lejos de ofrecer vestigio alguno de ella, está por el contrario ingurgitada de sangre y dilatada al tiempo que se contrae su porcion correspondiente á la aurícula derecha.

Estas observaciones demuestran que, en su forma mas sencilla, el corazon no es otra cosa que una porcion del sistema vascular revestida de una sustancia muscular que la hace activa, y que merece el nombre de corazon, aun cuando, como en los animales mas sencillos, no represente mas que un simple vaso contractil. El resto del sistema muscular está compuesto de tubos, que respecto del movimiento, obran de un modo puramente pasivo.

La circulacion fue descubierta en 1619 por Harvey, en los animales superiores. Aun no puede decirse que sea un carácter general del reino animal, por mas que se aumente, á medida que progresa la observacion, el número de animales simples en que tambien existe, ó al menos que tienen indicios de vasos. Poco ha que Erdl halló una especie de circulacion en un círculo vascular cerrado, en un infusorio, la *Bursaria vernalis* (2).

Examinaré los rasgos principales de lo mas seguro que sabemos respecto á las formas del sistema vascular.

En muchos animales inferiores, se observan lijeros movimientos circulares de gránulos, movimientos que parecen depender, no de un corazon, sino de un movimiento vibrátil. Tales son las pequeñas circulaciones que ha visto

(1) Haller, *Elem. de physiol.*, t. I, p. 125.
(2) Muller's *Archiv.* 1841, p. 278.

Nordmann en la cubierta del *alcyonella diaphana*, las que observó Carus bajo las puntas de los erizos de mar, y los movimientos circulares de gránulos que notó Ehrenberg en las medusas y en las fibras contractiles del dorso de las arterias (1). Las corrientes ascendentes y descendentes que Meyen (2) y Lister (3) vieron en el tronco de las sertularinadas, son un fenómeno de la misma especie. Segun Lister, estas corrientes tienen conexiones con el estómago, y su direccion cambia de vez en cuando. Meyen no advirtió las conexiones de que habla el autor inglés, y yo no he sido en esto mas dichoso que él. En ciertos animales inferiores provistos de un sistema nervioso ramificado, el movimiento de los humores no está determinado todavía por un corazon ó por la contraccion de los vasos. Tales son los *diplozoon* y otros entozoarios descritos por Nordmann (4) y los turbelarios de Ehrenberg. Este y Siebold se han convencido de que en ellos el movimiento era causado por pelos que guarnecen las paredes de los vasos (5). Milne Edwards ha observado el mismo modo de movimiento en los beroes (6).

En los medusarios, la distribucion de humores se verifica por medio de ramificaciones vasculiformes del saco estomacal. En los planarios y trematodes hay tambien un intestino ramificado á manera de vaso. En los animales inferiores, cuya circulacion ha sido estudiada con mas cuidado, los equinodermos y los hirudineos, es determinado el movimiento de la sangre por troncos vasculares contractiles, simples, dobles ó múltiples: pero estos troncos no son arterias, ni venas; son en parte corazones contractiles que lanzan la sangre á los vasos, sirviendo de anastómosis entre ellos.

El sistema vascular descrito por Tiedemann (7), y antes

---

(1) MULLER's *Archiv.* 1834, p. 571.
(2) *Nov. act. nat. cur.*, vol. XVI, *suppl.*
(3) *Philos. Tans.*, 1834.
(4) *Mikrographische Beitræge*, 1832.
(5) MULLER's *Archiv.*, 1836, p. CXXXVI.
(6) *Nouv. ann. des sc. nat.*, 1840, t. XIII, p. 320.
(7) *Anatomie der Rœhrenholothurie.* Heidelberg 1820.—Este sistema fue descrito y representado en figuras por Hunter. V. *Catalogue of the Mus. of the College of Surgeons*, t. I, p. 251.

por Hunter, en los holoturios, donde está situado en comun sobre el conducto intestinal y sobre el órgano respiratorio, parece que pertenece á la misma categoría. Existe además en estos animales un sistema particular de conductos aquíferos, que sirve para la ereccion de los tentáculos.

En los anélides tampoco hay distincion notable entre los troncos arteriales y los venosos. No se ve mas que troncos vasculares contractiles, simples, dobles ó múltiples que alternativamente se llenan y desocupan, y que Straus habia descrito ya en diversas regiones del conducto. distribuyen la sangre en los ramos y redes, sirviendo de anastómosis entre ellos. Las contracciones siguen cierta direccion de atrás adelante, y, segun Dugés, hacen circular la sangre por los troncos, ya en sentido horizontal, ya en vertical. Al mismo tiempo, la sangre se proyecta alternativamente de un lado á otro por los vasos trasversales, llenándose un tronco á medida que el otro se contrae, segun se ve en la sanguijuela comun (1). Existe en estos animales una circulacion incompleta (en los troncos), y al mismo tiempo una especie de fluctuacion. Un hecho notable que he observado en la sanguijuela comun, es la alternativa en la direccion de las contracciones, contrayéndose uno de los corazones vasculiformes en un sentido por algun tiempo, y luego de pronto en sentido opuesto; fenómeno observado tambien en las ascidias.

Las nereides tienen, segun Wagner, dos troncos longitudinales, uno en el dorso que lanza la sangre de atrás adelante y late, y otro al lado ventral debajo del intestino (ó cordon nervioso), el cual no se contrae ni late. Hállanse además vasos trasversales, superiores é inferiores para los anillos del cuerpo. Los vasos inferiores laten con fuerza, nacen del tronco longitudinal ventral y se dirigen á las patas, dando origen despues á los superiores, que no laten y se encaminan al tronco dorsal (2).

En los animales dotados de un solo tronco vascular contractil hay una circulacion completa, simple, sin fluctua-

---

(1) *V.* MULLER, en MECKEL'S *Archiv.*, 1828.—BURDACH, *Phisiol.*, t. VI, p. 163.—DUGÉS, *Ann. des sc. nat.*, 1838, t. X.

(2) *Consultese* sobre la circulacion de los anélides, MILNE EDWARDS, *Nouv. des sc. nat.*, 1838, t. X.

cion, con corrientes arteriales y venosas: esto es lo que sucede en los insectos, en quienes descubrió Carus una circulacion simple de la parte anterior á la parte posterior del vaso dorsal (1). Las corrientes son muy sencillas y sin ramificaciones: las patas v. g. solo tienen dos corrientes sencillas y opuestas que se unen inmediatamente en arco. Wagner confirmó y estendió las observaciones de Carus sobre la circulacion de los insectos: vió á los corpúsculos de sangre formar, en los lados del intestino y del vaso dorsal, dos corrientes venosas, probablemente sin paredes vasculares, y observó tambien glóbulos que salian de estas corrientes para entrar en el vaso dorsal por hendeduras laterales que Straus habia descrito ya en diversas regiones del conducto. Segun Straus, el vaso dorsal del avejorro está compuesto de ocho cavidades que se comunican entre sí por válvulas de dos labios dirigidas hácia adelante, y dejando pasar la sangre de atrás adelante (2).

Los crustáceos simples (cloportes, dafnios), segun Zenker y Gruïthuisen, parece que tienen como los aracnides, una circulacion no menos simple que la de los insectos. La circulacion pulmonar ó branquial no está separada todavía de la circulacion general. En los crustáceos inferiores y en los aracnides pulmonales, parte de la sangre respira en el órgano respiratorio durante la circulacion. En los insectos y aracnides traqueanas, respira la sangre en la totalidad del cuerpo en atencion á que las tráqueas se ramifican hasta el infinito en todas las partes. Los crustáceos propiamente dichos, tienen un corazon tubuloso y largo como los estomapodes y los edrioftalmos, ó un corazon corto y ancho como los decapodes. Las corrientes venosas conducen la sangre del cuerpo á las branquias; las venas branquiales la envian al corazon, y este la distribuye por todo el cuerpo. Esta disposicion fue descubierta por Andouin y Milne Edwards: inyectando un cangrejo me he convencido de su exactitud, y no participo de la opinion de Mekel, que consideraba la membrana estendida sobre el corazon como una aurícula:

---

(1) *Entdeckung eines Blutkreislaufs*, &c. Leipzick, 1827.— *Nov. act. cur.*, t. XV, p. 2.

(2) Strauss, *Considérations générales sur l' anatomie des animaux articulés*, Paris, 1829.

creo que es un seno venoso, de donde pasa la sangre á las hendiduras del corazon (1).

En los moluscos se asemeja la circulacion á lo que es en los crustáceos decapodes. Los acéfalos desnudos (ascidios, bíforos) son los únicos en que las venas branquiales se dirigen inmediatamente al ventrículo. En otros, como v. g. la mayor parte de los gasteropodes, llega primero la sangre á una aurícula, de donde pasa al ventrículo, y los conchíferos tienen hasta dos aurículas. La sangre venosa del cuerpo se dirige toda á las agallas, segun Bojanus, en la mayor parte de los moluscos: en los conchíferos se encamina á un órgano hueco y producto de un conducto escretorio, que este anatómico considera como un pulmon, pero que los modernos califican de riñon, despues de lo cual la mayor parte del líquido llega á las branquias, mientras penetra el resto desde luego en las aurículas. Treviranus dice, no obstante (2) que en los conchíferos, parte de la sangre de las venas branquiales atraviesa el órgano esponjoso antes de llegar al corazon, así como en los gasteropodas (*limax* y *helix*) parte de la sangre de las venas pulmonales penetra en el órgano secretorio del ácido úrico (*saccus calcareus*) antes de llegar á la aurícula del corazon.

En los cefalopodes hay tres ventrículos separados. El corazon aórtico suminstra la aorta. Las venas del cuerpo llevan la sangre á dos corazones branquiales laterales, de donde la conducen las arterias branquiales á las bracteas, despues de lo cual las venas branquiales la vuelven al corazon aórtico.

Luego que aparece verdadera circulacion en el reino animal, todas las modificaciones que pueda sufrir dependen de la relacion que existe entre los vasos del aparato respiratorio (pulmon ó agalla), es decir de la circulacion pequeña, y los del cuerpo ó sea la circulacion grande. Ya solamente respira parte de la sangre, y la pequeña circulacion no es mas, empleando la espresion de Cuvier, que una fraccion de la grande: ya toda la sangre debe recorrer la circulacion pequeña á través de los pulmones y las branquias, antes de repartirse por el cuerpo. El primer caso es el de los crus-

---

(1) *Ann. des sc. nat. cur*, t. XI, 1827, tab. 24-32.
(2) *Erscheinungen und Gesetze des Lebens*, I, p. 227.

táceos inferiores, de las anélides y acaso de las aracnides entre los animales sin vértebras; de los reptiles entre los vertebrados. Los moluscos, los crustáceos propiamente dichos, los peces, las aves, los mamíferos y el hombre pertenecen al segundo caso. En este concepto, los reptiles parecen inferiores á los pescados, aun á los moluscos y á los crustáceos. Pero, segun la justa observacion de Cuvier, la respiracion en el agua es mucho mas incompleta que la que se verifica en el aire, de suerte que la semirespiracion de los moluscos, de los crustáceos y de los pescados, con una pequeña circulacion entera, no se diferencia en cuanto al resultado de la respiracion entera de los reptiles con una semi-pequeña circulacion. Los gasteropodes que respiran el aire, parecen superiores á los reptiles que tambien respiran el aire, en que respira toda su sangre, mientras que solo parte de la de los reptiles recibe la influencia del aire; pero en los moluscos no se esparce la sangre sino de un modo casi insignificante por el pulmon, comparativamente á la abundancia de los vasos en la de los reptiles.

Numerosas son las variedades que presenta el modo como nacen de la circulacion grande las arterias y las venas del aparato respiratorio; en este particular, parece que ha agotado la naturaleza todas las combinaciones imaginables.

I. La circulacion pequeña es una fraccion de la grande:

1.° Forma parte del sistema vascular venoso. En los conchíferos, si es exacta la descripcion de Bojanus, parte de la sangre venosa del cuerpo desemboca inmediatamente en los ventrículos; pero la mayor parte, antes de llegar á estos, recorre las branquias.

2.° Forma parte del sistema vascular arterial. En los proteides, en los reptiles desnudos, así como en las ranas y las salamandras en estado de larva, los arcos aórticos dan las arterias branquiales, que son ramas laterales de ellos.

3.° Forma parte á la par del sistema vascular arterial y del venoso.

a. Las salamandras y las ranas llegadas al estado perfecto, tienen pulmones y ya no branquias: los proteides tienen á la vez branquias y pulmones toda su vida. En unos y otros las arterias pulmonales son ramas del arco aórtico, las venas pulmonales desembocan en el ventrículo izquierdo, y las del cuerpo en el ventrículo derecho, como lo des-

cubrieron J. Davy, Martin Saint-Ange y M. Weber.

b. En los reptiles escamosos la arteria pulmonal sale con las otras arterias del ventrículo del corazon que es simple, y, de las dos aurículas de este ventrículo, la izquierda recibe las venas branquiales y la derecha las venas del cuerpo.

II. La circulacion pequeña es enteramente distinta de la grande.

1.º Nace de las venas del cuerpo y vuelve al corazon en los moluscos y los crustáceos.

2.º Nace por las arterias branquiales del bulbo de la aorta y vuelve por las venas branquiales á un nuevo tronco arterial destinado al resto del cuerpo. Este es el caso de los pescados. Para las venas del cuerpo hay una aurícula y un ventrículo.

3.º Nace del ventrículo pulmonal y vuelve al de la circulacion grande.

a. En los cefalopodes, el corazon aórtico y los dos corazones branquiales estan separados uno de otro y desprovistos de aurículas.

b. En las aves, los mamíferos y el hombre, hay dos ventrículos, uno pulmonal, otro aórtico, provisto cada uno de una aurícula: estos dos corazones estan reunidos, y solo componen uno: las venas pulmonales se abocan en la aurícula del ventrículo aórtico, es decir, en la izquierda, y las venas del cuerpo en la del ventrículo pulmonal, es decir, en la derecha.

La metamórfosis de la circulacion branquial en circulacion pulmonal, que hay ocasion de observar en la clase de los reptiles, presenta grande interés al fisiólogo. El corazon de los pescados tiene una aurícula para recibir las venas del cuerpo, y un ventrículo de donde nace el tronco arterial por un bulbo contractil. Este tronco arterial se distribuye completamente en las arterias branquiales: las venas branquiales se unen á las arterias del cuerpo y forman la aorta abdominal en la cara anterior de las vértebras. Los reptiles desnudos tienen en sus primeros años, mientras respiran por branquias, mucha analogía con los peces respecto de la circulacion, pero despues de su metamórfosis, tienen dos ventrículos como los reptiles escamosos (1).

---

(1) Todos los reptiles desnudos tienen dos aurículas, sepa-

Los reptiles desnudos comprenden:

1.º Los *cecilios*, que tienen en sus primeros años, segun he descubierto, hendeduras branquiales sin branquias.

2.º Los *derotretes*, de hendeduras branquiales persistentes, sin branquias (*Amphiuma* y *Menopoma*).

3.º Los *proteides*, de hendeduras branquiales persistentes que tienen á la vez branquias y pulmones (*Siren*, *Siredon*, *Proteus Menobranchus*).

4.º Los *salamandrides*.

5.º Los *batracios* propiamente dichos, ranas y sapos.

Los cuerpos y sobre todo la circulacion de las salamandras y de los batracios estan sujetos á las metamórfosis mas singulares

Las salamandras en estado de larva, tienen durante el primer periodo branquias y hendeduras branquiales, con una cola y sin patas: durante el segundo, poseen cuatro patas, además de sus hendeduras branquiales, y branquias esteriores peniculadas: tambien tienen rudimentos de pulmon. Entonces se asemejan perfectamente á lo que son las proteides durante toda su vida. Llegadas al estado perfecto, conservan la cola; pero sus branquias y hendeduras branquiales desaparecen al punto en que dejan el estado de larva.

Los batracianos en los primeros tiempos de su estado de larva, carecen de patas; tienen cola, hendeduras branquiales y branquias esteriores en forma de pincel. Durante el segundo periodo pierden las branquias esteriores y adquieren otras internas, asidas á los arcos branquiales, pero cubiertas de una membrana que deja una abertura sola en el lado izquierdo (rana): continuan teniendo cola y careciendo de

---

radas solamente en lo interior, un solo ventrículo y dos cóndilos occipitales. Estan privados de articulacion que permita á la primera vértebra girar sobre el epistrofeo, de caracol, de ventana redonda y de costillas verdaderas. Todos los reptiles escamosos (cocodrilos, ofidios, quelonios) tienen dos auriculas distintas, aun en el esterior, un ventriculo, un solo cóndilo occipital, y generalmente como los animales superiores una articulacion que permite la rotacion del atlas sobre el epistrofeo. Tienen además su caracol, ventana redonda, costillas verdaderas, un pene pronunciado y no sufren metamórfosis.

patas. Con la metamórfosis adquieren patas, pierden sus branquias, y la cola desaparece toda por reabsorcion.

En las proteides (*proteus*), el tronco arterial del ventrículo simple se divide inmediatamente á cada lado en muchos arcos aórticos correspondientes á los arcos branquiales, y que se reunen atrás para producir la aorta abdominal. Estos arcos aórticos dan las arterias branquiales y reciben las venas del mismo nombre. En las larvas de las salamandras, se resuelve en gran parte el tronco arterial como en el proteo, en arterias branquiales, y estas se anastomosan con las venas branquiales, que son las raices del sistema arterial del cuerpo. En el momento de la metamórfosis, se reduce la circulacion branquial á arcos aórticos que persisten. En los batracianos, durante los primeros tiempos de la vida del renacuajo, cuando este tiene branquias esteriores, la circulacion branquial se parece á la de las larvas de salamandra; en la segunda época, cuando el animal está provisto de branquias interiores cubiertas y empiezan á desarrollarse los pulmones, la disposicion de los vasos se parece segun Huhcke mas á lo que es en los peces: el tronco arterial se divide en arterias branquiales para los cuatro arcos branquiales; las venas branquiales marchan paralelas á las arterias y se reunen en una direccion opuesta: sin embargo al principio de cada arco branquial hay una anastomosis entre la arteria y la vena que no existe en los peces. Despues de la metamórfosis de cada lado, no queda mas que el arco que se reune con el del lado opuesto para producir la aorta abdominal, y da hácia atrás la arteria branquial. Las arterias pulmonales y los vasos de la cabeza no son ramos de estos arcos, como se suele creer, y solamente parece que nacen de su principio, porque observando de cerca se ve que cada uno de los dos troncos divergentes producidos por la bifurcacion del tronco arterial, se compone de tres troncos unidos unos á otros, que son restos de las arterias de los arcos branquiales cuyas paredes se han soldado juntas. El mediano de estos troncos se prolonga á cada lado de la aorta, el inferior da la arteria pulmonal y un vaso del occipucio, y el superior produce los vasos de la cabeza. Despues de la metamórfosis, se dirige la sangre de las venas del cuerpo á la aurícula derecha, la de las venas pulmonales al ventrículo izquierdo y la sangre de las dos aurículas, despues de llegar al ventrículo, que es simple, pasa al sistema arterial.

En los animales de sangre caliente, la circulacion pequeña, ó circulacion pulmonal, no es ya una fraccion de la grande, porque toda la sangre debe atravesar los pulmones antes de llegar al resto del cuerpo. Sin embargo, estos animales superiores poseen, como todos los demás vertebrados, una circulacion pequeña que no es mas que un apéndice de la grande, y que se llama circulacion de la vena porta. Así como la circulacion branquial de los reptiles desnudos provistos de branquias es un simple apéndice de las arterias, que comienza y desemboca en el sistema arterial; así la circulacion de la vena porta no es mas que un apéndice de las venas, un rodeo que hace parte de la sangre venosa antes de alcanzar el resto de este líquido. En los vertebrados hay dos sistemas de venas portas, el de los riñones y el del hígado; el primero no se halla mas que en los pescados y en los reptiles, el segundo pertenece á todos los vertebrados incluso el hombre. En este y en los mamíferos, las venas del bazo, del estómago, del conducto intestinal, del mesenterio, de la vesícula biliar y del páncreas forman la vena porta, que se ramifica en el hígado á la manera de una arteria y vasos capilares. De este órgano vuelve la sangre por las venas hepáticas á la vena cava inferior, donde se mezcla con el resto de la sangre venosa. En las aves, los reptiles y peces, recibe tambien la vena porta hepática parte de la sangre de los miembros pelvianos, de la cola, de la pelvis y á veces en los pescados hasta de la vejiga natatoria y del aparato genital. En los reptiles que además de las arterias renales tienen todavía, segun el descubrimiento de Jacobson, venas portas renales, reciben estas parte de la sangre de las estremidades y de la cola: esta sangre vuelve á la vena porta hepática y á las venas portas renales y pasa toda á aquellos dos órdenes de vasos en algunos reptiles, tales como las ranas y las salamandras, mientras que en otros (cocodrilo) desemboca en parte en la vena cava. En los peces, ora la sangre de la cola y de la parte media del vientre entra solamente en los riñones, lo cual es el caso de los gades por ejemplo; ora la de las partes posteriores se dirige á la par á los riñones, al hígado y á la vena cava, como en la carpa y el sollo (1).

---

(1) Jacobson, en Meckel's Archiv. Nicolai, en *Isis*, 1826, p. 404.

CAPITULO II.

FENOMENOS GENERALES DE LA CIRCULACION.

El corazon del hombre adulto, de mediana edad, se contrae 70 ó 75 veces por minuto. Sus latidos son mas numerosos en la juventud, mas raros en la vejez. Cuéntanse por ejemplo 150 en el embrion (1), 140 á 130 despues de nacer, 130 á 115 en el primer año, 115 á 100 en el segundo, 100 á 90 en el tercero, 90 á 85 en el sétimo, 85 á 80 en el décimocuarto, 65 á 50 en los viejos. Son algo mas

---

(1) Sobre la frecuencia del pulso en los dos sexos en estado de salud y en perfecto reposo ha hecho Guy investigaciones cuyos resultados se esponen en la tabla signiente:

EDADES.	HOMBRES.				MUJERES.			
	Maximum.	Minimum.	Media.	Diferencia.	Maximum.	Minimum.	Media.	Diferencia.
Primera semana.	160	104	128	56	160	104	128	56
2 á 7 años. . .	128	12	97	56	128	70	98	58
8 á 14 id. . . .	108	70	84	38	120	70	94	50
15 á 21 id. . . .	108	60	76	48	124	56	82	68
22 á 28 id. . . .	100	53	73	47	114	54	80	60
29 á 35 id. . . .	92	56	70	36	94	62	78	32
36 á 42 id. . . .	90	48	68	42	100	56	78	44
43 á 49 id. . . .	96	50	70	46	106	64	77	42
50 á 56 id. . . .	92	46	67	46	96	64	76	32
57 á 63 id. . . .	84	56	68	28	108	60	77	48
64 á 70 id. . . .	96	54	70	42	100	52	78	48
70 á 77 id. . . .	94	54	67	40	104	54	84	50
78 á 84 id. . . .	97	50	71	47	105	64	82	41

De donde se sigue que la diferencia es muy grande de individuo á individuo.—Segun Trousseau, el número de pulsaciones es de 130 á 137 en el recien nacido de quince dias ó un mes; de 132 hasta tres meses; de 120 hasta un año; de 118—125 hasta veintiun meses. El sexo no origina ninguna diferencia, pero la hay en estado de vigilia ó sueño. Un pulso de 140 en vigilia era solo de 221 en sueño; otro de 128 en el primer caso, era de 112 en el segundo. (*N. del T. F.*)

frecuentes en las personas de temperamento sanguíneo que en los sugetos de temperamento flemático, y en la mujer mas que en el hombre (1). Su número varía mucho en los animales. Se han contado hasta 20 ó 24 en los peces, unos 60 en las ranas, 100 á 140 en las aves, 120 en el conejo, 110 en el gato, 95 en el perro, 75 en la oveja, 40 en el caballo.

Los latidos del corazon son mas frecuentes despues de las comidas, y aun mas despues de los esfuerzos (2); son mas raros durante el sueño (3). Segun Parrot, la frecuencia del pulso, que era de 70 al nivel del mar, llegaba á 75 á los 1000 metros sobre este nivel, 82 á 1500, 90 á 2000, 95 á 2500, 100 á 3000, y 110 á 4000 metros. El pulso es mucho mas frecuente en las inflamaciones y las fiebres, frecuente y débil cuando disminuyen las fuerzas, y á veces de una lentitud notable en las afecciones nerviosas en que hay mas opresion que aniquilamiento de fuerzas.

Descubriendo el corazon de un mamífero ó de un ave

---

(1) Nægele halló de resultas de una serie de seiscientas observaciones que el número de los latidos del corazon en el feto era, por término medio, de 135, que no pasaba nunca de 180, que tampoco era nunca inferior de 90, y que no ejercia influencia el número de los latidos del corazon de la madre.

(2) A Guy se deben investigaciones sobre la influencia que ejerce la postura del cuerpo sobre el número de las pulsaciones. Halló por término medio 79 pulsaciones en el hombre de pie, 70 en el hombre sentado, 67 en el hombre acostado; 89 en la mujer de pie, 82 en la mujer sentada y 80 en la acostada. Dada una frecuencia igual de pulso, la influencia del cambio de situacion es dos veces mas considerable en el hombre que en la mujer, y cerca de tres veces mas en el adulto que durante la juventud. La diferencia aumenta con la frecuencia del pulso; así en los hombres habia 9 pulsaciones de diferencia entre estar de pie ó echado, cuando el pulso era de 51 á 70, y 39 cuando era de 101 á 150.

(3) Tomás Straton, de edad de veinticinco años, hizo en sí mismo observaciones relativas á la frecuencia del pulso por mañana y noche. Halló como Knox y Guy que el pulso de por la mañana llevaba 4 á 10 pulsaciones de ventaja al de por la noche: pero este fenómeno no era constante y á veces sucedió lo contrario, aunque esto es raro.

viva, se ve que los dos ventrículos se contraen juntos, que las dos aurículas con el principio de los troncos de las venas pulmonales y de las venas cavas se contraen juntas igualmente y que la contraccion de las aurículas no es isócrona con la de los ventrículos. En los animales de sangre caliente, la contraccion de las aurículas precede inmediatamente á la de los ventrículos. Los animales de sangre fria tienen un solo ventrículo con dos aurículas; pero los reptiles desnudos tienen como la mayor parte de los pescados (escepto los cielóstomos), una parte que no poseen los otros animales, es decir, un bulbo contractil de la aorta. Las contracciones de los troncos venosos, de las aurículas, de los ventrículos y del bulbo de la aorta se suceden en la rana en el órden que acabamos de nombrar estas partes, y de tal suerte que sean los intervalos casi iguales entre los cuatro momentos; el intervalo entre la contraccion de las aurículas y la de los ventrículos es el mismo que entre la contraccion de los ventrículos y la del bulbo. Me he convencido multitud de veces de que las aurículas y los ventrículos no alternan por intervalos iguales, como las oscilaciones de una péndola, segun supone Oesterreicher, pero que el tiempo que trascurre desde la contraccion de las aurículas hasta la de los ventrículos es mas corto que el que separa la contraccion de los ventrículos de la de las aurículas, y que en general la contraccion del bulbo de la aorta y de los troncos venosos se verifica durante este último intervalo. He visto alguna vez en los animales de sangre caliente faltar breves momentos la contraccion de las aurículas, lo que debe esplicarse por la lesion ocasionada por el esperimento: pero es lo cierto que precede siempre á la de los ventrículos, mientras que entre esta última y una nueva contraccion de las aurículas trascurre constantemente un espacio de tiempo mucho mas largo.

Sola la contraccion ó *sístole* del corazon es un estado activo; la dilatacion ó *diástole* es un espacio de reposo durante el cual se relajan las fibras, de suerte que las cavidades del corazon atraen al vacío que de allí resulta la sangre mas inmediata á ellas, y en el cual permite introducirla la disposicion de las válvulas. Las cavidades del corazon estan pues, durante el diástole, llenas de sangre que las distiende. La ampliacion activa del corazon, admitida por Bichat y algunos otros fisiólogos franceses, es refutada por un buen

esperimento de Osterreicher. Si despues de separado el corazon de una rana, se coloca sobre este órgano un cuerpo bastante pesado para aplastarle, y tan pequeño no obstante que permita observar, se ve que no es levantado este cuerpo sino durante la contraccion del corazon y que este queda aplastado durante la diástole. De aquí se deduce que la dilatacion del corazon que sucede á la contraccion no es un acto muscular del órgano. Sin embargo las paredes del corazon no pueden hallarse tan flácidas durante el diástole como estan despues que el órgano ha sido separado del cuerpo, aun cuando la cavidad no se encontrase llena de sangre, porque los vasos capilares de la sustancia cardíaca rebosan de sangre durante el diástole en lugar de que durante el sístole estan comprimidos y deben contener menos sangre.

Los movimientos de los ventrículos impulsarian la sangre á las aurículas y á las venas, lo mismo que á las arterias, si no hubiera válvulas que por su estructura y disposicion obligasen á este líquido á seguir cierta direccion á la entrada y á la salida. Sin duda que pueden las aurículas contrayéndose hacer refluir la sangre á las venas, si no pone obstáculo la corriente venosa que se dirige al corazon; pero es libre el paso de la sangre de la aurícula al ventrículo, porque la válvula que guarnece el orificio aurículo-ventricular está fijada de manera que permite al líquido correr libremente al ventrículo: mientras que, cuando este se contrae, aquella se dilata por efecto de la presion que ejerce en ella la sangre y la impide refluir á la aurícula.

El tránsito de la sangre de los ventrículos á las arterias es libre, porque las válvulas semilunares puestas en el orificio de estos vasos se apartan unas de otras cuando sigue esta direccion el líquido, al paso que una vez llegado á las arterias, ya no le es lícito refluir á los ventrículos, por oprimir las válvulas sobre el orificio la columna que forma en los tubos arteriales y obligarlas á ensancharse. Por esta disposicion de las válvulas representa el corazon una especie de bomba provista de dos lengüetas que se levantan una tras otra para dejar pasar el líquido, y se bajan para impedirle retroceder.

Es menester representarse el sistema vascular entero como que está lleno de sangre durante la circulacion. Solo las cavidades del corazon se contraen de cada vez casi hasta desocuparse, aunque muchas observaciones demuestren que

no pasa la totalidad de la sangre á las arterias durante la contraccion de los ventrículos. Pero desde el principio de las arterias hasta la estremidad de los vasos capilares, y desde este último punto hasta la insercion de los troncos venosos en el corazon, los vasos estan llenos de sangre, tanto durante la contraccion de los ventrículos como en el momento de reposo: en ninguna parte del sistema vascular hay aire; su espacio no está vacío. Así por ejemplo, la contraccion del ventrículo aórtico no puede empujar la sangre contenida en las arterias sino en tanto que el contenido del ventrículo (dos á tres onzas de sangre) aprieta con fuerza contra la columna de líquido contenida en estos vasos, y la columna avanza un espacio igual al que ocupan en el principio de la aorta las dos ó tres onzas de sangre detenidas por las válvulas aórticas deprimidas. Cuando cesa la contraccion del ventrículo, no obra ya la causa del movimiento, pero la elasticidad de las arterias triunfa de la resistencia que ocasiona el frotamiento en los vasos capilares; la sangre forma una columna continua desde las válvulas aórticas hasta estos últimos vasos, y es acelerada su corriente cuando el ventrículo aórtico llega á rechazar de nuevo dos ó tres onzas de sangre contra el principio de la columna líquida que se apoya en las válvulas. De este modo en cierto espacio debe volver al corazon por las venas una cantidad de sangre precisamente igual á la que haya hecho salir la contraccion de los ventrículos; porque la masa entera del líquido, desde un lado del corazon hasta el otro forma un círculo, en cada uno de los puntos del cual hay tanta sangre que progresa como en los otros. La contraccion de los ventrículos deberia desocupar casi del todo el corazon: pero el estado de vacuidad no llega nunca, porque inmediatamente las venas y aurículas llevan á los ventrículos que tienden á desocuparse, tanta sangre impelida *á tergo* como hacen pasar á las arterias.

Obligando á cada paso la contraccion de los ventrículos á la masa de la sangre á progresar por el sistema arterial, se distienden las arterias, y la presion del líquido contra sus paredes elásticas constituye lo que se llama *pulsacion*. Mas adelante insistiremos en este fenómeno: aquí debemos limitarnos á observar que la pulsacion de las arterias es isócrona con la contraccion de los ventrículos, y que no se siente ni en los vasos capilares ni en las venas. El latido del co-

razon es un sacudimiento impreso á las paredes del pecho, en la region que se estiende desde la quinta á la sesta costilla, y que procede del choque de la punta del corazon durante la contraccion de los ventrículos. Este movimiento coincide con una torsion del órgano sobre sí mismo, observada por Haller, Greeves y Kuerschner: la punta del corazon se vuelve hácia la derecha durante el sístole, y hácia la izquierda durante el diástole (1).

Es necesario distinguir de los latidos del corazon, que son sensibles al tacto y á veces á la vista, dos ruidos que se oyen aplicando el oido sobre la region cardiaca, ó valiéndose de un estetoscopo. Tambien puede uno percibirlos en sí propio durante la noche, estando acostado sobre el lado izquierdo. Estos ruidos se suceden rápidamente á cada latido del corazon perceptible al tacto y, como los mismos latidos, dejan una pausa entre sí. Yo encuentro que el intervalo entre los dos ruidos, es de 1 á 3 comparado con la pausa, es decir, que comprende casi la cuarta parte del tiempo que media entre dos latidos del corazon ó un quinto de segundo. Encuentro tambien, conforme á un gran número de observaciones continuadas con perseverancia, que el primer ruido es isócrono con el latido del corazon apreciable por el tacto, y casi isócrono tambien con el pulso de la arteria maxilar esterna. En una mujer sana, no le oí distintamente sino en el sitio donde se percibia el latido del corazon, al paso que el segundo se estendia en casi todo el pecho hasta las clavículas. En las mujeres en cinta se oyen al través de las paredes abdominales los dos ruidos del latido del corazon del feto.

Laennec atribuia el primero de estos ruidos á la contraccion de los ventrículos, y el segundo á la de las aurículas. Esto era un error sin duda, pues la contraccion de las

---

(1) Esta torsion ha sido vista tambien por Cruveilhier (*Gazette méd.* 1842, n.º 32) en un niño que vino al mundo afectado de ectropia del corazon y que vivió once horas. Cruveilhier comprobó que no hay tiempo de reposo en la accion del corazon, que la sistole y la diástole se suceden sin interrupcion, y que durante la sistole de los ventrículos, el vértice del órgano describe un movimiento espiral de derecha á izquierda y de delante atrás, que es la causa de sus latidos.

aurículas precede inmediatamente á la de los ventrículos. Otros han hecho depender el primero de la contraccion de las aurículas, y el segundo de la de los ventrículos. Pero el pulso de las arterias es isócrono con los latidos del corazon ó le acompaña muy de cerca, mientras que entre el primer ruido de una parte y el segundo de otra, así como el latido del corazon, hay de intervalo la cuarta parte del tiempo que trascurre entre dos latidos del corazon. El segundo ruido no puede pues proceder de la contraccion de los ventrículos.

Segun Magendie, cesan desde luego los ruidos abriendo el pecho de un animal, y reaparecen cuando se aplica sobre el corazon un cuerpo duro, con el cual pueda chocar. En su concepto el primero depende de la contraccion de los ventrículos y del choque de la punta del corazon, mientras que el segundo es ocasionado por el sacudimiento que imprime el corazon á las paredes del pecho al dilatarse. En los esperimentos hechos por la seccion médica de la Asociacion de Dublin, se ha reconocido que aplicado un estetoscopo sobre el corazon puede hacer perceptibles los dos ruidos, aun cuando quitado el esternon y las costillas pueda latir el órgano sin tropezar en punto alguno de la pared torácica. En un asno, en el cual se habian percibido los dos ruidos, se introdujo una agujita encorvada en la aorta y otra en la arteria pulmonar: fueron empujadas ambas hasta debajo de la insercion de las válvulas semilunares y clavadas luego en sus vasos respectivos á una media pulgada por encima, de modo que en cada uno de estos, quedase comprendido una válvula entre la aguja y la pared, y por consiguiente no pudiera bajarse: hecho esto, cuando se aplicó el estetoscopo sobre los vasos, no se oyó ya el segundo ruido. Estos esperimentos inclinan á la opinion de Williams, atribuyendo el primer ruido á la contraccion de la sustancia muscular de los ventrículos, y el segundo á la tension de las válvulas por las columnas de sangre de la aorta y de la arteria pulmonal; aunque estos ruidos deben ser mas sensibles por el choque de la punta del corazon contra las paredes torácicas en el sístole, y por el de la pared anterior del órgano contra las mismas paredes en el diástole (1).

---

(1) Cruveilhier ha reconocido en el niño afectado de ectro-

Pasemos ahora á la descripcion de la circulacion grande y pequeña. Se llama *circulacion grande* aquella en que la sangre procedente de la mitad izquierda del corazon, recorre las arterias del cuerpo y vuelve por las venas de este á la mitad derecha del mismo órgano. La *circulacion pequeña* es aquella en que parte la sangre de la mitad derecha del corazon, llega á los pulmones siguiendo las ramificaciones de la arteria pulmonar, y vuelve á la mitad izquierda del corazon por las venas pulmonales. No hay pues en realidad dos circulaciones, sino una sola, que se divide en dos secciones, en cada una de las cuales atraviesa la sangre los vasos capilares para pasar de las arterias á las venas.

Circulacion pequeña.

La sangre negra de la vena cava inferior, de la vena cava superior y de la gran vena cardiaca, afluye al ventrículo derecho en la misma proporcion que el ventrículo izquierdo vierte la sangre roja á través de las arterias del cuerpo El líquido contenido en estas venas esperimenta una lijera detencion durante la contraccion de la aurícula; pero cuando esta se abre, se precipita de las venas á su parte interior, aun parte de él cuando está en completa relajacion en el ventrículo derecho. He visto muchas veces en las vivi-secciones dos contracciones de la aurícula por una del ventrículo, y á veces faltar la contraccion de las aurículas, aunque ambos casos parecen ser una anomalía. La contraccion de las aurículas impele la sangre hácia la abertura que no se halla entonces obstruida no refluyendo á las venas, porque la corriente hácia el corazon continúa por efecto de la fuerza *à tergo*, y porque la válvula de la vena cardiaca está cerrada por la presion que el líquido ejerce en la aurícula. Se adelanta, durante la contraccion de esta última, hasta el ventrículo derecho dilatado, que se encuentra entonces en el maximum de distension. En el momento en que la

---

pia del corazon de que hablamos anteriormente, que se oian los ruidos, aunque con trabajo, lo cual prueba que no proceden de un choque contra las paredes del pecho, que debe reformarlas sin embargo. Ha comprobado que el punto donde se oyen mejor es la base de los ventrículos, en el origen de la aorta.

aurícula derecha se vuelve á dilatar para recibir de nuevo la sangre de las venas, el ventrículo del mismo lado se contrae, y como la válvula tricúspide se encuentra distendida por la presion que este ejerce delante del orificio aurículo-ventricular, se ve obligada á pasar entre las válvulas semilunares del orificio arterial que se separan para dejarla penetrar en la arteria pulmonal. De esta manera, la sangre venosa que vuelve del cuerpo, llega por la accion del ventrículo, hasta el parénquima de los pulmones. Hay sin embargo que notar, que cada contraccion de la aurícula no deposita en el ventrículo la totalidad de la sangre que contenia, y que una parte de ella refluye á la vena cava superior é inferior. De todos modos, esta contraccion interrumpe el aflujo de sangre de los troncos venosos hácia el corazon, que sin ella deberia ser continuo, puesto que la sangre venosa se halla sin cesar impelida por la columna sanguínea del ventrículo izquierdo en las arterias, los vasos capilares y las venas. Practicando una viviseccion se ve á los grandes troncos venosos dilatarse á cada contraccion de la aurícula, y yo he visto en las larvas de la salamandra que la sangre se adelanta por sacudidas solamente en la vena cava inferior y en las venas hepáticas. Este reflujo, ó por mejor decir esta detencion de la sangre en los principales troncos venosos, debe aumentarse cuando un obstáculo cualquiera la impide pasar en su totalidad á la arteria pulmonar, bien que esta haya esperimentado una alteracion de tejido, ó que las válvulas semi-lunares esten osificadas, ó bien que haya en los pulmones algun obstáculo al movimiento de la sangre. Este fenómeno se designa con el nombre de *pulso venoso*, cuyo pulso no puede estenderse á mucha distancia, porque las venas ceden con mucha facilidad, y solo la porcion de sistema venoso mas próxima al corazon se afecta de este movimiento.

Llegada la sangre á la arteria pulmonar, no puede refluir durante la diástole del ventrículo, porque la columna sanguínea baja las válvulas semi-lunares del orificio arterial. El movimiento de este líquido desde el ventrículo derecho al izquierdo, atravesando los pulmones, no es una verdadera circulacion, á pesar del nombre de pequeña circulacion que se le ha dado, porque despues de concluido su curso, la sangre no vuelve al sitio de donde partió; esta no es mas que una fraccion de la circulacion verdaderamente

dicha, y se deberia llamar curso de sangre á través de los pulmones en oposicion al curso de esta por el resto del cuerpo, puesto que la reunion de estos dos constituyen la verdadera circulacion. La sangre venosa, impelida constantemente por nuevas masas de sangre que envia el ventrículo derecho, pasa de los ramos de la arteria pulmonal á los vasos capilares del pulmon, y se vuelve roja ó arterial durante el paso por esta última, de donde corre á las venas pulmonales que la llevan al ventrículo izquierdo. Los vasos capilares del pulmon son, como en todas partes, las últimas ramificaciones que sirven de transicion entre las arterias y las venas, pero en esta parte las mallas de la red vascular estan sumamente apretadas. Todas estas redes capilares se hallan contenidas y estendidas en la membrana delicada que forma las células pulmonales, en las cuales se termina la traquearteria, y que es continuacion de la membrana mucosa de esta. Como esta membrana constituye un todo continuo de célula en célula, es menester representarse el interior del pulmon, haciendo abstraccion de los bronquios, de las arterias y de las venas, como una superficie inmensa reunida en pequeño espacio que se halla sembrada de redes capilares, de modo que el acto de la respiracion es el resultado del contacto del aire, conducido por la traquearteria y que toca las paredes de las células, con la sangre que se encuentra reducida á moléculas pequeñísimas en los vasos capilares de estas mismas paredes.

En los reptiles desnudos no forman los pulmones mas que simples sacos guarnecidos interiormente de espansiones. Las branquias, segunda especie de órgano respiratorio, no son mas que un medio de producir un gran aumento de superficie en pequeño espacio; pero en las branquias, el aumento de superficie respiratorio se hace á espensas de espansiones esteriores, mientras que en los pulmones se hace por repliegues utriculiformes ó interiores. La sangre de las arterias branquiales se estiende por una inmensa superficie mediante las redes capilares de las hojas branquiales, cada una de las cuales tiene su pequeña arteria que se repliega en su estremidad para convertirse en vena, en tanto que hay numerosas anastómoses trasversales capilares entre los dos órdenes de vasos sobre la superficie de las dichas hojas. En las ranas y en las salamandras puede observarse con el microscopio el movimiento de la sangre al través de

los vasos capilares del pulmon que parecen sacos (1). Los intersticios de las corrientes son pequeñas eminencias dispuestas con mucha regularidad, segun mis observaciones, y cuya estension es poco mayor que el diámetro de dichas corrientes. El movimiento de la sangre puede verse mas fácilmente aun en los vasos capilares de las branquias en las larvas de la salamandra. Las observaciones mas exactas que poseemos sobre la circulacion pulmonal en las salamandras, ranas y sapos, son las de Marshall Hall. Los ramos de las arterias y de las venas pulmonales corren paralelamente, de manera que hay un ramo venoso en el ángulo formado por dos ramos arteriales, y un ramo arterial en el ángulo formado por dos ramos venosos. Los ramos arteriales y los venosos se hallan distribuidos de manera sobre los tabiques que hay en el interior de los pulmones, que los venosos van al borde interno de estos tabiques. Los últimos ramos de las arterias y de las venas se terminan repentinamente en una red intermedia de vasos capilares, mientras que en todos los demás órganos los pequeños vasos continuan siempre dividiéndose y no llegan á formar la red capilar sino por una gradacion inapreciable. De este modo las últimas ramificaciones de las arterias y de las venas se ven perforadas en todas partes para recibir la sangre de los vasos capilares.

La destruccion de las redes capilares de las células pulmonales, y la de estas mismas células por la inflamacion, la supuracion ó degeneracion, producen resultados muy importantes: primeramente la disminucion de la superficie respiratoria, que puede producir una formacion imperfecta de sangre y el marasmo, y por otro lado la disminucion y la obliteracion parcial de la carrera que la sangre debe recorrer en su tránsito desde el corazon derecho al izquierdo, y de allí al resto del cuerpo. En los animales de sangre caliente, en quienes la totalidad de la sangre debe atravesar las redes capilares del pulmon para llegar á la gran circulacion, la menor disminucion de este tejido reticular tiene que poner un obstáculo á la circulacion general: así es que los es-

(1) V. las. figura de Cowper, *Phil. trans. abridged*, t. V, p. 331.—Prevost y Dumas, en Magendie, *Precis Elément de Fisiolog.*, t. II.

fuerzos del corazon, una predisposicion á las congestiones pulmonales y á la perineumonía, y los movimientos febriles, son síntomas muy comunes en las personas que padecen enfermedades del pulmon. Cualquiera otro órgano puede estar enteramente destruido sin que estorbe á la circulacion; pero la destruccion de los pulmones produce una alteracion completa de esta funcion; de donde se deduce que los que tienen estos órganos afectados de alguna enfermedad, deben evitar todo lo que pueda influir en el desórden y escitacion del sistema circulatorio. Se esplica del mismo modo por qué las lesiones considerables de otras partes del cuerpo, con tal de que no vayan acompañadas de una continua pérdida de jugos, no producen siempre fiebre, en tanto que las del pulmon se complican muy frecuentemente con la calentura hética. Las desorganizaciones que se efectúan en otras partes no producen sino obstáclos locales á la circulacion, como por ejemplo congestiones sanguíneas, exhalaciones de serosidad en las hidropesías locales, en la ascitis sobrevenida despues de la desorganizacion del hígado &c., modo de terminacion mas raro proporcionalmente en las desorganizaciones del pulmon. Cuando los capilares de este último órgano se hallan obstruidos por cuerpos estraños que se han introducido en las vias circulatorias, como el aceite, el moco, el mercurio en estado metálico, el carbon pulverizado y el azufre en polvo, la muerte es inevitable y sobreviene muy rápidamente, como lo ha demostrado Gaspard.

La circulacion pulmonar estaria completamente aislada de la del resto del cuerpo, si las arterias bronquiales no comunicasen con las pequeñas ramificaciones de la arteria pulmonal y de sus ramos.

Circulacion grande.

La sangre convertida en arterial, pasa de las venas pulmonales á la aurícula izquierda: en este momento empieza la gran circulacion, esto es, el trayecto que describe en la totalidad del cuerpo, escepto los pulmones, en cuyo trayecto recorre las arterias, penetra en los vasos capilares del cuerpo y llega á ser venosa ó negra, y entra finalmente en las venas para ser llevada al corazon derecho. Cuando la aurícula izquierda se dilata, que lo hace simultáneamente con la del

lado derecho, la sangre se precipita en su interior y parte del ventrículo izquierdo en el momento que este se relaja. La contraccion de la aurícula la impele al ventrículo dilatado, que se llena hasta el maximum. Durante la contraccion del ventrículo izquierdo, que se efectua en seguida, la válvula mitral se aplica al orificio aurículo-ventricular, y la sangre, franqueando el intervalo de las válvulas semilunares del orificio arterial, penetra en la aorta, que no la deja refluir porque la columna que forma baja las válvulas. La fuerza de contraccion del ventrículo izquierdo es mucho mayor que la del ventrículo derecho, y sabido es que las paredes del primero son en el adulto mas de tres veces mayores en espesor que las del segundo. El ventrículo izquierdo necesitaba ser mas fuerte, porque el trayecto que la sangre debe recorrer en el cuerpo es mas largo que el que corre en el pulmon, y por que este líquido tiene que vencer una resistencia incomparablemente mayor, por causa del roce en los vasos capilares de todos los órganos.

La sangre contenida en la aorta, impelida por una nueva columna de líquido á cada latido del corazon, se reparte por todo el cuerpo, escepto los pulmones, y atraviesa los vasos capilares para llegar á las venas.

Cuando se hace algun esfuerzo, el movimiento de la sangre en los capilares debe suspenderse en una gran parte del cuerpo, por la compresion que resulta de las contracciones repetidas por una parte de los músculos. Mientras mas se interrumpe la circulacion por este motivo, mas se asemeja á la interrupcion que un pequeño obstáculo determina en los pulmones; así es que se ven presentarse los mismos fenómenos: la columna de sangre contenida en las arterias resiste mas de lo ordinario á la fuerza impulsiva del corazon, el líquido no puede circular libremente en los pulmones y se va acumulando, de modo que hay menos cantidad de el que modifica la respiracion en un tiempo dado, y esto es lo que esplica la fatiga que esperimenta una persona cuando se entrega á un ejercicio violento, lo que se suele atribuir con poca razon á la mayor necesidad de respirar á que da lugar un movimiento muscular muy activo.

Las arteriolas, antes de continuarse con las redes capilares, contraen en cada órgano numerosas anastómosis, que pueden hacerse ver en una membrana, cuyos vasos se hallan lijeramente inyectados, y en muchos puntos una misma

parte recibe arterias de muy diversas regiones del sistema vascular. Así es que los ramos de la carótida interna y de la vertebral se dirigen al cerebro. Todos conocen las anastómosis que hay entre la arteria epigástrica, las intercostales, las mamarias &c. Este fenómeno se reproduce en todas partes, y como el sistema capilar no hace mas que formar un todo continuo, pues todas las partes se hallan enlazadas unas con otras, todos los vasos aferentes y eferentes del cuerpo comunican entre sí en este sistema, de manera que cuando el vaso aferente de una parte llega á ser obstruido, puede otro reemplazarle con facilidad. Los vasos capilares de la totalidad del cuerpo, las anastómosis de los vasos aferentes, forman de esta manera una serie no interrumpida que recibe la sangre de las infinitas arterias y en la cual este líquido penetra por diversas partes directa ó indirectamente. Así es que pueden formarse por una simple ampliacion de las comunicaciones ya existentes, y sin la formacion de nuevos vasos, vias nuevas de aflujo cuando se hallan obstruidas las que ejercian esta funcion, y con esto se esplica el fenómeno de la circulacion colateral ó del restablecimiento de la circulacion en una parte despues de la obliteracion del grueso tronco vascular. Una multitud de ramificaciones anastomóticas se ensanchan, y despues van produciéndose poco á poco troncos mas voluminosos unos que otros. En los animales irracionales puede ligarse la aorta abdominal sin que esta operacion tenga constantemente por resultado la muerte del animal, mientras que en los casos en que se ha practicado hasta ahora en el hombre, los individuos han perecido. Pero los demás troncos arteriales accesibles á nuestros instrumentos pueden ligarse con buen éxito cuando la necesidad lo exige. Y aun se citan hechos que prueban que cuando la obliteracion de la aorta se verifica poco á poco, por ejemplo detrás del orígen de las arterias destinadas á conducir la sangre á las partes superiores del cuerpo, puede restablecerse una circulacion colateral de manera que por medio del engrandecimiento de las anastómosis de la arteria mamaria interna y de la intercostal superior con las intercostales inferiores, la sangre llega por un rodeo á la porcion de la aorta debajo del punto obliterado. Puede verse con este motivo el caso observado por A. Meckel (1). En otro

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

análogo que ha descrito Reynaud, se restablecieron las principales comunicaciones entre la subclavia de cada lado y la porcion de la aorta situada debajo de la obliteracion, por anastómosis de la cervical profunda, de la cervical trasversa y de la primera intercostal con las intercostales, lo mismo que entre la subclavia y la crural por la anastómosis directa de la mamaria interna y de la epigástrica.

La sangre contenida en las arterias, impelida por las ondas del líquido que arroja á cada instante el ventrículo izquierdo, sigue el trayecto marcado por los vasos, y atravesando las redes capilares corre desde las mas sutiles arterias á las venas mas tenues, para reunirse despues en los gruesos troncos venosos y volver al corazon derecho. Con el microscopio puede seguirse fácilmente este trayecto en muchas partes trasparentes, de manera que este es un hecho de observacion directa y no una mera conclusion lógica sacada del modo con que la sangre se mueve en las arterias y en las venas.

Puede recurrirse para esta observacion á la membrana estendida entre los dedos de las ranas á la cola de los pescados jóvenes y á las larvas de salamandra, de rana y de sapo, al mesenterio de los animales vertebrados, á las alas de la comadreja y al blastodermo del huevo de los animales ovíparos (1).

Se puede ver distintamente á los corpúsculos de sangre pasar de las mas pequeñas ramificaciones arteriales á las redes vasculares cuyo calibre en este sitio no va ya en disminucion, y de estas al principio de las venas que luego producen los troncos y aumentan poco á poco de volúmen

---

(1) V. las figuras de los capilares sanguíneos del *area vascula sa del huevo* en Pander, *Entwickelungsgeschichte des Huenchens im Ei.* Wurzbourg, 1818; para los pescados jóvenes, véase Doellinger, *Denkschriften der Akademie der Wissenschaften zu* Muenchen, vol. VII; para la membrana natatoria de las ranas, véase á Schultz, *Der Lebensprozess im Blute.* Berlin, 1822, para las diversas partes de la rana y salamandra, véase á Kaltenbrunner, *Expl. circa statum sang. et vas in inflamat.* Munik, 1826; para el mesenterio de las ranas, en Reichel. *De sanguine ejusque motu*, Leipzick, 1767; Marshall Hall, *loc. cit.*, tabla 4.

En los capilares mas finos corren unos tras otros, algunas veces con intervalos; cuando se adelantan de este modo y uno á uno casi no tienen color, pero reunidos algunos de ellos parecen amarillos y en una cantidad mayor aparecen con un color amarillo rojizo ó rojos enteramente. En los animales que son vigorosos corren de una manera continua y sin sacudidas; pero si el animal es débil ó está debilitado, el movimiento es de sacudida, y los glóbulos aunque continuan su curso, lo hacen de una manera brusca y con mas rapidez, y si el animal es muy débil, los glóbulos no se adelantan sino en el momento de latir el corazon, despues de lo cual retroceden un poco. Cuando muchas pequeñas corrientes arteriales se encuentran en una anastómosis hay siempre una que tiene mayor fuerza que las demás, y que atraviesa sola la anastómosis para mezclar su sangre con la de las otras corrientes. Así es como las pequeñas corrientes se reunen y se dividen tambien en las redes vasculares mas finas hasta que toda la sangre se aglomera finalmente en el principio de las venas. Algunas veces una pequeña corriente cambia en direccion cuando otra adquiere mayor fuerza, lo que depende de la presion ejercida sobre las partes del animal. Todos los glóbulos pasan de las arterias á las venas y nunca se detienen en su camino ni se unen á la sustancia orgánica.

La sangre, durante su paso á través de los vasos capilares, se vuelve de un color rojo subido ó como suele decirse, negro. Su curso por las venas es uniforme y sin sacudidas. Las venas que estan espuestas á la presion de los músculos, tienen válvulas que impiden á la sangre el refluir hácia los capilares, de lo que resulta que la presion sobre dicho vaso lejos de detener el movimiento favorece por el contrario la progresion hácia el corazon. Las válvulas no existen en las venas de los órganos que estan defendidas dentro de las cavidades. Mayer ha descubierto alguna incompleta en las venas pulmonales, y E. H. Weber en la vena porta del caballo, pero faltan en el hombre.

Circulacion de la vena porta.

Las venas que se reunen para formar la porta, conducen la sangre de las partes de donde ellas mismas provienen al sistema capilar del hígado donde se avoca tam-

bien la sangre de las arterias hepáticas. De aquí resulta que la sangre del bazo, del conducto intestinal, del estómago, del páncreas y del mesenterio, no llega directamente á la vena cava inferior, sino que hace un rodeo para llegar á ella. Retzius ha descubierto sin embargo en el hombre, algunas pequeñas anastómosis entre la vena del intestino y los ramos de la vena cava. Cuando ejecutaba inyecciones frias muy tenues y de color diferente en la vena cava y en la porta, encontraba todo el mesocolon y el lado izquierdo del colon llenos de las dos inyecciones, y veia á los vasos inyectados de dos colores diversos formar unidos anastómosis en muchos puntos. Las venas del colon y del mesocolon, que pertenecian al sistema de la vena cava, se dirigian á la vena renal izquierda y ocupaban la cubierta esterior, en tanto que las que provenian de la vena porta se aproximaban en la mayor parte á la membrana mucosa. La superficie esterior del duodeno habia pues recibido la inyeccion de la vena cava. Breschet inyectó la pequeña vena mesentérica por los ramos de la vena cava inferior, y Schlemn encontró cerca del ano, anastómosis entre la pequeña vena mesentérica y las ramificaciones de la vena cava inferior; hecho que prueba que las aplicaciones de sanguijuelas pueden hacerse con buen resultado sobre el ano, en el caso de congestion sanguínea y aun en las inflamaciones del conducto intestinal.

La sangre de la vena porta en los animales vertebrados y la de las venas renales aferentes de los pescados y reptiles, tiene que vencer para volver al corazon un nuevo obstáculo que depende de la resistencia de un segundo sistema capilar situado en su trayecto. En las larvas de salamandra puede observarse la circulacion en el hígado con el auxilio de un microscopio sencillo iluminado de alto á bajo. En cuanto al color, no hay diferencia alguna entre la sangre de la vena cava, la de la porta y la de las hepáticas.

Celeridad de la circulacion.

Despues de haber presentado el cuadro general descriptivo de la circulacion, es necesario conocer el tiempo que emplea la sangre en recorrer el círculo vascular. De la rapidez de la sangre que corre fuera de los vasos no puede deducirse la que tiene en estos: su progresion se efectua en

el primer caso bajo la influencia de la presion á que está sometida dentro de ellos. En los vasos al contrario cada onda del líquido tiene que avanzar por la impulsion del resto de la masa sanguínea, y necesita vencer la resistencia que el roce produce en los de menor calibre.

Hering nos ha trasmitido curiosas investigaciones sobre el espacio de tiempo que emplea la sangre en recorrer todo su curso (1). De diez y ocho esperimentos hechos sobre los caballos ha sacado las conclusiones siguientes: El tiempo que una disolucion de concentracion diferente de cianuro ferroso-potásico inyectada en una de las venas yugulares empleó para llegar á la yugular opuesta, recorriendo el corazon derecho, la pequeña circulacion, el corazon izquierdo y la gran circulacion, fue de veinte á veinticinco, y de veinticinco á treinta segundos. Tardó veinte segundos para llegar á la gran safena, entre quince y treinta para llegar á la arteria mesentérica, diez á quince una vez y veinte á veinticinco otra para llegar á la arteria maxilar externa, y finalmente, veinte á veinticinco, y veinticinco á treinta, y una vez mas de cuarenta para presentarse en la arteria metatarsiana. El resultado no ha variado, cualquiera que haya sido la frecuencia de los latidos del corazon (2). Puede calcularse tambien la

---

(1) *Zeitschrist fuer Physiologie*, t. III, p. 85.

(2) J. Blake ha hecho muchos esperimentos ingeniosos sobre el tiempo que diversas sustancias inyectadas en el sistema vascular emplean en recorrer el círculo sanguíneo. Halló (*Edimb. med. and. surg. Journ.*, t. LIII, p. 35) que estas sustancias no necesitan mas que un espacio de tiempo inapreciable para llegar á los capilares, y que nueve segundos bastaban para repartirse por todo el cuerpo. Nuevos esperimentos han perfeccionado este primer resultado; seis granos de estricnina disueltos en tres onzas de agua mezclada con el ácido azótico, inyectados en la vena yugular de un caballo, tardaron diez y seis segundos en producir los primeros síntomas de envenenamiento: un segundo despues fue atacado el animal de convulsiones y murió al cabo de los cinco minutos. En los perros, una sustancia emplea siete ú ocho segundos para pasar de la vena yugular á la arteria coronaria del corazon. Grano y medio de azoato de estricnina disuelto en drac-

celeridad de la circulacion por la capacidad de los ventrículos y por la cantidad de la sangre. Los hechos conocidos relativamente á la cantidad de la sangre han sido recopilados por Burdach. Segun Wrisberg, una mujer que pereció de una hemorragia perdió veintiseis libras de sangre, y se sacaron veinticuatro libras de este líquido de un individuo pletórico condenado á ser decapitado. Si se concede que á cada latido del corazon el hombre arroja dos ó tres onzas de sangre, la circulacion de veinticinco libras de este líquido exige doscientos, ó ciento treinta y tres latidos del corazon. De este resultado puede deducirse que la circulacion termina su círculo en el hombre en ciento treinta y tres á doscientos latidos del corazon. Sin embargo el resultado sacado de los esperimentos de Hering es mucho mas seguro.

El tiempo que emplea la sangre en recorrer el espacio comprendido entre una y otra mitad del corazon, es decir, la mitad de la circulacion, varía segun los órganos. La que pasa de un lado al otro del corazon por los vasos cardiacos, exige infinitamente menos tiempo para concluir este trayecto que la que se dirige del corazon izquierdo al pie, y desde el pie al corazon derecho. De donde se deduce que la circulacion entre las dos mitades del corazon forma una infinidad de rodeos de muy diversa estension, de los cuales el mas pequeño es el que describen los vasos del mismo corazon. El camino que tiene que recorrer la sangre para ir del corazon derecho al izquierdo atravesando los pulmones, es mas corto que la mayor parte de los arcos comprendidos en la gran circulacion, y además, en igualdad de circunstancias, la sangre le recorre con mas celeridad que en los demás vasos del cuerpo.

Aunque la cantidad de sangre contenida en cada instante en la gran circulacion es mucho mayor que la que existe en la pequeña, sin embargo un punto cualquiera de la arteria pulmonal deja pasar en un tiempo dado tanta sangre como otro de la aorta, puesto que no hay ningun

---

ma y media de agua, inyectado en la vena yugular de un ganso produjo efectos al cabo de seis segundos y medio, y al cabo de ocho murió el animal. Medio grano de estricnina inyectado en la vena de un conejo determinó síntomas de envenenamiento al cabo de cuatro segundos y medio, y la muerte á los siete.

punto de un circuito cerrado que no tenga que dejar escapar tanta sangre como afluye á otro punto del mismo circuito. En cuanto á la circulacion en los pequeños vasos puede por el contrario variar mucho.

Finalmente, la rapidez circulatoria en las pequeñas ramificaciones debe ser menor que en los troncos de los vasos en general, porque la capacidad de los ramos de un tronco reunidos es mayor que la del mismo tronco (1). Pero si se suponen todos las ramos de un tronco reunidos, figurándose la circulacion como una corriente que vuelve sobre sí misma, todos los puntos del trayecto son recorridos en el mismo espacio de tiempo por una misma cantidad de sangre, en tanto que las partículas de esta masa deben moverse con mas rapidez cuando los tubos se estrechan y con mas lentitud cuando se ensanchan; de manera que á pesar de la disminucion del movimiento de las moléculas en los grandes tubos y su aceleracion en los pequeños, la masa de sangre que atraviesa los diversos puntos del círculo es la misma en todas partes en un mismo espacio de tiempo.

---

(1) Tal es al menos la opinion general, segun la cual se representa al sistema arterial como un cono cuya punta se halla en el corazon y cuya base está en la periferia. Fromly (*Lond. med. Gaz.* 1839, tomo XXV, p. 389), ha querido probar por el contrario, que el diámetro de los ramos reunidos es casi igual al de sus troncos. Paget sometió esta cuestion á un nuevo exámen (*ibid.*, 1842, t. II, p. 553). Encontró que por lo general la antigua opinion era esacta, pero que sin embargo no podia aplicarse mas que á los vasos de la parte superior del cuerpo y que la proporcion inversa existe en los de la parte inferior, donde por lo tanto el curso de ella se halla acelerado. De modo que la aorta abdominal estando representada por 1, sus ramos reunidos dan, 0,893, y la iliaca primitiva representada por 1, sus ramos dan, 0,982, mientras que el cayado de la aorta representada por 1, da 1,055, y la carótida 1,190.

CAPITULO III.

DEL CORAZON COMO CAUSA DE LA CIRCULACION.

El corazon se contrae como las demás partes musculares á consecuencia de escitaciones mecánicas ó galvánicas. Sœmmerring, Rehrends y Bichat han negado la influencia del galvanismo sobre este órgano; pero yo he repetido muchas veces los esperimentos de Humboldt y de Fowler y obtenido los mismos resultados. En las ranas y en los perros he visto escitarse las contracciones del corazon, que habian ya cesado, por un simple par de planchas ó por una débil pila. Pero el corazon, como las partes no sometidas á la voluntad, el conducto intestinal &c. se diferencia de los demas músculos en que la irritacion, en vez de producir una convulsion momentánea, determina una serie de movimientos rítmicos como los que pertenecen al mayor número de partes no sometidas á la voluntad.

Para esplicar el carácter rítmico de estas contracciones se ha dicho, que si el corazon arroja por un lado el escitante que le solicita, esto es la sangre, el vacío de este líquido llega á su vez á ser la causa en razon de la cual se llena este órgano de sangre por el lado opuesto, y que es fácil concebir por esta razon el por qué la sístole de las aurículas alterna con la de los ventrículos, porque al vaciarse una de sus cavidades por efecto de su contraccion, se sigue necesariamente que aquella en que se abre debe llenarse de nuevo.

Por necesarias que sean para el sostenimiento de la actividad del corazon una cierta cantidad de sangre y una cierta replecion de las cavidades cardiacas, y por cierto que sea que toda distension mecánica de este órgano debe producir en él una contraccion, sin embargo, la irritacion que la sangre determina en sus cavidades, no es la causa del carácter rítmico de sus contracciones, puesto que aun despues que ha sido separado del cuerpo continúa contrayéndose aunque mas débilmente. La causa por lo tanto debe ser mas oscura y depender de la relacion que hay entre los nervios y la sustancia del corazon. Volveremos á este punto cuando tratemos de los movimientos involuntarios.

1.º *El corazon depende de la respiracion.*=Cuando los

cambios químicos de la sangre en los pulmones cesa de operarse, sea por las lesiones de los nervios que producen la cesacion de los movimientos respiratorios, sea por los obstáculos mecánicos ó por la presencia de gases no respirables, la actividad vital de todos los órganos se halla debilitada, y en los animales de órden superior se destruye rápidamente. Aunque, como lo han demostrado Bichat y Emmert (1), el movimiento de la sangre no se detiene al momento, porque este líquido pasa negro ó venoso á las arterias; y aunque en los animales de sangre caliente despues de la muerte general aparente, el corazon continúe á veces todavía latiendo débilmente por espacio de media hora, sin embargo, el obstáculo á la circulacion debilita de tal modo su accion, que la funcion no tarda en interrumpirse. Por otro lado, en todos los animales cuyos movimientos respiratorios han sido detenidos por una lesion del cerebro y sobre todo de la medula oblongada, ó por un envenenamiento, la circulacion puede prolongarse durante un largo espacio de tiempo por medio de la respiracion artificial, esto es por un procedimiento que consiste en introducir el aire en los pulmones haciéndole salir en seguida. Brodie ha visto en un perro decapitado, despues de la ligadura de los vasos cervicales, y cuya respiracion se prolongó por medios artificiales, contraerse el corazon treinta y cinco veces por minuto durante dos horas y media (2). En los animales de sangre fria, esta influencia de la respiracion ó de la sangre roja sobre el corazon, es mucho menos considerable, porque yo he visto ranas á las que habia ligado y estraido los pulmones, continuar viviendo durante treinta horas sin que dejase de continuar la accion del corazon. Estos animales, aunque no puedan respirar ni por los pulmones ni por la piel, como por ejemplo cuando se los tiene sumergidos en gas hidrógeno puro, viven mas de doce horas, como yo mismo he observado; pero despues de la destruccion del cerebro y de la medula espinal, las contracciones del corazon cesan á las seis horas. Esto prueba que los nervios ejercen sobre el corazon una influencia mucho mas directa que la de la sangre roja. Es muy posible tambien que la cesacion de la accion del corazon á que da lugar la inter-

(1) Reil's *Archiv.*, t. V, p. 401.
(2) Idem, t. XII, p. 140.

rupcion de la respiracion, provenga en gran parte del cambio que el sistema nervioso esperimenta cuando no recibe sangre arterial.

Goodwin decia que la disminucion de actividad de la circulacion despues de cesar de funcionar los pulmones, en los animales de escala superior, consistia en que el ventrículo izquierdo no recibia sangre roja, y de ahí el suponer que la influencia de esta sangre es absolutamente necesaria á la actividad del corazon izquierdo. Bichat (1) por el contrario, ha fijado como principio, y con razon, que las dos mitades del corazon no tienen irratibilidad específica para las distintas especies de sangre, y que son igualmente irritadas por la sangre roja que conducen á él los vasos coronarios. En el feto, cuyas aurículas se comunican por el agujero oval y que no tiene respiracion pulmonal, sino que se opera en la placenta una especie de cambio, las dos mitades del corazon contienen la misma sangre.

2.º *El corazon depende de los nervios.* Aunque esté bien manifiesto que los latidos del corazon cambian bajo la influencia de las pasiones y otras modificaciones del sistema nervioso, algunos fisiólogos, y Haller entre ellos, han negado que el movimiento del corazon dependiese de esta influencia, porque el órgano continúa contrayéndose despues de haber sido estraido del cuerpo, y porque la irritacion de sus nervios no provoca contracciones semejantes á las que determina la irritacion de los nervios en los otros músculos.

Sœmmerring y Behrends han procurado en 1792 establecer que la sustancia del corazon no recibe nervios, y que todos los filetes nerviosos que se encuentran en esta sustancia estan destinados únicamente á las túnicas de los vasos cardiacos. Esta hipótesis parecia confirmar las doctrinas de Haller sobre la contractilidad muscular, á saber, que los músculos poseen la fuerza motriz en sí mismos y no por sus relaciones con los nervios, y que estos no producen sus movimientos sino á la manera que los estimulantes esteriores mecánicos, eléctricos ó químicos (2) Pero

---

(1) *Recherches sur la vie et la mort.* Paris, 1832.

(2) Hipótesis que veremos reproducida cuando se trate del sistema nervioso, pero con una modificacion importante por los esperimentos hechos en estos últimos tiempos por Longet.

Scarpa ha demostrado que los nervios cardiacos se esparcen tambien en gran número en la parte carnosa del corazon. Humboldt ha producido movimientos del corazon galvanizando los nervios cardiacos de los mamíferos (1). Burdach ha visto en un conejo muerto fortalecerse los latidos del corazon cuando galvanizaba la porcion cervical del gran simpático, ó el ganglio cervical inferior. Esperimentos del mismo género hechos sobre la fuerza motriz de los nervios no pueden aducirse como pruebas sino cuando se esponen á la pila los nervios solos y es débil la accion galvánica; porque las descargas fuertes son trasmitidas al corazon por los conductores húmedos, lo mismo que por los nervios en virtud de la conductibilidad. Los esperimentos de Burdach, que aceleraba los latidos del corazon en un conejo muerto tocando el gran simpático con potasa ó amoníaco caústico, son tanto mas interesantes cuanto que en el conejo muerto no hay ya sensaciones dolorosas que puedan influir sobre estos mismos latidos. Los que Brachet (2) y otros varios han hecho sobre la irritacion de los nervios en animales vivos, nada absolutamente prueban respecto del corazon, puesto que los latidos del órgano se alteran mucho por las sensaciones dolorosas.

Finalmente, el corazon se distingue de los demás músculos en que estando separado del cuerpo y vacío, sigue contrayéndose aun faltando todo estimulante, especialmente en los animales de sangre fria. Sus diferentes partes se contraen entonces con el mismo órden que se verificaba en el animal, particularidad que no puede esplicarse sin admitir que los nervios contenidos en la sustancia de este órgano sigan ejerciendo una influencia específica, que por consecuencia pueda indicarse como verdadera causa de sus contracciones.

Por otra parte, hechos hay que demuestran que una solucion de continuidad de los nervios cardiacos influye en la duracion de la actividad del corazon. Bajo este concepto, un caso descrito por Heine (3) ofrece mucho interés: es el de

---

(1) *Ueber die gereizte Muskel-mid Nervenfaser*, t. I, p. 442.

(2) MULLER'S *Archiv.*, 1841, p. 234.

(3) *Investigaciones sobre el sistema nervioso ganglionico*, Paris, 1837.

un hombre á quien solian faltar cuatro ó seis latidos del corazon, y cuando se abrió el cadáver se descubrió un nudo como una avellana en el trayecto del gran nervio cardiaco.

Hay otra cuestion, que es la de averiguar si la influencia procede inmediatamente de los nervios cardiacos y de su orígen, el gran simpático, ó si el cerebro y la medula espinal comunican á estos nervios la fuerza en virtud de la cual mantienen la movilidad del corazon. Esta cuestion fue suscitada por Bichat, que atribuia funciones muy distintas á los nervios cerebro-espinales y al gran simpático. Los nervios del cerebro y de la medula espinal que pueden provocar movimientos voluntarios cuando se distribuyen por músculos, estan en una dependencia absoluta de estos órganos; todo lo que destruye sus conexiones con ellos pone fin á su influencia escitadora de los movimientos voluntarios. Paralizanse tambien los nervios de la medula espinal cuando una lesion del cordon raquidiano los impide comunicar con el cerebro, aunque un nervio separado del encéfalo ó de la medula espinal pueda determinar todavía movimientos voluntarios en el músculo á que pertenece cuando llega á recibir una escitacion mecánica ó galvánica. Por el contrario, las partes que reciben nervios del gran simpático, como el corazon, el conducto intestinal y la matriz, no tienen mas que movimientos involuntarios. Bichat daba al sistema de los nervios cerebro-espinales el nombre de sistema nervioso de la vida animal, y al del gran simpático el de sistema de la vida orgánica; atribuia á este último cierta independencia del cerebro y de la medula espinal, y consideraba á los ganglios y plexos diseminados por su trayecto como constituyentes de las partes centrales.

Despues que C. Bell dió á conocer la division de las raices de los nervios en motrices y sensitivas, quiso demostrar Scarpa que el gran simpático comunica solamente con las raices posteriores ó sensitivas de los nervios espinales, y no con las anteriores ó motrices; que por consiguiente no puede depender de la medula espinal para la escitacion del corazon, y que por sí no posee tampoco ninguna fuerza motriz. (1). Pero las investigaciones de Wutzer y las mias propias, así como las de Retzius y de Mayer, han demostrado que no es exacta la opinion de Scarpa, y que los ramos de

(1) *De ganglíis nervorum, de quæ origine et acutia nervi intercostalis*, en *Anali unic. di medicina* 1831, mayo y junio.

comunicacion entre el gran simpático y los nervios espinales, reciben sus filetes, tanto de las raices anteriores ó motrices como de las raices posteriores ó sensitivas de los nervios raquidianos (1).

Legallois, Philip, Treviranus, Nasse, Wedemeyer, Clift y Flourens, son los principales fisiólogos que han estudiado por medio de esperimentos la influencia del cerebro sobre los movimientos del corazon.

Legallois (2) decia que la causa de la accion del corazon reside únicamente en la medula espinal. Si se destruye en un animal la porcion cervical de la medula espinal y la medula oblongata, la respiracion se detiene, porque estos dos órganos son el orígen de los nervios que presiden á esta funcion; los latidos del corazon continúan, pero mas débiles, sin poder prolongar por mucho tiempo la marcha de la sangre, y no puede llegarse por los medios artificiales de respiracion á restituirles la energía necesaria para hacer posible la circulacion; esta última cesa igualmente cuando se destruye la parte inferior de la medula espinal, y no puede ser reanimada por la respiracion artificial. Legallois deducia de estos esperimentos que la influencia de los nervios sobre la accion del corazon no depende de una porcion determinada, sino de todo el cordon. Si esto es así, decia, despues de la destruccion de una parte de la medula espinal, la fuerza nerviosa de la porcion que no ha sido destruida, no basta á dar fuerza al corazon para que ponga en movimiento la masa de la sangre; pero puede bastar cuando se prolonga la respiracion por los medios artificiales para hacer atravesar á la sangre una parte del sistema vascular. Legallois deducia además que cuando despues de la destruccion parcial de la medula espinal se limita la circulacion por las ligaduras aplicadas á cierto número de vasos, el movimiento de la sangre puede prolongarse aun en la porcion del organismo que únicamente ha quedado accesible, y que cuanto mas se aproxima al corazon la ligadura, mayor porcion puede destruirse de la medula espinal sin interrumpir la circulacion. Este observador ligaba la aorta en los conejos á la altura de las vértebras lumba-

---

(1) V. MECKEL'S *Archiv.*, 1830, t. I, p. 85 y 260.
(2) *Exp. sur le principe de la vie.* París, 1812.

res, y destruia la region lumbar de la medula. Otras veces cortaba la cabeza al animal despues de haber ligado las carótidas y las yugulares; despues destruia la medula en el cuello entreteniendo la respiracion por medios artificiales. Por último, en algunos esperimentos mas crueles aun, quitaba toda la mitad inferior del cuerpo despues de haber ligado los vasos mas gruesos. Constantemente la circulacion seguia por mas ó menos tiempo entre el corazon y las ligaduras, y Legallois asegura que en algunos casos continuó por mas de tres cuartos de hora. Por consiguiente, sostenia que el nervio gran simpático no es independiente, que no solo tiene conexiones con la medula espinal, sino que realmente nace de ella, y que el carácter particular de este nervio es colocar las partes en que se distribuye bajo la influencia de la fuerza motriz del cordon raquidiano entero.

La comision encargada de examinar sus trabajos creyó que estos esperimentos habian resuelto todas las dificultades á que habian dado orígen los movimientos del corazon, que principalmente esplicaban la razon por la cual el corazon está sometido á la influencia de las pasiones, porque no obedece á la voluntad y porque la circulacion continúa hasta el momento de nacer en los monstruos privados de cerebro.

Sin embargo, los esperimentos de Wilson Philip (1), han demostrado que los de Legallois no esplicaban la relacion que hay entre el cerebro, la medula espinal y el nervio gran simpático. Cuando á un animal se le priva del movimiento voluntario y del sentimiento, por medio de un golpe dado en el occipucio, la respiracion cesa, pero el movimiento del corazon continúa y puede ser sostenido durante mucho tiempo por la respiracion artificial. Sepárese entonces el cerebro y la medula espinal, y el corazon continuará aun latiendo aunque mas débilmente que de ordinario. Los movimientos de este órgano persisten igualmente casi siempre despues de haber destruido la medula espinal y el cerebro con una barra de hierro hecha ascua. Philip saca de aquí una consecuencia opuesta á la de Legallois, á saber, que la causa de la accion del corazon es independiente del cerebro y de la medula espinal. Pero segun sus esperimentos, estos dos órganos ejercen, sin embargo, una

(1) *Inquiry into the laws of the vital functions*; Londres, 1817.

gran influencia sobre las afecciones simpáticas de los nervios simpáticos y del corazon. Philip ha demostrado tambien que la influencia del cerebro y de la medula espinal sobre el gran nervio simpático y las vísceras, se presenta diferente segun la clase de lesion. Cuando se separan algunas partes ó la totalidad del cerebro; cuando se destruye lentamente la medula espinal con una barrita de hierro candente, el corazon continúa latiendo por mucho tiempo aunque con menos fuerza; pero su accion cesa si la destruccion se hace de una manera rápida. Así es que cuando se aplasta de un martillazo el cerebro de una rana viva, el corazon no se mueve sino con lentitud y muy débilmente, y se interrumpe por intervalos de medio minuto: si se llegase á destruir del mismo modo la medula espinal con violencia, el movimiento se estinguiria de nuevo por algun tiempo, despues de lo cual la fuerza contractil se recobra un poco.

Clift ha visto al corazon de las carpas latir durante once horas despues de la destruccion de la medula espinal.

Flourens dedujo de estos esperimentos sobre los pescados (1), que la accion del corazon dependia únicamente de la respiracion, y que esta cesa por efecto de la abolicion de los movimientos respiratorios despues de la destruccion de la medula espinal, de la cual dependen estos movimientos: dedujo igualmente que en los pescados cuyos movimientos respiratorios estan esclusivamente bajo la dependencia de la medula oblongata, de modo que pueden continuar despues de la lesion de la medula espinal, la circulacion sigue por la misma razon. Pero Marshall Hall (2) ha visto la circulacion continuar durante mucho tiempo en los pescados despues de la destruccion de la medula oblongata; sin embargo, no deja de considerar al corazon dependiente en cierto modo de la medula espinal y tambien del cerebro (1).

---

(1) *Memorias de Anatomía y de Fisiología comparadas*; París, 1844, p. 75.

(2) *An essay on the circulation.* Londres, 1831.

(3) *Comp.* Treviranus, *Biología*, t. IV, p. 644.—Clift, en *Philos. Trans*, 1815. — Wedemeyer, *Phisiologische Untersuchungen ueber das Nervensystem un die Respiration*; Hanover, 1817.—Nasse, en Horn's *Archiv.* 1817, p. 189. De los esperimentos de Legallois se encuentra una crítica detallada, así como tambien una buena disertacion del objeto en cuestion, en Nasse, *Untersuchungen zur Lebens natur le pre.*

Reuniendo los resultados de Legallois, Philip y otros con los hechos ya conocidos, á saber, que el corazon continúa latiendo mucho tiempo, sobre todo en los pescados, despues de haber sido separado del cuerpo; que las afecciones deprimentes del sistema nervioso disminuyen la energía de sus latidos, y que el síncope va acompañado de una disminucion en la circulacion, deduce:

1.º Que el cerebro y la medula espinal tienen una gran influencia en los movimientos del corazon, pudiendo acelerarlos, debilitarlos y robustecerlos.

2.º Que cuando el cerebro y la medula espinal han sido separados del cuerpo, duran estos movimientos por algun tiempo (Flourens asegura que en los conejos continúan por mas de una hora con pulsacion en las carótidas cuando se mantiene artificialmente la respiracion), pero que van siendo mas débiles y no sostienen por mucho tiempo la circulacion en toda su fuerza.

3.º Que no cesan al momento, ni aun despues de la estraccion del corazon, es decir, cuando este órgano ha sido separado de la mayor parte del gran simpático.

La medula espinal y el cerebro no tienen una relacion tan estrecha con el corazon que su separacion anule el principio de movimiento de este órgano. Los nervios cardiacos, la misma porcion de estos nervios que se encuentra en la sustancia del corazon separado del cuerpo, puede conservar todavía una parte de la influencia vivificadora. Pero el cerebro y la medula espinal deben no obstante ser considerados como orígen principal de la influencia nerviosa: su destruccion debilita mucho al corazon, porque si continúa moviéndose largo tiempo, no es con la fuerza necesaria para sostener la circulacion. Si algun medio hay de calcular el grado de esta dependencia, es el que ha empleado Nasse: mide este observador por la altura la fuerza con que sale la sangre de una arteria cortada en el estado normal; despues destruye la totalidad ó solamente una parte de la medula espinal, y halla que al cabo de algunos minutos la altura ha disminuido en proporcion á la lesion de la medula.

El movimiento de la sangre parece ser aun mas independiente del cerebro y de la medula espinal en los monstruos privados de estos dos órganos. En los hemicéfalos el cerebro está la mayor parte del tiempo destruido por el hi-

drocéfalo, y la misma enfermedad puede destruir la medula espinal (1).

El orígen constante de las contracciones del corazon es pues en primer lugar la fuerza motriz del gran simpático; pero la causa conservadora y escitadora de esta última reside en el cerebro y en la medula espinal, que pueden á su vez ser determinados por todos los órganos: esto es lo que hace posible que una enfermedad local escite sensaciones morbosas en todo el cuerpo, y que toda afeccion patológica local intensa cambie las pulsaciones del corazon y el pulso.

La accion del corazon puede ser solicitada de dos maneras por la medula espinal: primero á consecuencia de las sensaciones, y en segundo lugar inmediata y directamente. Las sensaciones escitadoras pueden llegar á la medula espinal desde todos los nervios raquidianos, y pasar despues á las fibras motrices que provienen de esta última, en cuyo sentido puede decirse exactamente, que todas las partes de la medula espinal pueden obrar sobre el corazon; mas por lo que concierne á las influencias motrices que parten inmediatamente de este cordon, parece que el corazon tiene, como otro cualquier órgano, relaciones determinadas por medio de los nervios con partes determinadas tambien de la medula. Segun los esperimentos de Valentin (2), el nervio accesorio y los nervios cervicales superiores obran sobre el movimiento del corazon por medio de sus raices anteriores. Segun Budge (3), la parte superior de la medula espinal es el orígen de las influencias motrices en el corazon, y radica en el intervalo comprendido entre la tercera ó cuarta vértebra cervical y la estremidad de la medula oblongata en la porcion de los cordones anteriores que toca inmediatamente á la línea mediana; porque irritando este punto con una aguja se aumenta notablemente, á lo que el citado Budge asegura, el movimiento del corazon en los animales que acaban de morir; y afirma además que la influencia

---

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

(2) *De functionibus neworum cerebralium et nervi sympathici.* Berna, 1839.

(3) *Untersuchungen ueber das Nervénsystem*, Francfort, 1841.

está reducida á dichos límites, tanto que ninguna otra parte del cerebro, por mas que se la escite, puede provocar el movimiento del corazon cuando ya no hay sensaciones.

Los nervios cardiacos, conductores de estas influencias, provienen los unos del par vago, con el cual viene á cruzarse el accesorio, y los otros de los ganglios cervicales y de los primeros ganglios torácicos del gran simpático que proceden de los nervios raquidianos. El tronco del gran simpático en el cuello no ejerce ninguna influencia esencial en la accion del corazon, pues que en los trece esperimentos de Pommer (1), la seccion de aquel nervio en el cuello no trajo ninguna consecuencia notable.

CAPITULO IV.

DE LAS DIVERSAS PARTES DEL SISTEMA VASCULAR.

Arterias.

La sangre corre continuamente en las arterias, pero con una velocidad que aumenta á cada contraccion del corazon. Este es un hecho del cual se adquiere una completa conviccion observando la circulacion con un microscopio y tambien haciendo la seccion trasversal de una arteria. La velocidad del movimiento deberia ser la misma en toda la estension del sistema arterial, si este conservase en todas sus partes los mismos diámetros; pero como los diámetros reunidos de los ramos forman un todo mayor que el diámetro del tronco, el movimiento debe disminuir en celeridad en las ramificaciones, porque bajo la influencia de una fuerza idéntica una misma masa del líquido recorre mas rápidamente un tubo estrecho que un tubo mas ancho, cuya capacidad es la misma en una pequeña estension que la del otro en una mayor (2).

Se ha creido en otros tiempos, que los ángulos obtusos y agudos que forman las ramas al separarse de los troncos vasculares tenian influencia sobre la celeridad y que los ángulos obtusos dificultaban el movimiento. Pero, en los tubos

---

(1) *Beitræge zur Natur.-und. Heilkunde. Heilbroun*, 1834.
(2) *Comp.* Ya hemos puesto una nota sobre este asunto.

cerrados, un líquido que los recorra se halla sometido en todas partes á la misma presion y tiende con una misma fuerza á recorrerlo en todas direcciones.

El roce y la adherencia del líquido á las paredes ejercen por el contrario una influencia esencial sobre su movimiento. Es tan grande esta influencia que la sangre corre con mucha mas celeridad en el centro de las arterias que á lo largo de sus paredes, de lo que puede uno convencerse viendo con el microscopio una pequeña arteria. En la rana se ven los corpúsculos de sangre adelantarse con rapidez en el centro de los vasos, en tanto que los pequeños corpúsculos de la linfa corren mucho mas lentamente á lo largo de las paredes (1).

Elasticidad de las arterias.

Las arterias gozan de un grado estraordinario de elasticidad que conservan hasta despues de cocidas ó conservadas durante algunos años en alcohol. Esta propiedad depende de una espesa cubierta de tejido fibroso elástico y anular que está situado inmediatamente debajo de la capa celular esterior, y que bajo todos aspectos se asemeja al tejido elástico amarillo de otras partes. Esta cubierta es enteramente diferente de la sustancia muscular, como lo ha hecho ver Berzelius.

La sustancia muscular es blanda y seca, y contiene mas de tres cuartas partes de su peso de agua. La fibrina arterial es seca y muy elástica. La sustancia muscular se conduce químicamente como la fibrina de la sangre, es soluble en el ácido acético, y se disuelve con dificultad en los ácidos minerales con quienes forma combinaciones insolubles. La fibra arterial es insoluble en el ácido acético pero muy soluble en los ácidos minerales, y la disolucion no se precipita ni por los álcalis ni por el cianuro ferroso-potásico, como debia suceder si contuviese fibrina. Es importante conocer estos caracteres para el estudio del movimiento de la sangre en las arterias.

---

(1) V. Acherson en Muller's. *Archiv.* 1837. Sus observaciones han sido confirmadas despues por las de E. H. Weber, *ibid.* 1838, p. 450.—Comp. Poisenelle, *Recherches sur les causes du mouvemente du sang dans les capellaires*; *París* 1835, p. 44.

Aquí, como en otras regiones del cuerpo, el tejido elástico está caracterizado segun las observaciones microscópicas de Lauth, de Schwann y de Eulenburg, por fibras de diverso espesor que producen ramificaciones y que tienen un contorno oscuro muy pronunciado. Esto no obstante, no está siempre formado de esta manera. En los pescados cyclostomos no he encontrado en la cubierta elástica de las arterias mas que manojos de fibras paralelas, semejantes en todas partes, que no tienen ramos y que imitan perfectamente á las fibras del tejido celular, de las que no se diferencia mas que por el color amarillo.

El tejido elástico no se halla únicamente limitado á la cubierta elástica de las arterias. Schwann ha observado tambien las fibras elásticas en la cubierta celular esterior de estos vasos, y Henle dice que ha encontrado algunas esparcidas en la tercer cubierta, de lo que hablaré detenidamente cuando se trate de la tonicidad de las arterias. Las venas tienen pocas fibras elásticas. Segun Schwann, la vena crural del buey tiene una espesa cubierta media de fibras trasversales que pertenecen á la clase de las fibras del tejido celular, y otra interna estremadamente delgada que se compone de fibras elásticas longitudinales (1).

La sangre contenida en las arterias se somete momentáneamente á la presion del corazon, y principalmente á la de la túnica elástica de las arterias. Si estas no fuesen tubos inelásticos, la sangre no se adelantaria sino por impulsiones, haciendo lugar á la que cada contraccion del ventrículo despida en la aorta. Pero la túnica elástica hace que se mueva tambien en los intervalos de los latidos del corazon, porque en este momento está sometida á toda la presion de esta túnica. He aquí por qué marcha de una manera continua pero con una celeridad ondulatoria en las arterias examinadas con el microscopio, y en las que han sido cortadas trasversalmente (2).

Weber ha notado que el corazon tiene alguna anología

---

(1) V. su artículo de *Vasos* en la *Encicloп. Wœrterbuch der med. Wissenschafter* y EULEMBURG, *De tela elastica*. Berlin 1836.

(2) V. E. H. WEBER, *Anotaciones anat. y Physiol. Prolus* I.

con una bomba de fuego, y que la sangre sale de él por sacudidas repetidas periódicamente. Pero como es necesario que el líquido corra de una manera continua á cada presion de la bomba, el líquido además de ser impulsado hácia adelante tiene tambien un cuerpo elástico tirante que continúa oprimiéndole y le obliga á caminar mientras que la bomba no le comprime. Lo que la túnica elástica produce en las arterias, lo determina el aire que se encuentra sobre el agua del depósito de la máquina. Al mismo tiempo hay un regulador que son los fuelles. La osificacion de las arterias las despoja de su elasticidad, de aquí nace la disposicion á la apoplejía, gangrena &c.

Las arterias poseen tambien en virtud de su elasticidad, la facultad de retraerse tanto mas, cuanto que contienen menos sangre. Cuando alguno de estos vasos ha sido cortado, el chorro de sangre se vuelve cada vez mas delgado. En un caballo que Hunter dejó morir de hemorragia, la aorta habia perdido mas de una décima parte de su diámetro, la ilíaca una sesta parte, la crural una tercera parte, y en el hombre se han visto arterias del volúmen de la radial disminuidas hasta el punto de obliterarse (1). Cuanto mayor es la fuerza de las pulsaciones del corazon, mas se distienden las arterias y contienen mas sangre proporcionalmente con las venas; y por el contrario, cuanto mas débiles son las pulsaciones del corazon, la elasticidad de las arterias puede equilibrar mejor la impulsion del corazon, por ser entonces estos vasos mas estrechos y contener menos sangre en proporcion á las venas. Este fenómeno sobreviene antes de la muerte y á él se debe en parte el que despues de esta, esten las arterias vacías, aunque en realidad no lo estan del todo, al menos en su mayor número, porque muchas de entre ellas contienen tanta sangre como pueden contener en su mayor estado de contraccion.

Presion á que está sujeta la sangre en las arterias.

La fuerza de presion que obra sobre la sangre en las arterias se aprecia por la altura á que sube en un tubo puesto en comunicacion con un vaso arterial ó por la al-

---

(1) ABERNETHY, *Physiolog. lect.*, p. 224.

cura de una columna de sangre ó de mercurio que equilibra esta presion. Hales se habia ocupado ya de este problema. Habia visto la sangre de la arteria crural de un caballo levantarse á la altura de 8 á 9 pies en un tubo, la de la arteria temporal de una oveja á 6½ pies y á 4 ó 6 la de un perro, mientras que la de la vena yugular del primero no se elevaba mas que á 12—21 pulgadas, á 5½ la de la segunda y á 4—8½ la del último. Poiseuille (1) se sirvió para sus esperimentos de un instrumento á que dió el nombre de *hemo-dynamómetro*, y que consiste en un tubo de vidrio con un brazo horizontal, otro vertical descendente y un tercero ascendente encorvado, de manera que describe un cuarto de círculo y un semicírculo. Cuando se echa mercurio en la parte, puesto el tubo en posicion vertical, el líquido sube en ambos brazos hasta la misma altura. Si se aplica á una arteria el orificio, introduciéndose por esta parte la sangre oprimirá la superficie del mercurio, y este irá descendiendo y se irá elevando en el brazo. Ahora bien, segun las leyes de la hidrostática, la fuerza total con que la sangre corre por la arteria podrá determinarse por el peso de un cilindro de mercurio, cuya base es su círculo de igual diámetro que el de la arteria, cuya altura es la diferencia de uno á otro nivel del mercurio, deduciendo la altura de la pequeña columna de metal que puede equilibrar á la columna sanguínea. Para evitar la coagulacion de la sangre cuando penetraba en el brazo horizontal, Poiseuille, antes de introducir el mercurio llenaba aquella parte del tubo con una disolucion de subcarbonato de potasa, que tiene la propiedad de mantener la sangre en estado de liquidez.

Segun Poiseuille, la fuerza con que se mueve una molécula de sangre es siempre igual cualquiera que sea el lugar que ocupe en el sistema arterial, cualquiera que sea el volúmen, cualquiera que sea la distancia á que se halla la arteria del corazon; así por ejemplo, la fuerza de impulsion es la misma en la carótida y en la aorta, ó bien en la crural, de suerte que la altura de la columna de mercurio levantada por la sangre debe ser la misma respecto de to-

---

(1) *Investigaciones sobre la fuerza del corazon aórtico.* París, 1828, *in* 4.°

das las arterias de un mismo animal. Poiseuille dice que la sangre de una arteria de un perro equilibra una columna de mercurio de siete pulgadas ó una de agua de 6½ pies; la de un buey equilibra una columna de mercurio de 261 milímetros de otra de agua de 6 pies y 9 pulgadas y la de un caballo una columna mercurial de diez pulgadas; término medio entre estos tres mamíferos, una columna de mercurio de ocho pulgadas y media á una columna de agua de 6 pies y 7 pulgadas.

Tambien ha esperimentado Poiseuille por medio de su instrumento lo que Haller y Magendie habian observado ya, á saber, que la fuerza de impulsion de la sangre se aumenta durante la espiracion; mientras se contrae el pecho se comprimen los troncos vasculares, de suerte que la columna mercurial se eleva á cada espiracion y se deprime á cada inspiracion. Este ascenso y descenso son los mismos con respecto á todas las arterias y se elevan á 5—10 lineas cuando la respiracion se verifica con calma. Es tan considerable en algunas personas el aumento de impulsion de la sangre durante la espiracion que en las inspiraciones largas y sostenidas, se hace insensible el pulso en la arteria radial. Yo me hallo precisamente en este caso, pues hago instantáneamente desaparecer el pulso de la arteria radial cuando inspiro profundamente y retengo el aliento, lo cual puede contribuir á esplicar eso que se dice de algunos individos que podian regular á su antojo los latidos del corazon.

Finalmente, como segun los esperimentos de Poiseuille, una molécula de sangre tomada en un punto cualquiera del sistema arterial se mueve con una fuerza capaz de equilibrar una columna de mercurio de altura conocida, ha concluido de aquí que para obtener la fuerza que corresponde á una arteria de un calibre dado, no hay mas que tomar el diámetro de este vaso. De suerte que el peso de un cilindro de mercurio que tenga por base el círculo de este diámetro, y la altura de la columna mercurial obtenida, deben dar la fuerza estática total con que la sangre se mueve en la arteria en cuestion; de donde se sigue que la fuerza total estática que lleva la sangre en una arteria dada, está exactamente en razon directa del arco que presenta el círculo de esta arteria, ó en razon directa del cuadrado de su diámetro, cualquiera que sea el lugar que

aquella ocupe. Si admitimos con Poiseuille que en un hombre de veintinueve años, el diámetro de la aorta medido al nivel de las válvulas samilunares, sea de 34 milímetros bajo la presion de 160 milímetros de mercurio (término medio de 180 y 140, maximum y minimum de las alturas observadas en los animales), tendremos para arco del círculo de esta arteria 908,2857 milímetros, que multiplicados por 160 dan 145.325,72 milímetros cúbicos de mercurio, cuyo peso es de 197.177,936 gr. igual á 1.971,779 quilógramos, igual á 4 libras, 3 dracmas, 743 granos, valuacion de la fuerza estática total de la sangre en la aorta en el momento de contraerse el corazon. Este ejemplo basta para demostrar cómo se debe proceder, segun los cálculos de Poiseuille, para medir la fuerza correspondiente á una arteria de diámetro conocido.

Durante los intervalos de los latidos del corazon es un tanto menor la presion á que se encuentra sometida la sangre en las arterias, porque sufren la contrapresion de las paredes elásticas de todo el sistema arterial; pero la diferencia es de poca importancia. Hales ha visto subir una ó algunas pulgadas solamente á cada pulsacion la sangre por su tubo introducido en una arteria.

Pulso arterial.

Como la sangre no puede circular con tanta celeridad por los vasos capilares como por las arterias á causa de la resistencia que les opone la estrechez de los tubos, ejerce contra las paredes elásticas de las arterias una presion en cuya virtud tiende, como todo líquido comprimido, á escaparse en todas direcciones. Esta presion de la sangre en las paredes arteriales durante la contraccion de los ventrículos es sensible al tacto, y se llama *pulso*. El pulso arterial pues, es en general insócrono á la contraccion de los ventrículos que lo causan.

En virtud de esta presion las paredes elásticas de las arterias deben distenderse á cada latido del corazon y volver despues á su estado normal en el momento de la diástole del ventrículo y á causa de la elasticidad que les es propia. Esta distension puede verificarse á lo ancho y á lo largo, y efectivamente se verifica en ambos sentidos, aunque mucho mas en el segundo que en el primero. De aquí resulta que

las arterias modifican su direccion, ondulando en el momento de la pulsacion, y tornando á su estado normal al volver el ventrículo al del reposo; tambien durante la pulsacion se dilatan un poco en su diámetro. No debe ser muy considerable esta dilatacion, pues muchas personas no han podido notarla; sin embargo es fácil convencerse de que existe, observando en todas sus direcciones la arteria pulmonal de una rana donde con efecto se la ve muy distintamente, no solo distenderse sino tambien engrosar. Poiseuille ha medido esta ampliacion por medio de un ingenioso esperimento (1). Puso á descubierto en la estension de quince dedos la carótida primitiva de un caballo vivo, tomó un tubo de hojadelata abierto longitudinalmente, por cuya abertura introdujo en él la arteria de modo que esta quedó rodeada por aquel; cerró en seguida esta abertura longitudinal por medio de una larga tapadera hecha á propósito, y cerró con cera y grasa ambas estremidades del tubo de hojadelata, habiéndolo llenado antes de agua é introducido por la estremidad superior de un tubo de cristal. Resultó de aquí que á cada pulsacion el agua salia y se elevaba en el tubo de cristal que tenia línea y media de ancho á la altura de tres pulgadas, y en cesando la pulsacion descendia á su primitivo nivel. La porcion de arteria comprendida en el tubo de hojadelata tenia 180 milímetros de largo, y ocupaba un espacio de 11,440 milímetros cúbicos, y como á cada pulsacion su amplitud se aumentaba tanto cuanto era el volúmen del cilindro de agua que se elevaba, y que tenia tres milímetros de diámetro por 70 de largo, ó lo que es lo mismo 494 milímetros cúbicos aproximadamente, se sigue de aquí que se dilataba $\frac{1}{23}$ poco mas ó menos su capacidad. Flourens ha hecho un esperimento mas sencillo, que consiste en rodear una arteria gruesa con un anillo sutil metálico, elástico y roto por un punto, y en observar al dar las pulsaciones la rotura que se abria entonces con marcada regularidad. El anillo mas cómodo para este esperimento es un muelle de relój.

Generalmente se cree que el pulso es isócrono en todas las arterias á cualquiera distancia que se hallen del cora-

---

(1) *Journal de Magendie*, t. IX, p. 44.

zon: Weitbrecht, Liscovius y E. H. Weber han demostrado sin embargo lo contrario, como fácilmente se puede hacer ver. Cerca del corazon los latidos de las arterias son isócronos á la contraccion de los ventrículos, porque los producen á la vez el sístole de los ventrículos y la ampliacion que adquieren las arterias en virtud del empuje de la sangre; pero á mayor distancia no lo es ya, sino que segun Weber se diferencia en $\frac{1}{6}$ ó $\frac{1}{7}$ de segundo. Así vemos que el pulso de la arteria radial se deja sentir un breve espacio despues que el de la carótida primitiva, mientras que el de la maxilar esterna es isócrono al de la axilar, en razon á que se halla á igual distancia poco mas ó menos del corazon. Así tambien el pulso de la arteria pédia se retarda un poco con respecto al de la maxilar externa y de la carótida primitiva.

E. H. Weber ha hecho ver cuáles son las causas de esta diferencia. Si la sangre estuviera encerrada en tubos rígidos con paredes inestensibles, el choque de la que está encerrada en las arterias, por el ventrículo del corazon, se propagaria hasta la estremidad de la columna líquida, con la misma celeridad que se propaga en ella el sonido en el aire atmosférico, y entonces la presion de la sangre se estenderia con una pérdida de tiempo casi insensible hasta la estremidad de las arterias. Pero siendo estas susceptibles de dilatarse y estenderse algo en el sentido de su anchura y mas aun en el de su longitud, la espulsion de la sangre por el corazon no produce en el momento mas que la dilatacion de las que estan mas próximas á este órgano: estas se contraen en seguida á causa de su elasticidad, la sangre comprimida por ellas distiende la porcion del vaso que las siguen y así con las demás; de manera que pasa un espacio de tiempo, corto en verdad, antes de que la sangre llegue hasta las últimas ramificaciones arteriales. Tal es en efecto la manera con que una oscilacion recorre una cuerda estendida partiendo desde el punto en que recibió el choque; solamente que la cuerda no se estiende mas que en una direccion, mientras que el tubo arterial aumenta en toda su capacidad. La propagacion espansiva de esta onda en el sistema arterial es naturalmente mucho mas rápida que el movimiento de la sangre, de la misma manera que la de una ola en la superficie de un rio lo es mucho mas

que el curso de sus aguas; porque luego que una parte del agua se pone bajo la influencia de la ola, las moléculas del líquido se elevan y descienden, pero quedan atrás en tanto que la ola sigue adelante.

El número de las pulsaciones de una arteria debe estar naturalmente en una perfecta relacion con las del corazon, y las arterias que se hallan á una misma distancia del corazon deben pulsar de una manera isócrona. Algunos han querido deducir lo contrario del esperimento, pero siendo el pulso bajo todos conceptos una consecuencia del sístole del corazon debe coincidir con él; lo imposible no puede ser nunca objeto de observacion. Se pueden hallar diferencias en el pulso, con relacion al modo, á la fuerza &c., porque estos, como es fácil conocer, dependen de la elasticidad de los vasos, de obstáculos locales á la circulacion &c.

Tonicidad ó contractilidad orgánica de las arterias.

Las arterias y, en general, los vasos sanguíneos poseen además de la elasticidad una fuerza contractil viva. Esta fuerza se diferencia mucho de la accion del corazon y se manifiesta, no por contracciones bruscas y enérgicas, sino poco á poco, de manera que los efectos que resultan de ella son difíciles de observar y no pueden nunca reemplazar á los del corazon. Se ha hecho una comparacion exacta entre las arterias y el vaso pulsátil de los insectos, y con los troncos vasculares que verifican las pulsaciones en las sanguijuelas y otros anélides; pero precisamente los corazones de estos animales son los que poseen tambien troncos vasculares no contractiles como el vaso ventral de las lombrices de tierra. Los monstruos privados de corazon, como los acéfalos y otros, no autorizan á admitir la teoría de que las arterias obran de una manera igual á la del corazon y que le pueden reemplazar; porque en los casos bien conocidos de este género, los vasos del monstruo sin corazon, no eran mas que ramos de los vasos umbilicales de otro embrion completo, y el monstruo se alimentaba á la manera de un órgano, de la sangre de este último, como sucede siempre que una parte cualquiera de un embrion está implantada en el cuerpo de otro embrion completo (1).

(1) En el caso citado por Ruysch (*Test. Anat.*, t. IV, p. 17, ta-

Este es el motivo por el cual en los animales, despues de la separacion del corazon, no se observa ninguna especie de movimiento rítmico en las arterias. No hay escepcion ninguna en este punto sino en las partes del sistema arterial que estan provistas de un corazon accesorio como el corazon aórtico de las ranas y de los pescados; y los corazones axilares de las quimeras. En semejantes casos, las venas ofrecen tambien pulsaciones en los corazones caudales de la vena caudal. Entre estas se coloca la pulsacion rítmica vital de los troncos de las venas pulmonales y de la estremidad de las venas cavas en todos los animales. Estos vasos no se contraen sino hasta la distancia á que se estienden las fibras musculares del corazon prolongadas sobre ellos. Los corazones accesorios de las arterias, poseen haces musculares con arrugas trasversales como el corazon verdaderamente dicho; en los demás puntos del sistema vascular no hay vestigio alguno de una cubierta homóloga al corazon (1).

Tampoco pueden determinarse las contracciones repentinas en las arterias recurriendo á la electricidad, que como ya hemos dicho obra de un modo pronunciado sobre el corazon. Nysten (2) ha hecho muchas veces esperimentos galvánicos sobre la aorta de los criminales que acababan de ser decapitados, y sobre los pescados; pero no ha visto nunca huella ninguna de contraccion. Bichat habia anterior-

---

bla, 1, figura 2) un miembro acéfalo pendia de la placenta de un feto bien conformado. Rudolphi ha descrito (*Abhandlungen der Akad. zu Berlin*, 1816) un monstruo compuesto únicamente de una cabeza, cuyos vasos eran ramos del cordon umbilical, de otro feto entero. Lo mismo sucedia en el caso que yo he observado y del que Nicholson ha dado una detallada descripcion (MULLER's *Archiv*. 1837, p. 328.

(1) Segun Flourens, todos los troncos venosos del vientre de la rana, se contraen. Sin embargo no se notan las contracciones sino en los puntos arriba dichos de la vena cava inferior, y en las cercanias de los corazones linfáticos posteriores, donde son producidos por el afluj o de la linfa en las venas iliacas. De esta misma manera debe esplicarse la arteria contractil que Marshall Hall señala sobre la apófisis trasversa de la tercera vértebra de la rana; la pulsacion depende en este caso de que el corazon linfático anterior, arroja la linfa en un ramo de la vena yugular.

(2) *Recherches de physiol. et de patolog. chimiques*; *París*, 1811.

mente obtenido resultados análogos; Wedemeyer no ha sido mas feliz operando con un una pila de cincuenta pares sobre las carótidas y la aorta pectoral. Muchas veces he ensayado el galvanismo con el mismo objeto y no he podido producir la mas pequeñac ontraccion, ni en las ranas, con grandes y con pequeñas conmociones, ni en los mamíferos obrando con pilas de sesenta á ochenta pares.

Dedúcese de todos estos hechos, que las arterias no obran en la circulacion por contracciones musculares rítmicas, y que la disminucion de su calibre despues de que el corazon las ha distendido, es una consecuencia de su elasticidad. Pero es necesario distinguir, como lo han distinguido Parry (1), Tiedemann, E. H. Weber, Schwann y Henle, la contractilidad insensible ó la tonicidad de estos vasos. Es un hecho sabido que el agua fria contiene las hemorragias causadas por las heridas de las arterias. Tambien algunos agentes químicos disminuyen el diámetro de los pequeños vasos (1).

Varios observadores habian advertido ya que el frio determinaba la contraccion en las pequeñas arterias. Los esperimentos de Schwann en las del mesenterio de la rana y del *Bufo igneus*, han puesto en perfecta evidencia este hecho. Despues de poner delante del microscopio el mesenterio de estos animales, Schwann vertia sobre él algunas gotas de agua, cuya temperatura tenia menos grados que el aire atmosférico. No tardaba en verificarse la contraccion, y los vasos se encogian tanto en el espacio de 10 á 15 minutos, que el diámetro de la cavidad de una arteria que tenia al principio 0,0724, se redujo á 0,0276, es decir, que se redujo á una tercera parte, y la longitud se hizo de cuatro á nueve veces menos; despues se volvia á dilatar, y á la media hora recobraba sus dimensiones normales. Si otra vez se le volvia á echar agua, se encogian

---

(1) *On the arterial pulse.* Bath, 1816.

(2) V. Hastings, *On inflammation of the mucous membranes.* Londres, 1820. — Los esperimentos microscópicos sobre agentes quimicos puestos en contacto con las arterias capilares, dan un resultado menos seguro, porque el menstruo, segun la ley de la endósmose, puede obrar sobre el contenido de los vasos al través de sus paredes, como sucede á todos los líquidos de densidad diferente que estan separados por una membrana.

nuevamente, pudiéndose reproducir el fenómeno diferentes veces, pero las venas no disminuian. Muchas veces he observado este fenómeno tal como le describe Schwann.

Se habia ignorado hasta ahora de qué tejido dependia la contractilidad orgánica que obra con esta lentitud. La influencia del frio en la contraccion, es característica en muchas partes no musculares, y no lo es menos la poca accion de la electricidad. Bajo este punto de vista es comparable el tejido contractil de las arterias con el del dartos, pero nuevas investigaciones inducen á creer que aun entre uno y otro hay diferencia.

Henle ha descubierto en las paredes de las arterias una cubierta especial (1) que seguramente debe considerarse como el asiento de esta propiedad. Hállase situada dicha cubierta debajo de la túnica elástica y sobre la túnica interna. Vénse aun en ella fibras elásticas, pero solo como un accesorio en forma de una red que rodea ciertos hacecillos fibrosos de una especie particular. La cubierta se compone de filetes numerosos de ligamentos trasversales de color pálido, que resaltan mucho sobre la fibra elástica oscura. Por medio del ácido acético se hace mas sensible la diferencia con el microscopio; el ácido disuelve los hacecillos pálidos y las fibras elásticas no sufren ninguna variacion. En las venas gruesas, é inmediatamente encima de la túnica izquierda, se encuentra una cubierta de fibras trasversales muy parecida, solamente que tiene poco espesor y que puede faltar del todo; mientras que en la membrana interna de las venas se advierte una cubierta longitudinal de dichas fibras, generalmente muy desarrollada, y que es mas delgada ó que no existe en las arterias.

Estos hacecillos son en un todo diferentes del tejido del dartos, cuyas fibras se parecen mucho á las del tejido celular. Henle los compara con los hacecillos musculares orgánicos del intestino. Aun bajo el punto de vista químico parece que se diferencian del tejido del dartos. Retzius ha observado que el cianuro ferroso potásico precipita la disolucion acética de la túnica arterial. Esta reaccion depende

---

(1) *Wochenschrift fuer die gessammte Heilkunde*, 1840, número 21, p. 329. *Anatomía general*, trad. por A. J. L. Jourdan. Paris, 1843, t. II, p. 33.

probablemente del tejido en cuestion, pues por lo menos es cierto que no sucede lo mismo en el tejido celular y en el tejido elástico. Si dependiese del tejido contractil de las arterias, indicaria una diferencia química entre este tejido y el dartos.

El tejido contractil de las arterias parece igual al de los hacecillos que se ven entre las venas en el cuerpo cavernoso de la verga y que tienen una fuerza estraordinaria en el caballo. Estos hacecillos, que forman en dicha verga tabiques longitudinales, unidos entre sí por numerosas anastómosis, no producen cola mediante la coccion. Su disolucion acética se precipita por el cianuro ferroso potásico. Hunter creia que eran musculares y contractiles, pero yo no he podido determinar ninguna contraccion irritándolos con la pila en un caballo vivo. Sin embargo, Stanley me ha asegurado que tienen una contractilidad insensible que se manifiesta lentamente. Es de desear que se los sujete á un nuevo exámen.

La contractilidad insensible de las arterias cesa con la muerte; de aquí resulta que entonces oponen menos resistencia á los líquidos. El suero, que durante la vida no se trasporaba en los vasos, atraviesa sus paredes en el cadáver: un estado de relajacion de los vasos puede permitir tambien esta exudacion durante la vida.

Asimismo la contractilidad vital parece tener parte en lo que se llama vacuidad de las arterias. Estas se contraen en los moribundos, tanto por su elasticidad como por su contractilidad orgánica, y su cavidad se reduce al minimum. A consecuencia de este fenómeno se acumula la sangre en las venas. Despues de la muerte total cesa tambien la contractilidad orgánica, y las arterias ocupan el espacio que les corresponde en virtud de su elasticidad. Se suele encontrar sangre en ellas despues de la muerte en los ahorcados, en los ahogados, en los asfixiados por el tufo del carbon, ó á consecuencia de inflamaciones, y en el caso de osificacion de las paredes arteriales (1).

---

(1) Otto, *Pathologische, Anatomie*, t. I, p. 343.

II. VASOS CAPILARES.

Estructura de los capilares.

En todas las partes organizadas, el paso de la sangre desde las últimas ramificaciones arteriales á los primeros ramos venosos, se efectúa por un intermedio de pequeños vasos microscópicos y reticulares, en cuyas mallas se encuentra la sustancia propia del tejido: esto puede observarse en las inyecciones hechas con finura, ó bien observando microscópicamente la circulacion sobre partes vivas trasparentes, como en la membrana natatoria, los pulmones y la vejiga de las ranas, la cola de los renacuajos, el huevo fecundado, los peces jóvenes, las branquias de las larvas de salamandra, las alas de la comadreja y el mesenterio de todos los animales vertebrados: puede tambien observarse con la lente sobre las partes no transparentes del cuerpo de las larvas de la salamandra. Las arteriolas mas delicadas contraen unas con otras anastómosis mas y mas numerosas conforme se van ramificando, y concluyen por formar una red apretada, de donde nacen los principios de las venas. Estas transiciones retiformes de las venas se llaman vasos capilares á causa de su tenuidad. No puede decidirse con precision cuál es el punto en que estos vasos cesan de ser arterias y empiezan á ser venas, porque la transicion se efectua de una manera insensible. Las redes tienen no obstante de particular que conservan en toda su estension el mismo diámetro, que no se contraen en un sentido como las arterias y las venas, y que los puntos en que comienzan á aumentar de calibre son precisamente aquellos que marcan el fin de las arterias y el principio de las venas. Pero esta no es razon para admitir con Bichat un sistema capilar particular, distinto del arterial y del venoso.

Los vasos capilares mas delicados son proporcionados al diámetro de los corpúsculos de la sangre. Se los puede medir en las partes que han sido inyectadas con cuidado. Su diámetro varía desde $\frac{1}{1000}$ á $\frac{1}{4000}$ y hasta $\frac{1}{5000}$ de pulgada. Los elementos de los tejidos, como fibras de tejido celular, fibras musculares &c., son por lo general mucho mas tenues.

La forma de las redes capilares es por lo comun muy sencilla; no tiene mas diferencia que la mayor ó menor anchura de las mallas, y su forma, unas veces regular y otras mas ó menos prolongada. Lo que Sœmmerring, Dœllinger y Berres (1) han observado, especialmente este último, en sus investigaciones sobre las diferencias que presentan los vasos capilares en los diferentes tejidos, es muy exacto; pero no se aplica á las mismas redes, y solo concierne á la forma de las arteriolas y pequeñas venas que en ellos se distribuyen. Sœmmerring hace observar que las ramificaciones se asemejan, en los intestinos delgados, á un árbol despojado de su follage, en la placenta á una borla, en el bazo á una brocha, en los músculos á un haz, en la lengua á un pincel, en el hígado á una estrella, en los testículos y en los plexos coroideos del cerebro á un rizo de cabellos, en la membrana pituitaria á una red. En las branquias las arterias y las venas siguen la direccion de las hojas branquiales, de manera que la pequeña corriente arterial sube por un lado, y la venosa desciende por otro. Segun E. H. Weber, la distribucion de los vasos es dentrítica en los tendones, sin que sean una continuacion exacta de los vasos divididos en largas ramificaciones de la sustancia muscular. Se encuentran en la sustancia cortical de los riñones manojos particulares de venas sanguíneas en medio de las redes capilares. Estos pequeños cuerpos redondos (*corpora Malpigiana*) son pelotones de la rama arterial que penetra en su interior, y sobre la cual reposan como un fruto en su pedículo. En las estremidades de las vellosidades de la placente humana, una arteria capilar se redobla para volverse vena capilar, como se ve en las observaciones de E. H. Weber. Las ramificaciones vasculares marchan á lo largo entre las fibras musculares y nerviosas; pero los capilares representan aquí redes que rodean las fibras paralelas, del mismo modo que lo hacen en los testículos al rededor de los conductos seminíferos envueltos. Las arteriolas siguen las divisiones de las hojas branquiales en las branquias de las larvas de salamandra, y degeneran en pequeñas venas branquiales descendentes; pero entre estas y aquellas hay tambien una red aun en la laminilla mas pequeña.

---

(1) *Medic. Jahrbuecher œsterreichischen Staates*, t. XIV.

Las redes mas apretadas, las que tienen las mallas mas pequeñas se encuentran en los pulmones, las menos apretadas en el iris y procesos ciliares, luego en el hígado, los riñones, membranas mucosas y dermis. En la coroides del pavo he visto que los intervalos tienen una dimension igual ó casi menor que el diámetro de los vasos capilares. En los pulmones del hombre son un poco mas pequeños que las corrientes. En los riñones del hombre y del perro he visto que su relacion con el diámetro de los capilares inyectados era de 1 : 4—1 : 3. En el cerebro, que recibe una gran cantidad de sangre, pero donde este líquido se distribuye al salir de los capilares en redes menos numerosas, de manera que vuelve á salir con mas celeridad, en la misma cantidad que habia entrado. Ha reconocido E. H. Weber que el diámetro de los capilares estaba con el diámetro longitudinal de las mallas en la relacion de 1 : 8—10, y con su diámetro trasversal en la de 1 : 4—6. Ha encontrado los pequeños tubos mucho mas gruesos en la membrana mucosa, como la conjuntiva parpebral y el dermis, que en el cerebro; pero los intervalos eran menores en la proporcion de 1 : 3—4. Eran mucho mas anchos en el periostio. Los huesos, los cartílagos, los ligamentos y los tendones son las partes del cuerpo que reciben menos sangre y que tienen menos vasos capilares. Sobre su límite, entre las fibras musculares y las tendinosas, es donde se puede juzgar de la gran diferencia que existe entre ellos con respecto á su riqueza en vasos sanguíneos. Segun Dœllinger, los pequeños vasos de los músculos se revuelven sobre sí mismos, y no estan unidos de una manera estrecha á los pocos vasos de los tendones. Prochaska (1) ha observado la misma relacion entre la parte libre de las membranas sinoviales y la que reviste el cartílago articular.

Algunos tejidos no tienen capilares, ni por lo general vasos sanguíneos. Tales son el tejido córneo, los dientes y el tejido del cristalino. No se hallan en los diversos epitelios ni por consecuencia en la capa mas interna y lisa de las membranas serosas, en tanto que el resto de estas últimas posee vasos sanguíneos. Bleuland y Schrœder Van der Kolk

---

(1) *Disquisitio anatomico-physiologica organismi humani.* Viena, 1812, p. 96.

los han inyectado en las membranas serosas. Hay pocos vasos sanguíneos en los cartílagos; se puede, en los niños inyectados con cuidado, seguirlos desde el pericondrio hasta el interior de los cartílagos. La rótula está sembrada mucho antes de su osificacion, de conductos que contienen vasos; y los cartílagos que luego lo son, tales como por ejemplo, los de las costillas y de la oreja, me han presentado en todas sus partes, en su corte trasversal, en un niño inyectado, vasos sanguíneos que penetraban profundamente en el cartílago sin que su masa ofreciese ninguna red vascular (1).

Muchas partes trasparentes del ojo contienen tambien vasos sanguíneos, como la córnea y la cápsula cristalina. La sustancia profunda de la córnea, que es un cartílago, nunca ha sido inyectada, pero muchas veces me he convencido de que la hoja conjuntival de esta membrana, en los fetos de vaca, posee vasos que contienen sangre y que se puede seguir con la lente á mas de una línea del borde de la córnea. Henle ha inyectado y descrito estos vasos (2). Retzius ha hecho la misma observacion en dos ojos de adulto inyectados.

La pared posterior de la cápsula cristalina contiene en los animales adultos vasos sanguíneos procedentes de un ramo de la arteria central que atraviesa el cuerpo vítreo para ir hasta ella. Esto es lo que yo he visto en dos ojos frescos de ternero y de buey, en los que estos vasos encerraban todavía sangre en muchas partes. Zinn habia hecho anteriormente la misma observacion.

Cuando decimos que hay vasos sanguíneos hasta en las membranas trasparentes, no se debe por esto entender que todos los vasos de dichas partes sean en realidad bastante

---

(1) En las ediciones anteriores me referia para los vasos sanguíneos de los cartílagos á un zorro inyectado que habia visto en Utrecht, y en el cual los cartílagos de la traquearteria, de la laringe y de las costillas estaban cubiertos de una red vascular apretada; pero este hecho no se aplica en realidad mas que á los vasos del pericondro. Una carta de Valentin me ha informado que existen cartílagos inyectados en el gabinete de Bleuland, en Utrecht.

(2) *De membrana pupillari aliisque membranis oculi pellucentibus.* Bonn, 1832. V. tambien á Roemer, en Amon's, *Zeitschrift fuer Ophtalmologie*, t. V, p. 21.

gruesos para admitir los corpúsculos encarnados de la sangre; al contrario es muy verosímil que no dejen pasar mas que la parte líquida, lo que se llama el licor de la sangre. Pueden existir tambien en las otras partes del cuerpo capilares no menos delicados, que no reciban de la arteria mas que el licor de la sangre y que en seguida lo trasmitan á las venas (*vasa serosa*).

Los capilares no son simples surcos escavados en la sustancia de los órganos, sino que tienen paredes membranosas. Hay ciertas partes en que con el auxilio de la maceracion se llega á disolver la sustancia interpuesta entre ellos, obteniéndolos separados. Así sucede con los capilares de los riñones y con los que existen en la membrana vascular del caracol de los pájaros (1). Algunas veces se consigue ver con el microscopio la pared de los capilares bajo la forma de una membrana propia. Schwann ha visto en la cola de los renacuajos que los vasos capilares estan rodeados de una membrana delgada mas fácil de distinguir, y aun ha podido notar en los mas gruesos, fibras circulares semejantes á las que existen en las arterias. Hay otro fenómeno observado por él, que consiste en que los vasos capilares ofrecen de distancia en distancia grupos de células; cuyo fenómeno proviene de que su procedencia es de células que se reunen perdiendo sus tabiques (2).

Movimientos de la sangre en los capilares.

Cuando se examinan con el microscopio las partes trasparentes de un animal vivo, se nota que el movimiento pulsativo ó rítmicamente acelerado de la sangre, cesa en las mas pequeñas arterias y en los vasos capilares, al menos en el adulto, y que el líquido en llegando á estas partes corre de una manera continua y uniforme. Pero cuando los animales se debilitan, se advierte que los corpúsculos de la sangre, aunque formando siempre una corriente continua en las arteriolas y en los capilares tienen un movimiento pulsativo.

---

(1) WINDISCMANN, *De penitiori auris structura in amphibiis*. Bonn, 1831.

(2) SCHWANN, *Microscopische Untersuchungen*. Berlin, 1838, p. 183.

Esto puede tambien observarse en los animales muy jóvenes, sin que sea preciso que esten debilitados. Si la fuerza del corazon disminuye mucho, cesa de ser continua la corriente y la sangre marcha únicamente por sacudidas, y si la debilidad es mayor aun, retrocede un poco despues de cada una de estas sacudidas. De esto puede deducirse que la fuerza del corazon es la que conduce la sangre á estos vasos. Mientras mas se debilite el animal, mas sensible se hará el choque de la sangre; porque cuando la presion ejercida por el corazon es débil, las arterias se distienden poco, de manera que pueden, en virtud de su elasticidad, reducirse á su menor volúmen, y si no hay distension la reaccion elástica cesa.

La resistencia que los vasos capilares oponen á la sangre, puede ser calculada por medio de los esperimentos de Hales y de Keill. Este último comparó las cantidades de sangre que corren por la arteria y vena crurales abiertas en un perro vivo: la relacion de estas cantidades era de $7\frac{1}{2} : 3$, y él deducia que la resistencio era $\frac{9}{18}$ de la fuerza de la sangre arterial. Segun Hales, cuando sometia el interior de la arteria mesentérica de un animal muerto á la presion de una columna de agua de cuatro pies y medio y cortaba el intestino en frente del mesenterio, los pequeños vasos cortados no dejaban escapar, en un tiempo dado, mas que la tercera parte de la cantidad de agua que se escapaba por los troncos abiertos de estos mismos vasos, de suerte que la resistencia de los pequeños vasos se elevaba á dos terceras partes de la presion.

Algunos escritores han creido que la fuerza del corazon no era suficiente para hacer pasar la sangre al través de los capilares, y que se necesitaban para esto fuerzas especiales accesorias. Esta hipótesis la refutó perfectamente Magendie con el siguiente esperimento. Ligó el muslo de un perro sin comprender en la ligadura la arteria y vena crurales; si entonces se liga la vena, esta se llena de la sangre que vuelve del muslo y la deja escapar con fuerza. Si se hace en ella una picadura y se comprime la arteria, la sangre venosa deja poco á poco de correr, pero la corriente se establece luego que cesa de ser oprimida la arteria. Poiseuille, haciendo uso del instrumento cuya descripcion hemos dado anteriormente, ha medido la presion de la sangre en la porcion periférica de una vena, y ha hallado por una serie de espe-

rimentos que esta porcion es proporcional á la de la sangre en las arterias, con la cual disminuye ó aumenta.

Treviranus, Carus, Dœllinger y Œsterreicher, han atribuido á la sangre, como lo habia hecho ya Kielmeyer, una fuerza propulsiva particular, en virtud de la cual se dirige hácia los vasos capilares, alejándose de ellos en seguida; fuerza que segun ellos debe, durante la vida, obrar aun despues de la accion del corazon, é independientemente de ella. La sangre no puede por sí misma tener direccion y para esto sería menester que fuese atraida por la sustancia de los capilares, como parecen admitirlo Baumgærtner y Koch. Además, si realmente fuese atraida por los vasos capilares y la sustancia viva, podria acumularse en ellos: pero no se comprende cómo esta atraccion favoreceria la circulacion, porque ella obligaria al líquido á permanecer en los capilares ó sería necesario suponer además que la sustancia viva no le atrae á los capilares sino cuando proviniendo de las arterias, tiene un color rojo, y que una vez efectuada la conversion en sangre venosa, cesa la afinidad recíproca entre el líquido y la sustancia. Solo bajo estas condiciones, podrian los capilares ser el asiento de una fuerza accesoria que ayudase á la circulacion. Pero la turgencia de las partes en ciertas épocas no prueba en modo alguno la existencia de esta fuerza, porque entonces se efectua una acumulacion de sangre.

Lo que mas parece justificar la hipótesis de una cooperacion viva de la sangre, en la circulacion, es la observacion hecha por Wolff y Pander, de que en el pollo, la sangre se forma en el *area vasculosa* antes de que el corazon empiece á latir, y que desde antes de este momento, corre ya de la periferia del area hasta el corazon. Pero esta última asercion es enteramente incierta y no la han podido comprobar despues ni Baer ni otro ningun observador.

Las demás aserciones que se alegan en favor de la fuerza propulsiva de la sangre, se fundan en que el movimiento de este líquido continúa sin los latidos del corazon. Bajo dos condiciones puede verse con el microscopio continuar moviéndose en los vasos capilares de una parte que ha sido separada del cuerpo.

1.º En tanto que la sangre corre por una herida de los troncos vasculares, lo que debe obrar sobre su estado en los capilares. Así es que he observado movimientos lentos dirigidos de los pequeños hácia los grandes vasos (por consecuen-

cia hácia los orificios de los troncos abiertos) durante diez minutos despues de la avulsion de una pata en las ranas. Estos movimientos dependen únicamente de la pérdida de sangre, mientras que los vasos en virtud de su elasticidad toman un diámetro menor que el que tenian en el estado de distension violenta; puede verse esta disminucion del diámetro de los vasos con el auxilio del microscopio. Cuando se levanta la superficie de la cual corria la sangre, levantando la pata, la salida de la sangre cesa mas pronto y bastan cinco ó seis minutos para que cese completamente el movimiento de los vasos capilares (1).

2.º Cuando se espone á los rayos del sol una parte húmeda, que ha sido desprendida del cuerpo, la superficie de esta parte al secarse, se contrae tan rápidamente que el cambio se hace visible á la simple vista. Este fenómeno es debido á que los vasos capilares se vacian mas pronto, lo que unido á la fuerza de la luz directa del sol, produce la apariencia de un movimiento vibratorio. Por consiguiente, y como yo lo he visto sobre una ala de murciélago separada del cuerpo, los vestigios de movimiento vibratorio se observan aun durante horas enteras, en los vasos mas delgados, pero solamente en el punto iluminado por los rayos solares y mientras permanece espuesto á estos rayos. La contraccion rápida de la superficie se ve á simple vista. Si se humedece nuevamente la parte contraida, cesa la contraccion por algunos instantes y con ella el movimiento vibratorio en el interior de los vasos; pero ambos fenómenos vuelven á aparecer cuando la evaporacion y la desecacion siguen sus progresos. Despues de dia y medio he podido ver aun las vibraciones en el interior del ala así humedecida, con el auxilio de la luz directa del sol.

En las partes que dependen aun del cuerpo, pero en que el corazon no tiene ya influencia alguna, bien sea porque hayan sido ligadas las arterias, ó por la muerte de aquel órgano mediante de un álcali, el movimiento de la sangre persiste hasta tanto que la elasticidad de las arterias reduce estos vasos á su minimum de diámetro.

Si la sangre obrase por una especie de atraccion con

---

(1) *Comp.* WEDEMEYER, *Ueber den Kreislauf des Blutes.* Hanover, 1828, p. 233.

respecto á los capilares, el principal papel perteneceria incontestablemente á sus corpúsculos. En las circunstancias en que la corriente del líquido se suspende repentinamente por los obstáculos mecánicos, estos corpúsculos podrian obedecer á su fuerza de atraccion en el interior del licor de la sangre detenida, y por consiguiente continuar moviéndose; pero esto no sucede así. Cuando se comprime repentinamente un miembro de una rana en cuya membrana natatoria se observa la circulacion, el movimiento sanguíneo se detiene completa é instantáneamente, y con él el de los corpúsculos.

Todas las razones que se han dado hasta ahora contra la cooperacion de la sangre en la circulacion, se dirigen tambien contra la hipótesis que concede parte á la influencia de los nervios en el movimiento de la sangre en los capilares.

Treviranus y Baumgærtner son los que mas han defendido esta hipótesis. Tan cierto como es el que la turgencia de estas partes y su atraccion para el líquido nutritivo dependen de la influencia nerviosa, tan improbable es el que la circulacion sea favorecida por ella. Los numerosos esperimentos de Baumgærtner no han demostrado en modo alguno que los nervios tengan una gran intervencion en el movimiento de la sangre por los capilares. Este observador, amigo de la verdad, confiesa francamente que una gran parte de tan ingeniosos esperimentos no tienen fuerza suficiente para probarlo; y una multitud de pruebas incompletas no equivalen á una demostracion categórica. Baumgærtner (1) determinó entre el nervio ciático y los maléolos de una rana, una fuerte corriente galvánica que destruyó la irritabilidad del nervio, despues de lo cual la circulacion cesaba casi siempre en el miembro.

Pero como en este caso la intensidad de la corriente eléctrica habia destruido la fuerza nerviosa, la causa que impide á la sangre el coagularse habia sido tambien destruida, además de que el galvanismo determina por sí la coagulacion de la albúmina de la sangre. Baumgærtner ha visto debilitarse la circulacion despues de la destruccion

---

(1) *Beobachtunguen ueber die Nerven un das Blat.* Friburgo, 1830.

de la medula espinal, aunque el corazon continuaba latiendo; pero el movimiento de este órgano estaba tambien debilitado, y todos los esperimentos en los cuales no se trata sino del mas ó del menos, no prueban nada. Treviranus dice que la circulacion se detiene en la membrana natatoria despues de la seccion del nervio ciático; pero el mismo Baumgærtner ha dicho que este fenómeno no se verificaba teniendo cuidado de mantener la membrana en un estado de humedad conveniente.

Los numerosos esperimentos de Wilson Philip (1) no prueban tampoco la influencia de los nervios sobre el movimiento de la sangre en los capilares. Los narcóticos, el opio y la infusion de tabaco, que este fisiólogo ponia en contacto con el cerebro y la medula espinal debilitaban el movimiento en dichos vasos, y aun tambien en el corazon; la destruccion rápida de las partes centrales del sistema nervioso hace cesar la circulacion en los vasos capilares, pero es por la lesion mortal del corazon.

Koch (2) habia hecho un ingenioso esperimento para saber si los nervios tenian influencia en el movimiento de la sangre en los capilares, y este esperimento por su sencillez podia verdaderamente conducir á un resultado. Observó que despues de la amputacion de la pata de una rana, la circulacion continuaba solo por espacio de tres minutos en la membrana natatoria, pero que esta seguia por espacio de una media hora, cuando cortadas todas las partes blandas se habia dejado íntegro el nervio ciático. Yo he repetido este esperimento, pero no me ha dado los mismos resultados; despues de la amputacion de la pata, en las ranas robustas, he visto persistir movimientos lentos durante diez minutos en la membrana natatoria, y al mismo tiempo continuaba dicho movimiento cuando dejaba ileso el nervio ciático. Hay una cosa que en este esperimento puede haber inducido á error, y es que la rana continúa moviendo voluntariamente los músculos de la pierna amputada cuando el nervio ciático mantiene la comunicacion entre el miembro y el cuerpo, y despues de una contraccion

---

(1) *An experimental inquiry into the laws of the vital functions*. Londres, 1817.

(2) MECKEL'S *Archiv.*, 1827, p. 443.

de estos músculos, se nota siempre un pequeño movimiento en la sangre de los vasos capilares; pero este movimiento tiene una causa puramente mecánica.

Mucho tiempo despues de la seccion de los nervios sobreviene algunas veces en los vasos capilares de una parte que depende de ellos, una especie de descomposicion acompañada de inflamacion y de gangrena, pero nada se puede probar con esto en la cuestion que nos ocupa. Yo he visto declararse la gangrena en el talon de los conejos cuando los habia cortado el nervio ciático.

Parece que debiera aquí hacerse mencion de la observacion hecha por Stilling (1), el cual vió producirse la putrefaccion en los dedos de las patas posteriores de las ranas cuando habia sido destruida la parte inferior de la medula espinal. El autor advierte tambien en la membrana natatoria de estos animales un éstasis sanguíneo, que atribuye á la parálisis de la contractilidad de los vasos capilares. Los fenómenos tienen en este esperimento una gran complicacion. La nutricion y la contractilidad de los capilares sufren al mismo tiempo un cambio. La simple dilatacion de los capilares en una parte cualquiera no podria ocasionar el detenimiento de la sangre. Pero cuando la contractilidad orgánica de las arterias se halla destruida en la totalidad de un miembro, la presion constante á que la sangre se halla sometida en estos vasos se encuentra reducida al influjo de la elasticidad solamente, de manera que hay supresion de una parte de las causas que determinan la propulsion de la sangre durante los intervalos de los latidos del corazon. La parálisis de la contractilidad de los vasos hace pues perder en la corriente de este líquido una parte de su continuidad y le reduce á una especie de corriente que camina á sacudidas.

Turgencia.

La atraccion de los humores hácia las partes vivas da lugar á los fenómenos de la turgencia. En los vegetales se observan con mucha facilidad estos fenómenos; porque en ellos no hay un órgano que dé impulso á la circulacion, co-

---

(1) MULLER'S, *Archiv.*, 1841.

mo lo hace el corazon. Una mayor cantidad de líquidos afluye hácia el ovario cuando este encierra el huevecillo fecundado. *Ubi estimulus, ibi afluxus.* Fenómenos análogos se observan tambien en los animales.

Se han reunido bajo el nombre de *turgencia* (*turgor vitalis*) todos aquellos fenómenos de acumulacion activa de humores que no dependen del corazon y que no resultan de un obstáculo á la vuelta de los líquidos (1).

En muchas circunstancias de la vida, la relacion que hay entre la sustancia y la sangre, su afinidad orgánica, que está sin duda alguna en la nutricion, aumenta con el acúmulo de sangre en los vasos dilatados de los órganos. Esto es lo que sucede en las partes genitales en la ereccion, en la matriz durante el embarazo y en el estómago durante la digestion; las tuberosidades de los huesos del cráneo de un ciervo, en las cuales se implantan sus astas, ofrecen durante la renovacion de estas últimas un verdadero ascenso de humores como sucede en las plantas; porque aunque aquellas hubiesen siempre recibido sangre, era hasta entonces en muy poca cantidad. Estas congestiones locales de sangre, estas dilataciones y estos desarrollos de vasos son muy frecuentes sobre todo en el embrion, en el cual varian segun los órganos, que la fuerza hace nacer como partes ó miembros, sucesivamente necesarios al todo. Las branquias de las salamandras y de las ranas, la cola de los renacuajos, mueren por el contrario cuando llega á cesar la afinidad orgánica entre la sustancia y la sangre.

Se ha acudido, para esplicar estos fenómenos, á un aumento de contraccion en las arterias. Es posible, con efecto, atribuir á los vasos una participacion esencial en la produccion de fenómenos tan repentinos y rápidos como el rubor de que se cubre el semblante por efecto de la vergüenza y de otras pasiones vivas. Es fácil concebir las consecuencias que deben producirse cuando se contraen no solo las arterias sino tambien las venas, y se acumula la sangre en los capilares; pero no se pueden esplicar del mismo modo las congestiones de sangre activas y permanentes. Para dar una razon del aumento de la cantidad de sangre en la

---

(1) Hebenstreit, *De turgori vitali*, Leipsick, 1795.—Esta obra sin embargo, no contiene datos exactos sobre la turgencia.

matriz durante el embarazo, y en los pulmones y otros órganos en la época de ciertos desarrollos, es preciso admitir un aumento local de afinidad entre este líquido y la sustancia. Quizá pertenece á esta misma clase la rubefacion de la piel por medio de un cepillo ó por los irritantes llamados rubefacientes. Débense tambien mencionar aquí las congestiones activas de la sangre en órganos sujetos á la influencia de una irritacion, el cerebro &c. (1).

Schwann ha propuesto otra esplicacion de estos fenómenos, que pudiera evitar el admitir el principio de que la sangre es atraida. Con efecto, la cesacion de la contraccion viva y continua de los capilares puede producir la dilatacion de estos vasos y dar lugar á un aflujo mas considerable de sangre hácia el órgano (2). Sin embargo los fenómenos consecutivos á la accion de los rubefacientes mas bien indican un estado activo que una remision del mismo estado.

Thomson, Wilson, Hastings, Kaltenbrunner, Wedemeyer y Koch, han hecho observaciones relativas á la accion que ejercen las influencias químicas en los capilares. Algunas sustancias determinan una dilatacion estraordinaria en los capilares, como la sal marina; otras causas obran contrayéndolos, como el frio. Hay tambien sustancias que al principio producen contraccion seguida muy pronto de dilatacion. Por lo demás estos esperimentos estan poco acordes entre sí.

Inflamacion.

Débese distinguir de los fenómenos de la turgencia en el estado de salud, la inflamacion, cuya marcha ha sido observada tambien con el microscopio (3).

---

(1) *Comp.* BONORDEN, en MECKEL'S *Archiv.* 1827, p. 537.—WEDEMEYER, *loc. cit.*, p. 412.

(2) *Encyclop. Wœrterbuch der medic. Wissenschaften*, tomo XIV, p. 333.

(3) THOMSON, *Tratado de la inflamacion*, traducido al francés por Jourdan y Boisseau. París, 1828.—KALTENBRUNNER, *Exp. circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione.* Munich, 1826.—KOCH, en MECKEL'S *Archiv.*, t. VI,—H. LEBERT. *Physiologia patologica*, Paris, 1845, t. I, en 8.º

Un órgano inflamado contiene mas sangre que de costumbre en sus capilares, cualquiera que sea el periodo de inflamacion; pero el movimiento en los vasos es enteramente distinto en sus diversas épocas. Al principio, no solamente afluye la sangre con abundancia al parénquima inflamado sino que pasa sin gran trabajo á las venas. A medida que la inflamacion va haciendo progresos, la circulacion se detiene, primeramente en algunos vasos capilares, despues en un número mayor de estos vasos; y en la fuerza de la inflamacion todos los capilares estan llenos de sangre probablemente coagulada ó por lo menos estancada y en una especie de descomposicion. Las membranas que presentan una superficie libre dejan estravasar, en el momento del maximum de replecion de sus capilares, la fibrina disuelta en la sangre, que se coagula sobre la superficie del órgano y produce en ella una falsa membrana. Cuando no ha habido exudacion, la materia coagulada se reune en los capilares de los órganos mismos. Cuando esta congestion no existe sino en ciertos puntos del sistema capilar, quedando vasos libres para sostener la circulacion incompleta, el órgano aumenta en densidad, fenómeno que se ha llamado *hepatizacion* en los pulmones, é induracion en otras partes. El trabajo local cambia pues la masa completa de la sangre como pudiera hacerlo una fermentacion; porque la cantidad de la fibrina se aumenta en la sangre inflamatoria, y casi siempre en una proporcion sorprendente, como lo han probado ya los antiguos observadores, y como lo han demostrado plenamente Andral y Gavarret (1).

Cuando por la violencia de la inflamacion, cesa la circulacion enteramente en un órgano, y todos los capilares contienen sangre no solamente coagulada sino tambien descompuesta, y cuando la misma sustancia se halla descompuesta, la parte se gangrena, es decir, que sufre una muerte local. Finalmente, cuando está sostenida durante mas tiempo por nuevas causas ó por la persistencia de las anteriores, la sustancia del órgano esperimenta un modo particular de descomposicion: se forma pus, que contiene un gran número de células, nuevas producciones que se llaman corpúsculos del pus y que se desprenden del tejido que

(1) *Anales de ciencias naturales*, t. XIV, 1840, p. 361.

supura. Mas adelante trataremos de este líquido (1).

La inflamacion principia á la verdad por fenómenos que parecen á los de la turgencia: el cambio que esperimenta la afinidad orgánica entre la sustancia y la sangre hace que los órganos reciban mas líquido que antes, y se opone á su salida. Pero no debe llamarse aumento de vitalidad á lo que produce un desórden en la funcion y determina á la naturaleza á hacer un esfuerzo, cuya tendencia es la de reparar el cambio material ocasionado por la irritacion del órgano, y poner un término á la lesion que impide á este el ejercicio de su funcion. Si la vida estuviese aumentada no tendria la inflamacion resultados morbosos. En la reproduccion de las astas del ciervo, en la ereccion del pene, en el estado de la matriz despues de la concepcion hay realmente turgencia acompañada de aumento local de la vitalidad; la irritacion y la fuerza vital aumentan, por decirlo así, en estas partes en un grado igual. Pero en el fenómeno de la inflamacion el cambio material se hace mas pronunciado, y este cambio no es en modo alguno homogéneo al órgano, en tanto que en la turgencia lo es. De aquí resulta que se forma una nueva sustancia muscular durante la turgencia de la matriz ocupada por el producto de la concepcion, en tanto que la metritis da lugar, no á la formacion de una nueva sustancia homogénea á la de la matriz, sino á la de la fibrina, la misma materia que altera los tejidos inflamados del pulmon, de los nervios &c. Finalmente, la funcion de una parte inflamada padece siempre mientras que se halla aumentada la de una parte turgente. De esta manera únicamente se llega á comprender que el cambio material que acompaña á la inflamacion pueda producir la muerte local.

La inflamacion proviene de la irritacion de los vasos capilares, pero no consiste ni en un aumento ni en una disminucion de vida; no hay en ella ni astenia ni estenia, sino un estado particular que contiene desde luego el uso normal de

---

(1) Los principales tratados sobre la supuracion son: Gueterbock, *De pure et granulatione.* Berlin, 1837.—Wood, *De puris natura atque formatione.* Berlin, 1837.—Vogel, *Ueber Eiter, Eiterung und die damit verwandten Vorgænge.* Erlangue, 1838.—Henle, en el *Journal d' Hufeland*, t. LXXXVI.

las fuerzas, y que las agota siempre en proporcion á su desarrollo en un órgano importante, cuando no desde el principio. La esencia de la inflamacion consiste en una relacion morbosa entre la sustancia y la sangre, producida por un cambio material, y que se compone de una lesion local, de una propension á la descomposicion, y finalmente de una accion orgánica que procura equilibrar la tendencia á la descomposicion, cuyo fin consigue á veces haciendo aparecer los fenómenos de una herida que se cura, pero que otras veces falta.

La fuerza del corazon, siendo bastante para hacer correr la sangre por las arterias y los vasos capilares y, á pesar de todos los obstáculos, para llevarla por las venas al centro de la circulacion, la cantidad de sangre que vuelve al corazon en un tiempo dado, es igual á la que sale por las arterias durante este mismo intervalo. Pero el corazon puede estar ayudado en su funcion por medios accesorios particulares. Estos medios son las válvulas, cuya disposicion es tal que una presion intermitente que se ejerce sobre las venas, facilite la marcha de la sangre hácia el corazon, mientras que la falta de ejercicio debe por lo tanto hacer mas difícil la circulacion.

III. VENAS.

Muchos autores modernos dicen que la fuerza de succion del corazon contribuye en cierto modo á la circulacion. Segun esta hipótesis, las cavidades del órgano despues de haberse contraido vuelven á un estado medio de dilatacion y producen de este modo un vacío relativo (1). Wedemeyer y Guenther abrieron la vena yugular de un caballo debajo de una ligadura que habian aplicado en ella; introdujeron en seguida en el vaso un cateter terminado por fuera en un tubo encorvado que fue sumergido en un vaso de agua. Wedemeyer y Guenther vieron que el líquido subia alguna

(1) ZUGENBUEHLER, *Diss. de motu sanguinis per venas*, en los *Archiv. der med. und chir. Schweiz Aerzte*, 1816.—SCHUBART, en GILBER'S, *Annalen*, 1817.—Carus le ha combatido en MECKEL'S, *Archiv.*, t. IV, p. 412.

pulgadas á cada pulsacion y por consiguiente de una manera isócrona á cada diástole de la aurícula, volviendo á bajar en seguida.

Hay un hecho sin embargo que prueba perfectamente que la fuerza aspirante del corazon no puede ser la principal causa del movimiento de la sangre en las venas; y es que la potencia de este órgano se estiende hasta las venas y que un tronco venoso cortado al través deja escapar continuamente la sangre por el estremo opuesto al corazon, que es el que comunica con los vasos capilares y las arterias.

La inspiracion determina asimismo un aflujo de sangre venosa en las aurículas como lo ha desmostrado Barry. Dilatando el pecho se produce un vacío relativo que debe tender á ocupar todo líquido de dentro ó de fuera. El aire de fuera viene á llenar esta parte vacía, porque los pulmones se dilatan proporcionalmente á la dilatacion del pecho; la presion atmosférica debe tambien obligar á los líquidos interiores á fluir en los vasos y á llenar los troncos. Lo mismo sucede á estos en la diástole de las aurículas. Barry introdujo un tubo encorvado en una abertura hecha en la vena yugular de un animal ligada en cima de la herida, y mantuvo la estremidad inferior en un vaso que contenia un líquido colorado: á cada espiracion vió á este líquido subir en el tubo, pero durante la inspiracion estaba inmóvil ó bajaba un poco.

Poiseuille se ha servido, para resolver esta cuestion, del hemómetro cuya descripcion hemos dado ya. Despues de haber sido introducido el instrumento en la vena yugular esterna de un perro se observó que el líquido subia en el momento de la espiracion y bajaba en el de la inspiracion. La ascension era de 85 milímetros y el descenso de 90; despues la primera fue de 60 y el segundo de 70. En los grandes esfuerzos era la ascension de 140—155 milímetros durante la espiracion y el descenso de 240—250 durante la inspiracion.

Barry ha dado demasiada influencia á la inspiracion sobre la atraccion de la sangre venosa. Esta influencia no obra sino sobre los troncos venosos cercanos al pecho, y en todos los casos se halla neutralizada por los obstáculos á la circulacion que nacen de la espiracion. Poiseuille no ha observado cambio alguno en el nivel del líquido de su hemómetro cuando obraba sobre venas lejanas, como por ejemplo las de los

miembros. La inspiracion vacia los troncos venosos del pecho, y la sangre de las otras venas encuentra por lo tanto menos resistencia. Pero esta influencia no es la causa principal del movimiento de la sangre venosa: no tiene lugar ni en los reptiles que respiran por deglucion y no por ampliacion del pecho, así como no existe en los peces ni en el feto.

Los cambios del movimiento de la sangre que resultan del movimiento respiratorio producen una hinchazon en algunas partes, porque la contraccion del pecho en el momento de la espiracion comprime los troncos vasculares, arroja con mas fuerza la sangre arterial del tórax é impide el aflujo de sangre venosa á la aurícula derecha; esta es la razon por que no solo se llenan mas las venas yugulares durante la espiracion, sino que aun el mismo cerebro contienen mayor cantidad de sangre; porque cuando se pone á descubierto por la trepanacion, se nota que se levanta un poco durante la espiracion y se deprime en la inspiracion. Magendie dice haber hecho la misma observacion sobre la medula espinal.

Durante la vida, el cerebro no puede moverse, estando completamente encerrado en el cráneo, bajo la influencia de la respiracion; las paredes sólidas que le rodean por todas partes se oponen á que pueda cambiar de volúmen, y todo cuanto se ha dicho defendiendo lo contrario es una imposibilidad física.

Cuando el movimiento de la sangre en los troncos venosos está detenido por obstáculos mecánicos, las partes acuosas y cargadas de albúmina de este líquido, se estienden por las cavidades y por el tejido celular. La fibrina generalmente se traspora por medio de una exudacion. Pero en un caso de ascitis observado por A. Magnus, el líquido evacuado por la puncion se coaguló completamente algunos minutos despues de su salida.

IV. Formaciones locales particulares en el sistema vascular.

Corazones accesorios.

En algunos animales existen corazones accesorios arteriales y venosos. Entre estas conformaciones las que mas antiguamente se conocen son los corazones aórticos ó bulbo

musculosos de las aortas de los peces y de los reptiles desnudos. Este órgano falta en los reptiles escamosos, en las aves y en los mamíferos, animales cuyo corazon ofrece únicamente durante la primera época de la vida fetal una disposicion que se le asemeja hasta cierto punto. El corazon aórtico se halla así en los peces cartilaginosos como en los huesosos: existe por ejemplo en las quimeras, y en los *esturgiones* y las rayas entre la primera clase, lo que hace notable la falta absoluta de bulbo carnoso en los cyclostomos, en los que yo he visto que faltaba, en los *Petromyzon* y los *Ammocœtes*, así como en los myxinoides.

Los pescados cartilaginosos ofrecen algunos ejemplos de corazones axilares, de dilataciones musculares en las arterias axilares. J. Davy los descubrió en los torpedos, y no se hallan en las rayas propiamente dichas.

No se conoce corazon venoso sino en la cola de la anguila. En este animal, el corazon caudal está situado al estremo de la vena caudal: recibe las venas de la punta de la aleta caudal y derrama la sangre en la vena caudal. Leeuwenhœk, que habia visto pulsaciones vivas en este paraje, no reconoció su orígen. El corazon caudal de la anguila fue descubierto por Marshall Hall. Este órgano es doble: uno á la derecha y otro á la izquierda. Parece que existe tambien en otros géneros de la misma familia: al menos los *Muræ̃nophis* estan provistos de ellos, pero falta en la gran mayoría de los pescados.

Formaciones erectiles.

Los órganos genitales erectiles estan compuestos esencialmente de vasos sanguíneos que presentan una disposicion particular. Su interior se forma en gran parte de un laberinto de venas anastomosadas juntas, que rebosan de sangre durante la ereccion, pero que tambien sirven de conductos á este líquido durante la circulacion ordinaria. De este laberinto, pasa la sangre á numerosas venas que atraviesan la cubierta fibrosa de los cuerpos cavernosos, tanto las venas profundas de la verga, que salen entre las raices divergentes de los cuerpos cavernosos, como la vena dorsal del pene, que tambien recibe la del cuerpo cavernoso de la uretra y del glande. La vena dorsal y las venas profundas la derraman en un laberinto venoso situado detrás de la sín-

fisis del pubis que se descarga en los plexos renales y pudendos (1). Con motivo de la contractilidad de las arterias, se ha tratado ya de la sustancia de apariencia muscular que forma haces entre los vasos venosos en el interior de los cuerpos cavernosos.

Las arterias presentan en lo interior de los cuerpos cavernosos de la verga, en el hombre y en muchos mamíferos, una disposicion especial descubierta por mí. Las arterias profundas del pene se dividen, como en otras partes, en ramificaciones cada vez mas delicadas, y acaban por degenerar en vasos capilares que estan contenidos en las paredes de los vasos gruesos, especialmente de los plexos venosos. Pero los ramos de estas arterias tienen además pequeñas escrescencias contorneadas y visibles con la lente, que aparentan la forma de divertículos, y á las cuales he dado el nombre de *arterias helicinas*. Estos divertículos, unos aislados, otros reunidos, son huecos, generalmente encorvados, no tan á menudo en racimos como en el cuerpo cavernoso de la uretra del caballo: no se abren en lo interior de los espacios venosos donde desembocan: son dilataciones del sistema arterial. De sus partes laterales, ó tambien de sus estremidades redondeadas, parten algunas veces arterias capilares que se ramifican en el tejido esponjoso de la verga (2). Llega la sangre de los vasos capilares de la verga á los espacios de los plexos venosos y de estos á las venas eferentes. Por esta razon en el cadáver se encuentra siempre sangre en los espacios venosos de los cuerpos cavernosos. Durante la ereccion, obstáculos mecánicos se oponen á que vuelva el líquido de estos cuerpos. En efecto, los músculos ísquiocavernosos se hallan entonces en un estado violento

---

(1) Cuvier, *Anat. comp.*, t. IV,—Moreschi, *Comment. de urethræ corporis glandisque structura*. Milan, 1817.—Ribes, *Memorias de la Soc. med. de emul.*, t. VIII, 1817.—Tiedemann, en Meckel's *Archiv.*, t. II, p. 95.—Panizza, *Osservazioni antropozootomiche*. Pavia, 1830.—Mayer, en Froriep, *Notizen*, n. 883.—Muller, en *Encycl. Wœrterbuch der med. Wissenschaften*, t. II, p. 462.

(2) Muller's *Archiv.*, 1834, p. 202, tab. 13.—Valentin, *ibid.*, 1838, p. 182,—Erdl, *ibid.*, 1841, tab. 15; fig. 1-2, página 423.

de contraccion, que es causa de que compriman las raices de los cuerpos cavernosos atrayéndolos hácia los huesos isquios; de aquí resulta que la sangre esperimenta dificultad en volver de las venas profundas de los cuerpos cavernosos, como lo ha demostrado Krause (1). Estos músculos no ejercen ninguna influencia inmediata sobre la vena dorsal de la verga. Era interesante conocer la fuerza de la presion necesaria para dar consistencia al pene por medio de la acumulacion de un líquido en lo interior de los cuerpos cavernosos. Habiendo hecho una abertura en el cuerpo cavernoso de un pene, fijé en él por medio de una ligadura un tubo de cristal de seis pies de altura, manteniéndole perpendicular y lleno de agua. Una compresion hecha en la pelvis impedia al agua refluir á las venas del bajo vientre. Una columna de agua de seis pies puso á la verga en estado completo de ereccion y rigidez. La sangre que se acumula en los cuerpos cavernosos durante la ereccion está por lo tanto sujeta á una presion que iguala á la de una columna de agua de seis pies de altura. Esta viene á ser tambien la que obra sobre ella cuando corre por las arterias.

La accion nerviosa que determina la ereccion parte del cerebro y de la medula espinal: pero el fenómeno tambien puede ser promovido por una escitacion de las mismas partes genitales, en atencion á que los efectos centrípetos de los nervios sensitivos determinan á la medula espinal á ejercer una influencia motriz sobre los músculos que obran durante la ereccion. Guenther ha observado que hecha la seccion de los nervios de la verga del caballo, no podia entrar en ereccion este animal (2). Los nervios internos del pene estan compuestos de ramos del sistema de la vida animal y de ramificaciones procedentes del plexo hipogástrico (3).

El colgajo movible suspendido del pico del pavo esperimenta, cuando acomete al animal alguna pasion, cierta ereccion que tiene alguna analogía esterior con la de la verga, pero que se diferencia en las causas internas. Esta

---

(1) Muller's *Archiv.* 1837.

(2) Meckel's *Archiv.*, 1828, p. 364.—Guenther, *Untersuchungen aus dem Gebiete der Anatomie, Physiologie und Tierarzneikunde.* Hanovre, 1837.

(3) Muller's, *Ueber die organischen Nerven der erectilen nœnnlichen Geschlechts organo.* Berlin, 1836.

carúncula contiene en efecto, segun el descubrimiento de Schwan, un fuerte manojo de fibras musculares. Sin embargo Hertl ha hecho la interesante observacion de que la red capilar situada en la piel de este órgano envia á la superficie una multitud de prolongaciones que recuerdan las arterias helícinas (1)

No se debe confundir con la ereccion la rigidez del pezon del hombre y de la mujer, bajo el influjo de una irritacion mecánica. Sucede este fenómeno en el hombre pasando rápidamente la mano por el pezon, que se hace entonces mas largo y mas delgado. Las mujeres que estan criando suelen tambien pasarse la mano con rapidez por el pezon, para erigirle cuando está decaido. Es muy probable que dependa este fenómeno de la presencia del tejido contractil que se halla esparcido en diversas regiones del cuerpo, debajo de la piel, como por ejemplo en el dartos, en el prepucio, y que existe al parecer en rededor de los folículos cutáneos, donde determina el fenómeno conocido bajo el nombre de *carne de gallina*.

Redes admirables de arterias y venas.

Las redes admirables son sin disputa un hecho de anatomía comparada que interesa vivamente á la fisiologia. Llámase así la reduccion repentina de una arteria ó una vena en un manojo de ramitos pequeños ó en ramificaciones numerosas ó anastomosadas juntas, que ya se dirigen á su destino cada cual separadamente (redes monocéntricas ó difusas), ya se reunen en un nuevo tronco (redes anficéntricas). Son estas redes, unas puramente arteriales ó venosas; otras compuestas de conductos arteriales ó venosos aparentando la disposicion difusa ó anficéntrica, sin que las de una especie se unan con las de otra. Las mas notables son:

1.º Las que se hallan en las arterias y venas de los miembros y de la cola, en algunos mamíferos notables por la lentitud de sus movimientos, como las especies de los géneros *Bradypus*, *Mirmecophaga*, *Manis* y *Stenops* (2).

---

(1) *Œsterreichische Jahrbuecher*, t. XIX, p. 349.

(2) CARLISLE, en *Philos. trans.*, 1800.—VROLIK, *De peculiari art. extremitatum in nonullis animallibus dispositione.* Amsterdam, 1826.

2.º La que forman en los rumiantes y el cerdo los ramos de la carótida primitiva destinados al cerebro, y cuyas ramificaciones todas se reunen para producir la carótida interna. Rapp (1) ha demostrado que en los animales que estan provistos de ellas, la arteria vertebral no va al cerebro y se agrega á la carótida esterna, como sucede en la cabra y en el ternero, ó que cuando tiene conexiones con la red carotidea, no deja de distribuirse principalmente en los músculos de la nuca, como se ve en la oveja. Las ranas tienen una redecita admirable en el tronco de su carótida (2).

3.º Redes arteriales análogas se hallan en la órbita de los rumiantes, de los gatos y de las aves, segun Rapp y Barkow (3): aquí nacen las arterias del bulbo.

4.º Las redes admirables de las arterias intercostales y de las venas iliacas, en los delfines, tienen un volúmen enorme (4).

5.º Algunas de las mayores redes admirables han sido descubiertas por Eschricht y por mí en muchos pescados: estan compuestas á la par de venas y de arterias (5) La grande arteria visceral de los atunes (*Thynuus vulgaris* y *brachypterus*) envia al hígado sus ramos hepáticos, pero forma en el mismo sitio muchas redes admirables, peniciladas y muy considerables, que se reunen de nuevo en troncos cuyas ramificaciones se estienden á las vísceras digestivas. La sangre que vuelve del intestino y del bazo, atraviesa, antes de llegar al hígado, redes admirables parecidas, pertenecientes á la vena porta. En otros puntos de los *Squalus cornubicur* y de los *vulpes*, he encontrado redes admirables; en el primero de estos pescados estan situados encima del hígado, á ambos lados del conducto alimenticio. Atraviésalos la sangre de la arteria visceral, y la que vuelve de las venas hepáticas atraviesa su parte venosa antes de llegar al corazon. En la segunda clase de *squalus* ó lija, pertenecen las redes á los

---

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

(2) HUSCHKE, en TIEDEMANN'S *Zeitschrift.*, t. IV, p. 1.

(3) MECKEL'S *Archiv.*, 1829.

(4) BRESCHET, *Hist. anat. et physiol. d'un organe de nature vasculaire.* Paris, 2836,—BAER, *Nov. act.*, t. XVII.

(5) ESCHRICHT y MULLER, *Ueber die arteriœsen und venœsen Wundernetze an der Leber des Thunfisches.* Berlin, 1836.

vasos del intestino, del estómago y del bazo. Las otras especies del mismo pescado nada por este estilo presentan; pero en el cerdo hay una red admirable de vasos intestinales.

6.º Redes admirables de la coroides. Ya son difusas, ya anficéntricas. Se ven redes difusas en la coroides de los mamíferos, de las aves, de los reptiles y de los pescados cartilaginosos: redes anficéntricas en los pescados huesosos. La sangre arterial atraviesa en estos, millares de tubos capilares, y se reune por otro lado en las arterias de la coroides. Las venas se reparten tambien en millares de tubos que desembocan en un tronco venoso que abandona el ojo. La arteria gruesa de la glándula coroidea procede de la branquia accesoria, ó falsa branquia de los pescados cartilaginosos; órgano estraño á la respiracion, que á veces puede estar enteramente cubierto por la piel de las cavidades branquiales y aun por músculos: recibe sangre arterial y da sangre venosa, que es lo inverso de las verdaderas branquias. Pero lo mas notable es, que la vena, á manera de una vena porta, se convierte en arteria de la coroidea. De aquí resulta, que su sistema vascular entra en la categoría de las redes admirables (1).

7.º Redes admirables de la vejiga natatoria. Son, ó difusas, como en los ciprinos y el sollo, ó anficéntricas: en este último caso forman los cuerpos rojos de la vejiga natatoria, cuyas arterias y venas se esparcen por esta vesícula, como sucede en la anguila, la pescadilla &c. Por lo demás, se encuentran redes admirables en la vejiga natatoria, tenga esta ó no un conducto escretorio que vaya á la faringe. Muchas vejigas natatorias que tienen un conducto aéreo, carecen de redes admirables; por ejemplo los siluros, las clupeas y salmones.

Estas formaciones ejercen en la sangre una influencia mecánica ó química. La distribucion del líquido en un gran número de tubitos que se reunen mas adelante, parece que tiene por objeto el contener localmente su curso, pues el aumento de frotacion debe dar este resultado. Esta esplicacion conviene á todas las formas de redes admirables. El

---

(1) V. á MULLER, en *Abhandlungen der Akad. zu Berlin*, 1839.

paso de la sangre del sistema digestivo al través de dos redes capilares, una en el conducto intestinal y otra en el hígado, parece que tiende tambien en los animales vertebrados á amortiguar el curso del líquido de un modo local: las redes admirables de los pescados citados antes, deben hacer mas lenta todavía la corriente de la sangre. En cuanto á la suposicion de su efecto químico, no hay hasta ahora mas argumento en su favor que la comparacion con las glándulas linfáticas, que son tambien para el sistema linfático redes admirables anficéntricas. Quizá en las redes mistas, arteriales y venosas, además de la influencia de la capilaridad de los tubos, haya una accion de los tubos de una especie sobre los de otra, que prepara la sangre para la secrecion gaseosa de que está encargada la vejiga natatoria.

CAPITULO V.

DEL MODO CON QUE OBRAN LOS VASOS SANGUINEOS EN LA ABSORCION Y EXHALACION.

Absorcion.

Antes del descubrimiento de los vasos linfáticos, hecho por Aselli en 1622, se atribuia la absorcion á las venas. Desde este descubrimiento, y luego que se hubo aprendido á conocer los linfáticos en la mayor parte de los órganos, fueron considerados como únicos agentes de la absorcion. El hecho del paso inmediato de sustancias estrañas á la sangre sin cooperacion de los linfáticos, necesitó para ser comprobado una larga serie de esperimentos entre los cuales se distinguen los de Magendie, Emmert, Lawrence, Coates, Tiedemann, Gmelin y Westrumb.

Pruebas de la absorcion directa por los vasos sanguíneos.

Magendie y Delille ligaron por dos parajes una asa de intestino de perro, cuyos vasos linfáticos se habian puesto antes visibles con ayuda de abundantes alimentos. Aplicaron tambien dos ligaduras sobre los vasos linfáticos de esta asa y los cortaron al través. Convenciéronse de que ningun otro vaso linfático partia del asa intestinal, de suerte que esta no comunicaba ya con la circulacion sino por las ar-

terias y las venas. Inyectaron entonces dos onzas de una decoccion de nuez vómica, impidiendo que se derramara por medio de una ligadura, y á los seis minutos comenzaron á observarse los síntomas del envenenamiento (1).

Magendie descubrió una de las venas yugulares en un perrito de edad de seis semanas, y la aisló en toda su longitud, de modo que pudiera pasar un naipe por debajo de ella: despues hizo obrar sobre el vaso una disolucion acuosa de estracto alcohólico de nuez vómica. Antes del cuarto minuto aparecieron los síntomas del envenenamiento, y en un perro adulto no se hicieron sensibles hasta los diez minutos (2).

Segalas ha repetido este esperimento de otro modo (3). Despues de ligados los vasos sanguíneos, ó solo las venas, de una asa de intestino, sin lesion de los linfáticos, le fue imposible matar á un perro en el espacio de una hora por medio de la aplicacion del veneno al asa intestinal.

Los esperimentos de Mayer sobre la inyeccion de cianuro potásico en los pulmones merecen mas detenida mencion. De dos á cinco minutos bastaron para hallar esta sal en la sangre, cuyo suero dió un precipitado verde ó azul con el cloruro ó sulfato de hierro. El paso á la sangre es demasiado rápido para poder esplicarle por el curso de la linfa. La disolucion salina, inyectada en los pulmones, se manifestó primero en la sangre y mucho despues en el quilo; anunció su presencia en el corazon izquierdo, cuando aun no habia indicio alguno en el corazon derecho, siendo así que hubiera debido suceder lo contrario caso de efectuarse la absorcion por los vasos linfáticos, puesto que la linfa se mezcla con la sangre venosa que vuelve del cuerpo. Ocho minutos despues de la inyeccion de los pulmones se reconoce la sal en la orina: tambien se observa en la piel, en la sinovia, en la cavidad del hipogastrio, en la del pecho, en el pericardio, en la grasa, en las membranas fibrosas, por ejemplo la dura madre y las aponeurosis, en la aracnóides, en los ligamentos capsulares y laterales, en los ligamentos internos de las articulaciones (por ejemplo, los ligamentos

---

(1) MAGENDIE, *Précis de physiologie.*, t. II, p. 203.
(2) *Précis de physiologie.*, t. II, p. 279.
(3) MACENDIE, *Journal de physiologie.*, t. II, p. 117.

cruzados de la rodilla, el ligamento redondo de la cadera), en el pericondrio y en las válvulas del corazon (1).

Los esperimentos hechos por la Academia de medicina de Filadelfia (2) parece que estan hasta cierto punto en contradiccion con los anteriores, y que abogan por la hipótesis que considera á los vasos linfáticos como los principales encargados de la absorcion. Pero segun el modo con que se hicieron, no prueban nada. Despues de inyectada la disolucion de cianuro potásico en el abdómen ó intestino, encontró la Academia, pasados treinta y cinco minutos y mas en lo general, que el quilo se coloraba notablemente de azul, añadiendo una sal de hierro, y que casi siempre tambien aparecia una débil coloracion en el suero de la sangre y en la orina. El espacio de treinta y un minutos es demasiado largo: hubiérase debido, como Mayer, examinar la sangre y la orina algunos minutos despues de la inyeccion: porque los esperimentos, conforme se hicieron, prueban solamente que los vasos linfáticos pueden absorber tambien agentes químicos. Así en un caso (el n.º 36) dos minutos despues que un gato bebió una onza de disolucion de cianuro potásico, se mató al animal por hemorragia y se halló la sal en la orina, mas no en el suero de la sangre ni en el quilo, aunque en este caso á donde primero debia llegar era á la sangre, y de ella pasar á la orina. La comision de la Academia ligó muchas veces la vena porta que recibe la sangre del intestino: sin embargo, la nuez vómica, introducida en el intestino, promovió el tétanos al cabo de veintitres minutos y mas, mientras que en otros casos la simple ligadura de esta vena causó la muerte, pero sin producir espasmos. Estos esperimentos vienen á probar que los vasos del conducto intestinal habian trasladado el veneno á la sangre. Esto puede muy bien suceder en un trascurso de veintitres minutos, sin que se deduzca que la llegada del veneno á la sangre no pueda verificarse en un plazo mas corto. Por otra parte hay ramos de las venas intestinales que se anastomosan con ramificaciones de la vena cava inferior.

Westrumb, despues de inyectado el cianuro potásico en el estómago, le volvió á encontrar á los dos minutos en la

(1) MECKEL'S *Archiv.*, t. III, 1817, p. 485.
(2) *Philos. Journal*, n.º 6.

orina, sin que la linfa y el quilo lo tuviesen. Habian sido cortados los uréteres y fijado en ellos tubitos, por cuyo medio se recogia la orina (1).

Tiedemann y Gmelin han comprobado, con sus numerosos esperimentos sobre materias colorantes y salinas que introducian en las vias digestivas y fáciles de reconocer por sí ó por medio de reactivos, que jamás pasaba partícula alguna de las materias colorantes al quilo, aunque anunciasen su presencia en la sangre y en la orina y hubiesen llegado hasta el intestino. Respecto de las sales, solo en algunos casos se observó que pasara algo al quilo, entre otros en un caballo, al cual se habia administrado sulfato de hierro: así tambien se encontró cianuro potásico en el quilo de un perro, mientras que el de otro no ofreció señal alguna: el sulfato de potasa apareció tambien en un animal de esta especie. A los que objetaran que las sustancias podian haber sido absorbidas ya, se podria responder que el intestino contenia aun gran cantidad de materia por absorber. Estos resultados, á los que da notable certidumbre la exactitud de los esperimentos, estan conformes con los hechos por Hallé (2) y Magendie (3); pero en contradiccion con los de Martin Lister y Musgrave (4), de Hunter, de Haller y de Blumenbach. Viridet y Mattei dicen tambien haber hallado un color rojo y un color amarillo en animales mantenidos con remolachas coloradas y yemas de huevos.

Foderá llenó de una disolucion de cianuro potásico un asa intestinal de un animal vivo, ligó esta asa en dos parajes, la metió en seguida en una disolucion de sulfato de hierro, y vió volverse azules los vasos linfáticos y las venas (5). Schrœder van der Kolk, repitiendo este esperimento, vió el color azul solo en los linfáticos, y no en las venas. El cianuro potásico encerrado en el intestino no habia mudado de matiz al cabo de media hora, de suerte que el sulfato de hierro no habia atravesado aun todo el espesor de las

---

(1) MECKEL'S *Archiv.*, t. VII, p. 525-540.

(2) FOURCROY, *Système des connaiss. chimiques*, t. X, página 66.

(3) *Physiologie*, t. II, p. 157.

(4) *Philos. trans.*, 1701, p 819.

(5) *Recherches expérim. sur l'exhalation et l'absorption.* Paris, 1824.

paredes intestinales. Esto nada absolutamente prueba contra el paso inmediato de las sustancias á la sangre, porque pequeñas cantidades que se introdujeran serian al punto trasladadas mas lejos, al paso que el movimiento del quilo por los vasos linfáticos no es muy rápido. Por otra parte, es muy difícil distinguir en la sangre un tinte azulado, y es seguro que solo en la serosidad se distingue. Lawrence y Coates no comprobaron la presencia de la sal en la sangre, sino cuando se mostraba en la parte superior del conducto torácico (1).

Brodie, Magendie, Delille y Segalas hicieron muchos esperimentos sobre la ligadura del conducto torácico. Brodie (2) vió al alcohol producir efectos mortales, aun despues de esta ligadura.

Como el conducto torácico presenta á veces anastómosis accesorias, y otras, por ejemplo en el cerdo, envia ramos á la vena ázigos; como en ciertos casos se halla el conducto torácico al lado derecho, y en fin, como los vasos linfáticos tienen numerosas anastómosis unos con otros, la ligadura de dicho conducto no puede impedir de un modo absoluto que pase á la sangre la linfa envenenada.

Los esperimentos de Emmert demuestran que ciertas sustancias pasan inmediatamente á la sangre cuando les impide seguir otro camino la ligadura de los vasos sanguíneos. Emmert ligó la aorta abdominal y en seguida introdujo cianuro potásico y una decoccion de angostura en diversas heridas hechas en los miembros. La sal fue absorbida y descubierta en la orina, pero la angostura no ejerció su accion venenosa ordinaria. En otro esperimento vió Emmert, despues de la ligadura de la aorta abdominal, al ácido cianhídrico que habia introducido en una herida de una pata, no producir efecto alguno ni aun despues de setenta horas; pero luego que se hubo retirado la ligadura de la aorta, se declaró el envenenamiento al cabo de media hora (3).

Finalmente, Jacobson ha demostrado que en los moluscos, que no tienen sin embargo vasos linfáticos, el cianuro potásico llega con facilidad de todas las superficies á la san-

---

(1) FRORIEP'S, *Notizen*, n.° 77.
(2) *Philos. trans.*, 1811.
(3) MECKEL'S, *Archiv.*, 1815, p. 178.

gre, de donde se escapa en seguida por los órganos secretorios (1).

Permeabilidad de las membranas orgánicas para los gases y los líquidos.

Hasta ahora se ha atribuido el paso de los líquidos á los vasos capilares á una facultad absorbente propia de las venas. No obstante, fácil es probar que los hay que penetran en los capilares sin necesidad de esta supuesta facultad, y que cuando ocurre este efecto, se mezclan inmediatamente con la sangre venosa, porque toda la sangre contenida en los capilares sigue la direccion de las arterias hácia las venas y de estas hácia el corazon. El primer fenómeno del paso inmediato de las sustancias disueltas en la sangre es la imbibicion de las partes animales (1), aunque esten muertas, por los fluidos que se introducen en sus poros invisibles.

Los gases y los líquidos tenues penetran, con las sustancias que tienen en disolucion, las partes animales húmedas. Dos gases puestos en contacto con las dos superficies de una vejiga, que puede haber sido desecada antes, se equi-

---

(1) FRORIEP'S, *Notizen*, n.° 14, p. 200.— *Cons.* sur ce sujet SCHNELL, *Diss. sistens hist. veneni upas antiar.* Tubingue, 1817.—*Tubinger Blaetter*, t. III, p. 1, 1877.—SCHABEL, *De effectibus veneni rad. veratri albi et hellebori nigri.* Tubingue, 1819.— WESTRUMB, *Physiologische Untersuchungen ueber die Einsangungskraft der Venen* Hanovre, 1825.—TIEDEMANN y GMELIN, *Recherches sur la route que prennet les diversos substances pour passer de l'estomac et du canal intestinal dans le sang.* París, 1821 (el original aleman es de 1820).—SEILER y FICINUS dans *Zeitschrift fuer Natur und Heilkunde*, t. II, p. 378.—JAECKEL, *De absorptione venosa.* Breslau, 1819.—LEBEKUCHNER, *Diss. utrum per viventium adhuc animalium membranas atque vasorum parietes materiæ ponderabiles illis applicatæ permeare queant necne.* Tubingue, 1819.— WEDEMEYER, *Ueber der Kreislauf.* Hanover, 1828, p. 421.—S. BEHR, *Diss. de ratione qua venæ et vasa lymphatica resorbeant.* Zurich, 1842.

(2) Véanse las curiosas observaciones de Œsterlen sobre la imbibicion de los tejidos animales en ROSER y WUNDERLICH'S *Archiv.*, 1842, p. 171.

libran uno con otro hasta que es perfecta la mezcla. Un gas penetra una vejiga húmeda para ser absorbido por un líquido que esta encierra. Esto solo acredita que sustancias reducidas al estado aeriforme pueden introducirse en la sangre, durante la respiracion, sin que haya derrame de glóbulos sanguíneos. Con efecto, los gases penetran las membranas que estan sembradas de vasos capilares y llenas de sangre en circulacion, disolviéndose en la sangre de estos capilares, mientras que las túnicas de los vasos, si bien permeables, en virtud de su porosidad general é invisible, para los gases y sustancias disueltas en un líquido, no tienen aberturas que correspondan al diámetro de los glóbulos de la sangre. Si se tapa un vaso de agua con una vejiga húmeda que toque al líquido, y se echa un poco de sal sobre la membrana, esta sal se disuelve en el agua que penetra los poros de la vejiga y se trasmite de esta agua á la que está encerrada en el vaso.

La causa de la imbibicion, de la permeabilidad de las partes animales, es por tanto el poder que tienen las sustancias de estenderse uniformemente en el líquido que las tiene en disolucion. Una disolucion salina tiende á esparcirse en otro líquido con el cual pueda mezclarse; por ejemplo, el agua salada y el agua pura tienen tendencia á ponerse en equilibrio de reparticion. Así que, como las partes animales son reblandecidas por los líquidos acuosos, y sus poros estan llenos de este líquido, una sustancia disuelta tiende á comunicarse con el agua de estos poros y aun á atravesar los de una membrana para esparcirse en el líquido que está en contacto con esta última, hasta que haya equilibrio de reparticion entre los dos líquidos que tocan las caras de la membrana.

Hay no obstante circunstancias particulares en que la imbibicion se aumenta con la capilaridad y la atraccion. El primer caso sucede en el reblandecimiento de una parte animal seca, debiendo la capilaridad de los poros vacíos favorecer la penetracion de las sustancias líquidas. Tenemos un ejemplar del segundo en el fenómeno de imbibicion simultánea, pero desigual, de dos líquidos.

Endósmosis.

Cuando se introduce una disolucion de azúcar ó de una

sal cualquiera en un tubo de vidrio tapado por abajo con una vejiga, y se mete este tubo en otro lleno de agua destilada, el nivel del líquido interior sube á veces muchas pulgadas. Pero por los reactivos se conoce que han penetrado al mismo tiempo en el agua esterior partículas de la disolucion. La ascension del nivel dura hasta que los dos líquidos se han hecho homogéneos en lo interior y esterior del tubo. Si este tubo contiene agua y el vaso esterior una disolucion salina, baja el agua en el tubo. Si los dos vasos contienen disoluciones igualmente concentradas de diferentes sales, estas se mezclan. Un asa de intestino de pollo que se medio llenó de una disolucion de goma, de azúcar ó de cloruro iódico atando despues los estremos, se hinchó al meterla en agua, y por el contrario perdió parte de su contenido si era agua pura y la sumergian en agua azucarada. Lo mismo sucede sustituyendo la vejiga con cuerpos porosos sacados del reino animal.

Dos esplicaciones se han dado de este fenómeno. La primera, debida á Magnus y á Poisson, consiste en decir que la atraccion entre las moléculas de una disolucion salina está compuesta de las atracciones recíprocas del agua y de la sal, y de la atraccion de las partes homogéneas del agua y de la sal entre sí: esta atraccion reunida es mas fuerte que la de las partículas de agua. La segunda esplicacion es esta: la vejiga, siendo porosa, puede considerarse como un sistema de tubitos capilares, que ejercen atraccion sobre los líquidos que penetran en la membrana y tienden á ponerse en equilibrio por medio del agua que llena los poros; si se admite ahora que uno de estos líquidos tiene mas atraccion para la sustancia de la vejiga, tardará mas tiempo en atravesar los poros capilares que el otro, que por esta razon debe bajar en el vaso encargado de contenerle. El nivel del primero subirá hasta que la presion creciente de la columna de agua ascendente haga equilibrio con esta atraccion mas fuerte (1).

---

(1) DUTROCHET, *Mém. para la hist. anat. y fisiol. de animales y vegetales*, París, 1837, t. I,—BIOT, *Traité de physique*, t. I,—FISCHER, en POGGENDORFF'S *Annalen*, II, 126.—MAGNUS; *ibid.*, X, 153.—WACH, en SCHWEIGGER'S *Journal*, 1830, p. 20.—E. BRUECKE, *Diss. de diffusione humorum per septa mortua et viva*. Berlin, 1842.—KURSCHNER, en R. WAGNER, *Handwœrterbuch der Physiologie*, t. I, p. 35.

No es constante que la disolucion mas densa atraiga mas del licor menos denso que este de aquel. Lo contrario sucede con los gases. La constitucion química y las relaciones físico-químicas entre el líquido y la membrana animal parece que representan aquí un gran papel. El alcohol acuoso que se conserva en una vejiga, se concentra, porque solo el agua se evapora (1). Sacos membranosos que contenian una débil disolucion de sulfato de hierro metidos en agua que tenia en disolucion cianuro potásico, se hincharon porque penetró agua; pero habian abandonado sal de hierro á la disolucion circunvecina que se habia vuelto azul y no habia la menor señal de color azul en lo interior de los sacos. Faust hizo esperimentos sobre el modo de obrar de los gases (2). Una vejiga medio llena de aire atmosférico, puesta bajo una campana llena de gas ácido carbónico, se hinchó, y otra llena de gas hidrógeno tratada del mismo modo, se puso turgente á punto de reventar. Por el contrario, si el gas contenido en la campana es mas lijero que el que hay en la vejiga, esta se afloja.

Rapidez de la introduccion y de la reparticion en la sangre de las sustancias disueltas.

Deseaba yo saber cuál es la rapidez con que puede una sustancia penetrar por imbibicion en la primera capa de los vasos capilares de una parte privada de epidermis y llegar así á la sangre. Como la película delicada de las vellosidades intestinales del ternero y del buey, cuyo espesor es de 0,00174 de pulgada, contiene todavía vasos capilares que acarrean sangre, se puede, segun este espesor, formar idea de la profundidad á que deben penetrar las sustancias disueltas para llegar á la primera capa de capilares de una membrana esenta de epidermis. Tomé un vasito de cuello muy delgado sobre el cual tendí la vejiga urinaria de una rana, y en otro esperimento, el pulmon de uno de estos animales, despues de haber introducido en el vaso un poco de una disolucion de cianuro potásico; seguidamente, por medio de un pincelito, estendí un poco de disolucion de cloruro de

(1) *Comp.* los esperimentos de Staple en Kastner's *Archiv fuer Chemie*, t. III, p. 282.

(2) FRORIEP'S *Notizen*, n.º 646.

hierro sobre la superficie de la membrana húmeda y al mismo tiempo volví el vaso á fin de que el cianuro potásico tocase la cara interna de esta. En menos de un segundo, apareció una lijera mancha azul que no tardó en hacerse mas oscura. Dedúcese de aquí que basta el espacio de un segundo para que una señal de sustancia disuelta atraviese una membrana del espesor de una vejiga de rana distendida. Esta membrana contiene todavía muchas capas sobrepuestas y tiene mas espesor que la película organizada de las vellosidades intestinales. Puédese por tanto admitir que en un segundo llegan señales de una sustancia disuelta á los vasos capilares de una parte privada de epidermis y pasan á la sangre. Es así que la sangre completa su revolucion en medio minuto, segun Hering, y en uno ó dos minutos por otros cálculos; luego hay derecho para admitir que las señales de una sustancia disuelta puesta en contacto con una membrana orgánica sin epidermis, pueden esparcirse por el cuerpo mediante la circulacion en medio minuto ó dos.

Los venenos narcóticos obran destruyendo la fuerza nerviosa, pero aplicándolos sobre los nervios mismos, solo producen efectos locales. Cuando metia por algun tiempo los nervios de un muslo de rana separado del cuerpo en una disolucion acuosa de opio, la porcion sumergida perdia su escitabilidad, es decir la aptitud para provocar convulsiones en el miembro bajo el influjo de los estimulantes. Pero por bajo del punto puesto en contacto con el veneno, conservaba el nervio su escitabilidad; de donde se deduce que el opio altera la misma sustancia nerviosa, pero que no es por los nervios por donde adquiere los caracteres de un envenenamiento general el local debido á este narcótico. Tambien se comprueba que una rana, animal por otra parte muy sensible á la accion del opio, pasa muchas horas sin presentar síntomas de envenenamiento, cuando se amputa el muslo de modo que solo quede el nervio para establecer la comunicacion entre el tronco y el miembro, y se deja este empapado en una disolucion de opio, cuidando de atar bien al animal, á fin de que con los movimientos no se salpique el cuerpo. Estos esperimentos y muchos otros que serán referidos en su lugar, prueban que los venenos narcóticos determinan sus efectos generales sobre el sistema nervioso, despues de haber sido recibidos en la sangre por la circulacion. Por los hechos apuntados antes sobre la absorcion

por imbibicion, es tambien fácil esplicar completamente la rapidez de accion de los narcóticos. De todos el ácido cianhídrico es aquel cuyos efectos se manifiestan con mas prontitud. La disolucion de estracto alcohólico de nuez vómica, introducida en alguna cantidad en la boca de conejos jóvenes, produce tambien la muerte casi instantánea, en tanto que aplicada sobre un nervio descubierto, el ciático por ejemplo, no produce efectos generales. Wedemeyer observó igualmente que el ácido cianhídrico, aplicado solo sobre los nervios, no obraba. Puesto en contacto con membranas mucosas, obra en el espacio de treinta á cuarenta segundos, segun los esperimentos de Christison; pero este tiempo basta para que haya dejado señales en el sistema vascular, como lo prueban los hechos referidos mas arriba.

La prontitud con que las sustancias disueltas se introducen en los vasos capilares y se esparcen por medio de la circulacion, esplica sin dificultad cómo algunas de ellas pasan tan pronto á la orina sin que haya que recurrir á supuestas comunicaciones directas entre el estómago y los riñones. Segun Westrumb, de dos á diez minutos bastan para hallar en la orina indicios de sales solubles; porque al cabo de este tiempo, pudo descubrir el cianuro potásico que habia administrado al animal, abriendo el cuerpo de este y recogiendo el líquido que fluia por los uréteres. Pero en lo general el paso se hace con mucha mas lentitud.

Las sustancias que llegan por imbibicion á la sangre de las venas intestinales, no llegan desde luego á la vena cava: la sangre de estas venas las conduce primero al hígado, de donde pasan á la circulacion general. Magendie observó que algunas de ellas cambiaban el modo de obrar en este trayecto. Así la bilis y el aire atmosférico en gran cantidad, inyectados en la vena crural de un animal, causaron la muerte instantánea, al paso que su inyeccion en la vena porta no tuvo malas consecuencias. Hay sustancias que cambian en el conducto intestinal, no siendo absorbidas en él, aunque lo son en una herida: tal es el caso del veneno de la víbora, que segun Mangili y Steven (1), no produce ningun accidente tragándole, lo cual sucede tambien con la saliva de los hidrófobos.

Magendie observó que la absorcion se hace con menos

(1) *On the blord*, p. 137.

actividad estando llenos de líquido los vasos sanguíneos. Las membranas dejaban de absorber materias estrañas despues de una inyeccion de agua en las venas de un animal, y recobraban esta facultad con una sangría. Por el contrario, una sangría acelera la absorcion hasta tal punto, que fenómenos que no solian suceder sino despues de dos minutos, se manifestaban entonces en medio.

Existe aun la duda de si por medio del diástole del corazon, cuyo espacio tiende á llenar la sangre venosa, ejercen tambien las venas atraccion sobre las sustancias que penetran en los vasos capilares. En todo caso, el movimiento de la sangre debe favorecer la imbibicion, porque las sustancias que penetraron son arrastradas por ella, y por consiguiente no puede saturarse en el punto donde ocurre la penetracion.

Las partes en que se verifica la absorcion con mas rapidez, son las membranas mucosas, las serosas y las heridas; siendo mucho mas lenta en la piel cubierta de epidermis (1). Como la piel es la que está mas á menudo en contacto con sustancias estrañas y se aplican en ella los medicamentos, es importante el estudio de lo que la sucede (2). Todas las preparaciones metálicas obran con menos energía empleándolas en fricciones que cuando se las administra interiormente. Bajo esta forma, el mercurio cura la sifilis y promueve la salivacion; el tártaro estibiado provoca el vómito, segun Letsom y Brera; el arsénico envenena. Las sustancias vegetales, disueltas ó insolubles, obran igualmente por la piel. Así, segun Haller, el eléboro blanco, aplicado sobre el bajo vientre, da lugar á vómitos, y causan abundantes evacuaciones los paños de agua de esta planta ó de eléboro negro. Lentin observó en la cebadilla la cualidad de originar espasmos violentos y purgar de resultas de un frote en el abdó-

(1) Ciertas sustancias no son absorbidas por la piel, porque son insolubles: por esta razon algunas materias colorantes introducidas en picaduras ó granos de pólvora lanzados por un disparo, suelen á veces permanecer visibles toda la vida en esta membrana. Otras se conservan por haber contraido una combinacion química con ella. Por ejemplo, la piel de los enfermos que hacen uso mucho tiempo de azoato de plata llega á adquirir un color apizarrado que conserva siempre.

(2) WESTRUMB, en MECKEL'S *Archiv.*, 1827.—SEWALL, *ibid.*, t. II, p. 146.

men; las cantáridas causan disuria y los narcóticos ejercen su influencia propia; el alcanfor, segun Magendie, se reconoce en la exhalacion pulmonar; la esencia de trementina se revela por el olor de violeta que comunica á la orina; el cianuro potásico, el ruibarbo y la rubia, anuncian su presencia en este líquido y en la sangre. Pero todos los medicamentos y venenos obran con mucha mas intensidad, cuando se los aplica á la piel despues de haberla despojado de su epidermis por medio de un vejigatorio, lo cual constituye el método llamado endérmico (1).

Efectos orgánicos durante la absorcion por los vasos sanguíneos.

Ni la imbibicion, ni la endósmosis bastan para esplicar la absorcion de los líquidos, ni siquiera la comunicacion de las sustancias que tienen en disolucion. El agua en el estómago debe tener tendencia ciertamente á esparcirse en la sangre de los vasos capilares, y los corpúsculos de la sangre deben en virtud de su grande atraccion para este líquido, tomar parte en su absorcion durante su paso al través de los capilares. Pero la absorcion de disoluciones concentradas es totalmente inesplicable con arreglo á estos principios, por ejemplo la de la serosidad derramada en las cavidades del cuerpo, cuando se cura la hidropesía. Debe pues haber aquí atracciones orgánicas particulares de parte de los vasos linfáticos ó de los mismos vasos sanguíneos. Que estos últimos sean susceptibles de absorber en ciertas circunstancias, es decir que posean la misma accion absorbente que los linfáticos, es lo que prueba el paso de los líquidos nutricios de

---

(1) Largo tiempo se ha discutido la cuestion de si la piel cubierta de su epidermis es susceptible de absorber el agua; cuyo problema es difícil de resolver, porque la piel pierde agua por la traspiracion. Lo cierto es que la epidermis es higroscópica y que se hincha en el agua. Los esperimentos de cuyas resultas la orina ha presentado señales de materias colorantes ó cianuro potásico disuelto en un baño en que estuviera la piel, no prueban nada en cuanto á la absorcion del agua, pues las sales pueden atravesar una membrana animal cuyos dos lados estan en contacto con el agua, sin que cambie el nivel de esta. Abernethy observó la absorcion de diversos gases por la piel.

la madre al niño al través de los vasos capilares de la placenta fetal, porque no hay ninguna comunicacion directa entre los vasos de la madre y los del feto. Las arterias de la matriz se continúan con las venas de este órgano, y las del niño no se continúan ya en lo interior de la placenta sino con las venas del feto. Weber nos ha dado pormenores muy interesantes sobre este modo de comunicacion. Las ramificaciones mas delicadas en la placenta son las de las prolongaciones velliformes de este órgano. En estas vellosidades ramificadas, pero cerradas por todos lados, se ven estenderse las arterias mas sutiles, que se vuelven venas por simple inflexion, formando una corvadura en su estremo y retorciéndose sobre sí mismas. Los manojos de estas vellosidades, con las inflexiones capilares por cuyo medio las arterias se vuelven venas, estan metidos en la cara interna de la matriz en las venas de paredes muy delgadas de la madre, cuya sangre los baña por todas partes. Es probable que la sangre del feto atraiga las sustancias disueltas en la de la madre, durante su trayecto á través de los vasos capilares de las vellosidades. Nadie duda que entre estas dos sangres hay una especie de endósmosis, en virtud de la cual la del feto recibe de la madre, á través de las delicadas membranas de sus vasos, mas de lo que da á este; pero esta endósmosis orgánica y viva es enteramente distinta de la endósmosis física.

En los animales rumiantes, las vellosidades de los cotiledones del huevo no estan metidas en las venas uterinas: se hallan implatadas como raices en unas depresiones vaginiformes de la matriz. Pero estas depresiones se hallan cubiertas de vasos capilares uterinos, al paso que los capilares independientes del animal jóven no se estienden sino sobre las vellosidades de los cotiledones. En este caso los capilares de la madre deben escretar sustancias que son absorbidas por las del hijo.

Exhalacion.

Muchas sustancias que se hallan disueltas en líquidos animales, sobre todo aquellas que de fuera han penetrado el torrente de la circulacion y se han mezclado con la sangre sin sufrir alteracion, son eliminadas con arreglo á las leyes de la imbibicion y de la endósmosis. El cianuro potásico, recibido por endósmosis en la circulacion, penetra tambien segun las mismas leyes en los tejidos animales y se mez-

cla con los líquidos secretorios mas diversos; de suerte que, segun Westrumb, se hallan señales de él en la orina en el espacio de dos á diez minutos. En la ictericia, casi todos los órganos internos y sus secreciones son penetrados de este modo, como la orina, por la materia colorante de la bilis disuelta en la sangre.

Las partes evaporables de la sangre, naturales ó estrañas, pueden exhalarse por las superficies libres de las membranas, con tal que no esten detenidas por una atraccion particular del tejido animal. Cuando la compresion favorece el paso á través de los poros de las paredes, hay líquidos que pueden tambien, en virtud de las leyes de la física, penetrar en los espacios libres llenos de gas ó de vapores. Este fenómeno ocurre despues de la muerte por solo el efecto de la gravedad, que es causa de que el suero de la sangre y luego la materia colorante disuelta puedan penetrar los tejidos y acumularse en espacios vacíos. La bilis trasuda entonces á través de las paredes de la vejiga y tiñe de amarillo las partes inmediatas. Durante la vida, la absorcion por un lado y la contractilidad orgánica por otro, equilibran esta penetracion de las membranas; mas diferentes causas rompen el equilibrio en las enfermedades y entonces se ve al agua que tiene en disolucion materia animal y sales, reunirse en las cavidades y en el tejido celular, dando lugar á los fenómenos de la hidropesía y de la albuminuria. La exudacion de la parte líquida de la sangre ó de la fibrina en la inflamacion, debe estar precedida de una parálisis de la contractilidad orgánica de los vasos pequeños. Despues de la obliteracion de troncos gruesos venosos de las vísceras y de los miembros, deja exudar la sangre agua cargada de albúmina en los sacos serosos próximos ó en el tejido celular, especialmente de los miembros inferiores, que puede, como demostró Bouillaud, producir artificialmente una hidropesía del tejido celular haciendo la ligadura de gruesos troncos venosos. Las hidropesías que siguen á la degeneracion de las vísceras son debidas en parte tal vez á la obliteracion de las vias circulatorias de estos órganos.

Segun esto, podríase creer que las exhalaciones (vaporosas) y las exudaciones (líquidas) se hacian en el cuerpo vivo con arreglo á las leyes puramente físicas de la imbibicion, de la endósmose y de la compresion. Mas no es así. Las leyes físicas quisieran que todo lo disuelto pudiese penetrar; pero

en el cuerpo vivo los tejidos no se dejan penetrar por todo lo que contienen en disolucion: la exhalacion y la exudacion no suelen arrastrar mas que una parte de las sustancias disueltas en la sangre. La fibrina de la sangre no se exuda en las hidropesías como en la inflamacion: la exudacion en lo general no se coagula por sí y solo los reactivos producen precipitados: no contiene mas que la albúmina de la sangre. Por esta razon es claro que á la penetracion de la fibrina disuelta en las hidropesías debe hacer equilibrio una fuerza que está paralizada en la exudacion inflamatoria y que debe ser una atraccion del tejido vivo para la fibrina disuelta, mientras que el mismo tejido permite pasar al agua albuminosa. No se derrama tampoco al principio de la inflamacion mas que serosidad de la sangre como de resultas de una úlcera ó de la aplicacion de un vejigatorio: pero siendo mas viva la inflamacion, tambien se derrama fibrina.

Las exudaciones sanguíneas suponen además condiciones particulares. Durante el flujo menstrual, corre de la cara interna de la matriz sangre verdadera, que no se diferencia de la otra sangre mas que en la carencia ó escasez de la fibrina. (1) Es falso de todo punto lo que supuso Brande de no ser la sangre menstrua mas que una disolucion concentrada de la materia colorante de los glóbulos de la sangre: examinándola, he reconocido verdaderos glóbulos de sangre, que no habian sufrido cambio alguno; luego es un hecho que cuando una mujer tiene sus reglas, las paredes de los vasos capilares de la matriz se hacen bastante permeables para permitir el paso á los glóbulos de la sangre.

La lenta exudacion de la sangre que llaman los patólogos *diapedesis* (*per secretionem*), tampoco puede ser una simple eliminacion; supone igualmente el reblandecimienta de las paredes vasculares, y en muchos casos, sino en todos, depende sin duda de una rotura de los capilares, como en la hemoptisis y el esputo sanguinolento de los peri-

---

(1) Donné (*Cours de microscopie*, p. 135) dice tambien que la sangre menstrua no está privada de glóbulos ni aun de fibrina; que en nada parece diferir de la sangre arterial, y que si algunas veces sufre una alteracion ácida, en lugar de ser alcalina, como la sangre normal, es por hallarse mezclada con crecida cantidad de moco vaginal que siempre es muy ácido. (*N. del T.*)

neumónicos. Pero Wedemeyer (1) ha manifestado ser probable que la materia colorante de los glóbulos sanguíneos puede, en ciertas circunstancias especiales, disolver á la parte acuosa de este líquido, y que tambien entonces puede exudar serosidad roja. Habiendo inyectado mucha agua caliente en las venas de unos caballos, se observó una exudacion de agua sanguinolenta por la nariz y en la cavidad abdominal. Como es sabido, tiene la materia colorante de la sangre la propiedad de disolverse en el agua; y tambien parece disolverse en la serosidad, en el escorbuto, en el *morbus maculosus*, y despues de la mordedura de las serpientes (2).

La aparicion de los glóbulos en las secreciones supone que se han formado en el momento de la eliminacion. No podrian venir de la sangre y atravesar los vasos capilares. Los glóbulos del pus son mayores que los de la sangre, casi un doble segun Weber (3); no pueden pues deber su orígen á estos, y es una imposibilidad absoluta la escrecion por los riñones de glóbulos de pus existente en la sangre: la exudacion no puede ser sino de los materiales inmediatos del pus en estado de disolucion.

---

(1) *Weber den Kreislauf.* Hanover, 1828, p. 463.

(2) AUTENRIETH, *Physiologie*, t. II, p. 154.

(3) Segun Donné (*loc. cit.*, p. 184, fig. 36) los glóbulos del pus son únicamente un poco mas gruesos que los de la sangre, aproximándose su diámetro $\frac{1}{400}$ de milímetro. (*N. del T.*)

SECCION III.

DE LA LINFA Y DEL SISTEMA LINFATICO.

CAPITULO PRIMERO.

De la linfa.

La *linfa* es el líquido que contienen los vasos linfáticos. Consiste en un líquido *transparente*, de un color amarillo claro y no de color sonrosado en general, á no ser que contenga accidentalmente glóbulos de sangre. En los reptiles y los pescados es la linfa enteramente clara y casi sin color amarillento. No tiene olor; su sabor es salado y obra químicamente de un modo perceptible como los álcalis. Contiene en disolucion, como el quilo, albúmina y fibrina: esta última se trasforma en gelatina á los diez minutos.

La rara ocasion de observar la linfa humana se le proporcionó á Bonn en el invierno de 1831 á 1832. En la clínica quirúrgica del profesor Wutzer habia un jóven que, á consecuencia de una herida antigua en el dorso del pie, arrojaba continuamente linfa por una pequeña abertura fistulosa que se habia resistido á todos los medios quirúrgicos puestos en práctica para cicatrizarla. Cuando se frotaba por encima del dedo gordo dirigiéndose hácia la fistula, se veia fluir un líquido trasparente, algunas veces bastante copioso para formar un chorro que se elevava. Este líquido era lnifa. Al cabo de diez minutos se veia un coajaron de fibrina parecido á una tela de araña (1). Un caso análogo, observado en Halle, ha ofrecido á Marchand y á Colberg la ocasion de analizar la linfa (2).

Las ranas y los peces suministran fácilmente la suficiente cantidad para poderla estudiar. Se sabe que la piel de

---

(1) *Comp.* H. Nasse, en Tiedemann's *Zeitschrifs*, t. V.
(2) Muller's *Archiv.*, 1838, p. 134.

las ranas está unida generalmente de una manera floja á las capas musculares. Despues de haberla cortado á la altura de los muslos, se la despega de los músculos en una estension dada, evitando herir los vasos sanguíneos de grueso calibre; se observa (no siempre) que fluye un líquido claro, sin color, de gusto salado, y que en muchos casos es muy abundante. Este líquido es la linfa. La prueba es, que despues de algunos minutos, forma un cuajaron considerable, primeramente trasparente como el agua, pero que poco á poco se condensa en un tejido filamentoso blanquecino. Cuando se reune la linfa de un gran número de ranas se obtiene bastante para poder hacer una porcion de investigaciones. El coágulo fibrinoso de una cantidad determinada de este líquido, cuyo peso se habia determinado, se desecó y pesó: obtuve de 81 partes de linfa de ranas, una parte de fibrina seca, proporcion que la grande cantidad de esta última hace considerable. Es fácil tambien, en los pescados que no son gordos, estraer la linfa de los espacios linfáticos de la órbita.

La linfa aparece ordinariamente sin color en casi todas las partes del cuerpo. Se ha encontrado algunas veces de color sonrosado. Magendie, Tiedemann y Gmelin la han visto así en animales sometidos por algun tiempo al ayuno. Sin embargo, esta coloracion no es rara en los vasos linfáticos del bazo, en donde Hewson, Fohmann, Tiedemann y Gmelin la han observado. Seiler no la ha encontrado sino alguna que otra vez. Rudolphi la considera como accidental. A pesar de lo dicho, examinando el bazo de las vacas en las carnicerías, he visto muchas veces que entre los innumerables y voluminosos vasos linfáticos que guarnecen la superficie de este órgano, habia siempre algunos cuya linfa tenia un color rojizo sucio.

El quilo de lo animales es casi siempre mas turbio que su linfa, y esto depende de la grasa que contiene: cuando los animales carnívoros y herbívoros lactan, el quilo es blanco, mientras que en los herbívoros adultos se parece mas á la linfa. La grasa que contiene el quilo hace que parezca de un sonrosado amarillo la sangre de los gatillos que maman, y comunica un color blanquecino al suero de la sangre de estos. Pero es preciso, para observar este fenómeno, coger los animales despues de la digestion (1). En

(1) Schlemm, en Froriep's *Notizen*, 536.—*Comp.* Mayer, *ibid.*, 565.

el conducto torácico de los caballos, rara vez en otros animales, el quilo es sonrosado, y entonces su coágulo se pone colorado estando en contacto con el aire (1).

---

(1) Gruby y Delafond (*Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, 1843, p. 1107) han dado algunos detalles nuevos sobre el quilo. Recogiéndole estos de un animal vivo en ayunas, en los vasos quilíferos de las paredes del intestino delgado y del mesenterio, antes de entrar en los ganglios y despues de salir de estos órganos, se compone, mirado al través del microscopio, de algunos glóbulos granulados que nadan en un líquido perfectamente *trasparente*, y semejantes á los glóbulos que se encuentran en un vaso linfático cualquiera del mismo animal. Recogido en los vasos quilíferos de las paredes del intestino y del mesenterio antes de entrar estos vasos en los ganglios y despues de salir de estos, durante la quilificacion de un animal alimentado con sustancias animales ó vegetales, se compone de algunos glóbulos granujientos idénticos á los que circulan en los vasos linfáticos ordinarios, y nadan en un líquido blanco, nacarado, compuesto de moléculas infinitamente pequeñas que parecen tener $\frac{10}{1,000}$ de milímetro de diámetro. Examinado en el conducto torácico de un animal vivo en ayunas, es trasparente, sin color y compuesto de algunos glóbulos granulados que nadan en un líquido homogéneo y acuoso. Recogido del conducto torácico de un animal vivo bien nutrido, con sustancias animales ó vegatales, es blanco, nacarado, sin color sonrosado, y compuesto de algunos glóbulos granulados, semejantes á los de la linfa, que nadan en un líquido blanco, nacarado, compuesto de una infinidad de moléculas sumamente diminutas parecidas á las anteriores.— Gruby y Delafond sostienen que no se encuentran en el verdadero quilo ninguno de los glóbulos que han descrito los fisiólogos, y que el que circula en el conducto torácico no se diferencia del que se saca de los vasos quilíferos antes que lleguen á los ganglios, sino por un número mayor de glóbúlos de linfa, llevados por los linfáticos llamados propiamente tales. El quilo recogido de animales vivos en ayunas, despues de hecha la ligadura del conducto torácico, da un coágulo de una sustancia fibrilar muy delgada y trasparente, contiene glóbulos granulados de linfa, y un líquido sin color muy claro. El de un animal vivo recogido mientras la quilificacion, da un coágulo blanco, nacarado, y contiene, además de los glóbulos de linfa y la sustancia filamentosa, una enorme cantidad de moléculas como las anteriores; el líquido es blanco y lactescente.—La coloracion roja ó amarilla del qui-

Anteriormente se ha escrito acerca de las granulaciones de la linfa y del quilo Gmelin, Lassaigne, Chevreul, Bergmann, Marchand y Colberg han demostrado las cantidades relativas de los principios constituyentes de la linfa. He aquí cuál es, segun Marchand y Colberg, la composicion de la del hombre.

Agua.	96,926
Fibrina.	0,520
Albúmina.	0,434
Osmazomo y pérdidas.	0,312
Aceite craso.	
Grasa cristalina.	
Cloruro sódico.	
Id. potásico.	1,544
Carbonatos y lactatos alcalinos. . . .	
Sulfato cálcico.	
Fosfato cálcico y óxido de hierro. . .	
	100,000

CAPITULO II.

Disposicion de los vasos linfáticos mas pequeños.

Las importantes investigaciones de los antiguos acerca de la estructura de los vasos linfáticos, se hallan consignadas en el estracto que Ludwig ha publicado de los escritos de Mascagni, Cruishank y otros. Este punto de doctrina ha sido singularmente perfeccionado por los trabajos de los mo-

---

lo contenido en la parte terminal del conducto torácico, es debida al rellujo de la sangre de la vena á la que viene á parar.—Asi es que el quilo lactescente de un animal vivo, contiene glóbulos de sangre, independientemente de los elementos que hemos dicho últimamente. El quilo en quietud y en contacto con el aire, forma un coágulo lijeramente sonrosado en su superficie y un líquido blanco nacarado. El color sonrosado es debido á los glóbulos sanguíneos contenidos en el coágulo, y esperimentan el cambio ordinario de los glóbulos sanguíneos espuestos al aire.—El quilo blanco del conducto torácico, cuando es puro y no contiene glóbulos sanguíneos, no se pone sonrosado ni despues de coagularse. (*N. del T.*)

dernos, particularmente por los de Fohmann (1), de Lauth (2) y de Panizza (3).

El orígen de los vasos linfáticos se demuestra bajo dos formas á consecuencia de las inyecciones con el mercurio:

1.º Bajo la forma de red pequeña con mallas prolongadas unas veces, y otras regulares. Estas mallas son frecuentemente mas pequeñas que el diámetro de los vasos linfáticos mas delgados, lo que les da el aspecto de una redecilla muy apretada de figura irregular, cuyas partes desiguales, si no se pone mucho cuidado, pueden considerarse como reunion de células, mientras que solo son simplemente desigualdades y pequeñas porciones mas anchas de la red, cuyas mallas en gran parte son muy estrechas. En otros sitios donde la red tiene mallas mas anchas, su forma es evidente. El diámetro de los vasos en las redecillas varía mucho, pero nunca son tan delgados como los capilares sanguíneos, y no conozco vasos linfáticos que no se distingan á la simple vista. Probablemente en las branquias es donde se hallan los mas sutiles, si se juzga segun las fantásticas figuras de Fohmann.

2.º En otros casos, los linfáticos parece que comienzan, no por redecillas, sino por pequeñas células mas ó menos regulares que se comunican. Los linfáticos del cordon umbilical inyectados y los dudosos de la córnea que yo he visto, presentaban este aspecto. Se obtienen las inyecciones siguiendo el mal método de introducir al acaso la punta de los tubos en el tejido celular, y de buscar tambien casualmente los linfáticos en la sustancia de los órganos (4). La inyeccion daba este resultado, aun en el

---

(1) En *Saugadersystem der Wirbelthiere.* Heidelberg, 1827 in-fol.

(2) *Essai sur les vaisseaux lymphatibues.* Strasbourg, 1821. —*Ann. des sc. nat.*, t. III.

(3) *Osservazioni antropo-zootomico fisiologiche.* Pavie, 1830, in-fol.—*Sopra il sistema linfatico dei rettile richerche zootomiche.* Pavie, 1833.

(4) El nuevo método de Lacauchie (*Estudios hidrotómicos y micográficos.* París, 1844), que consiste simplemente en poner las arterias en comunicacion con una larga columna de agua y hacer así una inyeccion continua, que distienda y separe todas las partes, produciendo el fenómeno de una infiltracion artificial, pro-

conducto intestinal, cuando empleaba una jeringa de acero llena de mercurio para vencer la resistencia de las válvulas, empujando el metal desde el mesenterio hácia el intestino en los linfáticos de una ternera llenos de quilo. El gran número de pequeños alveolos que se llenan entonces, puede hacer creer que el tejido celular es el orígen de los vasos linfáticos. Fohmann es de parecer, que lo que se mira como tejido celular, no es otra cosa que un compuesto de vasos linfáticos (1). Pero esta hipótesis es muy inverosímil cuando se comparan, en una misma parte, las verdaderas redecillas linfáticas con las estravasaciones que se efectuan, por ejemplo, en el intestino de las tortugas. Algunos esperimentos, y la comparacion entre varias inyecciones, que no todas habian tenido buen resultado, me hacen creer que los pretendidos orígenes celuliformes de los vasos linfáticos, no son verdaderos vasos linfáticos, y que los principios de estos vasos, aun cuando esten muy aproximados unos á otros, forman en general redecillas ordinariamente regulares (3).

Los vasos linfáticos del conducto intestinal nacen, en el intestino delgado, los unos en las felposidades, los otros en la misma membrana mucosa.

Vellosidades intestinales.

Las vellosidades son prolongaciones de la membrana

---

porciona resultados enteramente satisfactorios. La inyeccion de los linfáticos que se obtiene (cuando se hace por ejemplo, en el cordon espermático), no puede, dice el autor, ser comparada con nada de lo que hasta hoy dia se ha visto. (*N. del T.*)

(1) TIEDEMANN'S *Zeitschrift*, t. IV, p. 2.

(2) Inyectando la sustancia del cordon umbilical, como lo ha hecho Fohmann (TIEDEMANN'S *Zeitschrift*, t. IV, p. 2), no he obtenido sino pequeñas células llenas de mercurio de $\frac{1}{4}$ á $\frac{1}{10}$ de milímetro de diámetro. Estas células tienen en general el mismo diámetro, y el mercurio pasa de unas á otras. La mayor parte del tejido del cordon que rodea los vasos sanguíneos está formado por ellas. La insercion umbilical del cordon es el solo punto en donde se llenan algunos conductillos muy cortos y paralelos entre sí.

interna del intestino, unas veces cilíndricas, otras laminiformes y algunas veces piramidales, cuya longitud varía desde un cuarto de línea hasta una ó una y media lo mas, y que cuando han estado en agua algun tiempo dan á esta membrana el aspecto de un forro espeso. Así se encuentran generalmente en el hombre, en muchos mamíferos y la mayor parte de las aves. Alguna analogía se encuentra en ciertos peces (*Tetrodon*, *Orthagoriscus*), y Retzius ha descrito en una serpiente (*Python bivittatus*) las prolongaciones de la membrana mucosa intestinal, que no pueden menos de considerarse como tales felposidades, aunque Rudolphi niegue dichos órganos á los peces y á los reptiles. A. Meckel (1) no tiene razon cuando quiere reducir todas las vellosidades á una lámina que se fuera estrechando desde la base al vértice. Son chatas en la mayor parte de mamíferos, en el conejo, el perro y el cerdo; pero en el buey, la ternera, la vaca y la oveja se encuentran muchas cilíndricas. Algunas veces son chatas en una region del intestino y cilíndricas en otras, como en el buey y la oveja: en ciertos casos se ven felposidades aplanadas y cilíndricas mezcladas; por último, se nota muchas veces en un mismo animal, en la oveja sobre todo, que en ciertas regiones son chatas, anchas y terminan por un apéndice cilíndrico. Como son mas anchas en su base y adhieren las unas á las otras por medio de pequeños pliegues, se parecen por esta disposicion á los pliegues que las sustituyen en muchas aves y en los reptiles. Algunas veces se observa esta particularidad en un mismo animal: la parte superior del intestino delgado del conejo presenta estas felposidades piramidales reunidas en pequeños pliegues por la base, mientras que las de la parte media del tubo estan mas separadas las unas de las otras. El vértice de las felposidades es unas veces redondo, otras puntiagudo ó truncado: este último caso se observa en las de los perros.

Las felposidades tienen una redecilla de vasos capilares con arterias aferentes y venas eferentes. No solo se llegan á inyectar estos vasos, sino que yo he visto sangre en su interior por medio de una lente, y sin ella tambien, en el

---

(1) MECKEL'S *Archiv*, t. V.

perro y la ternera, donde yo los he examinado inmediatamente despues de la muerte, sin previa locion. Dœllinger, Seiler y Lauth los han descrito y dibujado despues de las inyecciones.

Muchos antiguos observadores creian que las felposidades estaban perforadas por su estremidad. Rudolphi lo ha negado. Las cilíndricas tienen una escavacion en lo interior: su estremidad ofrece el mismo tejido que el de la totalidad de su superficie. Al examinar el intestino reciente de una ternera que tenia los vasos linfáticos llenos de quilo blanco, he visto el interior de las felposidades llenas, de arriba abajo, de la misma materia blanca y opaca. Otra vez he encontrado las felposidades vacías y evidentemente huecas, como el mismo Rudolphi lo ha observado una vez en un gorrion. En este y tambien en el buey, he podido desgarrar estas partes delicadas con una aguja, ayudado del microscopio; he creido tambien notar que las felposidades laminosas y un poco anchas del conejo, estaban huecas. He valuado por comparacion en 0,00174 de pulgada el espesor de la membrana que forma las felposidades de la ternera. En este grueso se hallan los vasos sanguíneos capilares, que se puede valuar de 0,00025 á 0,00050 de pulgada.

En un hombre, cuyos linfáticos intestinales estaban llenos de quilo blanco hasta las felposidades, y que fue examinado en el anfiteatro de Berlin, tenian estas una cavidad simple de arriba á bajo, como lo probó el exámen microscópico hecho por Henle, y la inyeccion hecha por Schwann, inyectando mercurio por los vasos linfáticos bien aparentes de la membrana mucosa, y el metal penetró hasta sus estremidades cerradas.

Me he convencido fácilmente en la ternera, el buey, la oveja y el conejo, de que las felposidades son huecas, sobre todo las que son poco anchas ó tienen una forma cilíndrica; pero no he podido cerciorarme en el cerdo, el gato y el perro. Los pequeños pliegues que se encuentran en el conducto intestinal de los pescados, v. g., la anguila, la carpa y el sábalo ó trisa, no son huecos tampoco, y consisten solamente en las hojuelas unidas la una á la otra.

Las felposidades chatas y anchas que se encuentran en algunos puntos del conducto intestinal de la oveja, no tienen mas que una escavacion simple como las chatas y anchas del intestino del conejo. En general, todas las felposidades

chatas y anchas no contienen mas que una simple escavacion, como orígen de los vasos linfáticos.

Si se inyecta leche en el interior de una porcion de intestino de oveja hasta que los vasos linfáticos se llenen de una vez, probablemente á consecuencia de desgarrarse la membrana interna, se ve que el líquido ha llenado un cierto número de felposidades. Es preciso repetir el esperimento á menudo para conseguir una vez que las felposidades intestinales se llenen de leche, que probablemente no se introduce por la superficie interna, pero llega á introducirse retrocediendo, por una rotura hecha en las redecillas linfáticas llenas de este líquido. Cuando se examinan al microscopio las felposidades llenas de leche, parece no verse mas que un simple canal en aquellas que son delgadas y cilíndricas: las que son anchas y chatas tienen varios canales, irregularmente anastomosados juntos, pero dirigidos los mas desde la base al vértice, ó mas bien concluyen en recodo; otras veces envian una prolongacion en los apéndices terminales.

Estos conductos que se perciben en las felposidades chatas estan muy juntos unos con otros, y forman una especie de redecilla irregular. Comunmente son mucho mas gordos que los vasos capilares sanguíneos.

Las felposidades intestinales estan cubiertas, como toda la superficie de la membrana mucosa, de una capa delgada de epithelium desprovista de vasos. Rudolphi ha hecho mencion de este epitelio en el tejon. Se encuentra en todas sus partes, y se separa con facilidad de las felposidades, lo mismo que un guante se quita de los dedos de la mano. Segun las observaciones de Henle se compone de alvéolos cilíndricos, apretados los unos contra los otros, y su eje es perpendicular á la superficie de la membrana mucosa. Cada alvéolo cilíndrico tiene un centro como los alvéolos chatos del epithelium de otras partes del sistema mucoso (1).

Cuando se observa con el simple microscopio un pedazo de intestino delgado bien lavado de un mamífero, examinando la estructura del pequeño pliegue que une las felposidades en la base, se ven fácilmente una porcion de aber-

(1) Henle, *Symbolæ ad anatomiam villorum intestinalium.* Berlin, 1837.—*Anatomia general*, Paris, 1843, t. II, p. 79.

turas pequeñas, que tienen poco mas ó menos dos ó tres veces el diámetro de los glóbulos de la sangre de las ranas, y de ocho á doce veces el de estos mismos cuerpos en los mamíferos. Estas aberturas se hallan algunas veces tan apiñadas en los mamíferos, que los puntos que las separan tienen apenas la misma anchura que ellas; sin embargo estan casi siempre mas distantes: en este caso dan un aspecto esponjoso á la membrana interna del intestino. La base de las felposidades parece que está como agujereada en la oveja y el buey. Estas son las aberturas de las glándulas microscópicas de Lieberkuhn (1).

Las observaciones de Fohmann estan en contradiccion con la hipótesis segun la cual el principio de los vasos linfáticos se compondria de aberturas visibles al microscopio (2). En efecto, aun cuando la inyeccion de las redecillas linfáticas situadas en las túnicas intestinales de los peces hubiesen tenido el mejor éxito, Fohmann no ha visto jamás salir el mercurio por la parte interna del intestino. Otra prueba nos suministra el esperimento citado antes en el que algunas felposidades intestinales del hombre se llenaron de mercurio inyectado en los linfáticos de la membrana mucosa (3).

Glándulas linfáticas.

Los reptiles y los pescados carecen de glándulas lin-

---

(1) Véase Boehm, *De glandul. intestinal. structura*, Berlin, 1835.

(2) Yo he creido percibir pequeñas cavidades casi insensibles en toda la superficie de las felposidades, en porciones de intestino de oveja y de buey que habian sido lavadas con mucho esmero.

(3) Lacauchie (*loc. cit.* p. 49) atribuye la discordancia de los autores, en lo que concierne á la estructura de las felposidades intestinales, en que las han observado en cadáveres, sin apreciar el tiempo trascurrido entre el momento de morir y el del exámen, sin sospechar que la muerte puede ocasionar en pocos instantes cambios considerables en la estructura y aspecto de estos apéndices. Poniéndolos al microscopio, al momento de despegarlos del intestino de un perro vivo, ha visto que estan formadas: 1.° de un hacecillo central de vasos quilíferos en gran número,

fáticas. Las aves no las tienen mas que en el cuello, y ninguna en el mesenterio. Los mamíferos las tienen análogas á las del hombre: únicamente hay algunos carnívoros, como son, el perro, el topo y la foca, en los cuales forman por su reunion, en el mesenterio, una masa gruesa, que se denomina páncreas de Aselli.

Los vasos linfáticos aferentes se dividen, al tiempo de entrar en una glándula linfática, en pequeños ramos, que por su reunion dan orígen á los vasos eferentes. Estos son menos numerosos y un poco mas gruesos. Mas como unos y otros se anastomosan juntos en lo interior de la glándula por medio de redecillas, de las cuales se compone esta en su totalidad, puede hacer pasar el mercurio de los vasos aferentes á los eferentes al través de la glándula. Las pequeñas glándulas linfáticas parecen simples plexos; pero una glándula de magnitud regular llena de mercurio, tiene un aspecto alveolar. Sin embargo estos alvéolos parecen ser pequeñas dilataciones de los vasos linfáticos flexuosos, lo mismo que en otras partes, las redecillas linfáticas tienen frecuentemente un aspecto alveolar, cuando no se tienen en cuenta las pequeñas mallas. La prueba es que el mercurio progresa cuando se llena la glándula. Se puede conciliar muy bien la opinion de Cruikshank que admite alvéolos, con las de Meckel, de Hewson y de Mascagni que creen sean simples dilataciones de las asas linfáticas. Es dudoso que las paredes de los linfáticos esten recorridas por redecillas capilares, en las glándulas y en otras partes del cuerpo. Las investigaciones de Fohmann establecen que

---

de igual longitud en las felposidades cilíndricas; 2.° de una red vascular sanguínea, que rodea el hacecillo; 3.° de una sustancia esponjosa, trasparente, sin conductos distintos, que rodea completamente la felposidad, de igual grueso en todos sus puntos, igual á la mitad del diámetro del hacecillo central, cuya periferia presenta innumerables pequeñas superficies circulares de igual magnitud, que estan en contacto.—Gruby y Delafond han manifestado otras investigaciones sobre la testura de las felposidades intestinales, que dicen haber estudiado sobre el animal vivo. Segun su opinion cada felposidad se compone de células epiteliales, de una capa vascular y fibrilar, y un conducto quilífero único.

(*N. del T. F.*)

aun los linfáticos de los intestinos conservan una membrana interna hasta en las redecillas, y ya he dicho que las felposidades intestinales contienen infinitos vasos capilares.

Si se comparan las glándulas linfáticas con las formaciones análogas que se componen de vasos sanguíneos, se ve que estan construidas absolutamente como las redecillas admirables *anficentricas*, en las cuales un vaso sanguíneo se divide en una porcion de tubos delgados que vuelven de nuevo á producir un tronco. El objeto de esta disposicion en las glándulas linfáticas, es evidentemente el de aumentar las superficies que entran en contacto con los líquidos, y por consiguiente la accion de las paredes vasculares sobre el contenido, accion que tiene lugar en los simples vasos linfáticos.

Muchos anatómicos han admitido comunicaciones entre las pequeñas venas y los vasos linfáticos, tanto en lo interior como al esterior de las glándulas linfáticas (1). Fohmann pretende que las venas comunican con los linfáticos en los pájaros, los reptiles y los peces, pero en el hombre y los mamíferos, esta comunicacion tiene lugar solo en el interior de las glándulas linfáticas, como lo habian observado ya J. F. Meckel, el viejo, y P. F. Meckel inyectando mercurio en los linfáticos. El paso de un sistema de vasos al otro es muy fácil, porque sucede á menudo que inyectando los vasos aferentes de una glándula linfática, se ve que las venas que salen de esta última se llenan con mas rapidez de mercurio que los mismos vasos eferentes. De aquí resulta un error en que ha caido Fohmann. Inyectando el páncreas de Aselli de una foca, vió pasar la inyeccion á las venas solamente y no á los linfáticos eferentes, de donde dedujo que estos no existen en esta masa glandulosa (2). Rosenthal ha rectificado el error (3); este autor ha visto en la foca que todos los linfáticos del intestino delgado van á dar al páncreas de Aselli, pero que de este no

---

(1) Lippi, *Illustrazioni fisiologiche e patologiche del sistema linfatico chilifero.* Florence, 1825.—Fohmann, *Das Saugadersystem der Wirbelthiere.* Heidelberg, 1827.

(2) *Anatomische Untersuchungen ueber die Verbindung der Sangunder mit den Venen.* Heidelberg, 1827.

(3) Froriep's *Notizen*, II, p. 5.

sale mas que un solo tronco de linfáticos (*ductus Rosenthalianus*), mientras que, segun Rudolphi, el páncreas de Aselli del perro suministra una multitud de vasos eferentes (1).

Sin embargo queda todavía un hecho muy constante, y es que las venas se llenan con suma facilidad por las glándulas linfáticas. Schœrder van der Kolk ha visto pasar la inyeccion de estas á las otras, sin que llegase un átomo al conducto torácico (2). Habiendo inyectado Panizza en un cerdo uno de los vasos aferentes de una glándula linfática, pasó todo el mercurio á la vena de esta glándula, mientras que inyectado en el otro vaso aferente salió por el eferente (3). Gerber y A. Meckel (4) han sido testigos tambien de la facilidad con que pasan las inyecciones de las glándulas á las venas. A. Meckel admite lo mismo que Rudolphi y E. H. Weber esta circunstancia como prueba favorable de una comunicacion directa entre los dos sistemas vasculares, y recuerda con este motivo que inyectando el epidídimo de un perro se llenan casi siempre las venas. Tambien los vasos linfáticos se llenan por una inyeccion hecha en los conductos de las glándulas, por ejemplo los conductos lactíferos y el hepático, hecho que ha sido observado por Cruikshank, J. F. Meckel el viejo, Panizza y yo.

Cuanto mas se multiplican estos ejemplos, es mayor la dificultad respecto las conclusiones que se deben sacar. El paso del metal inyectado de un sistema de vasos al otro es difícil de comprobar, porque puede depender de la rasgadura de las paredes de los vasos sumamente delicados. Además no puede considerarse este hecho en sí como una prueba suficiente de la existencia de una comunicacion directa.

Por otra parte, no debe omitirse que las raices ú orí-

---

(1) *Comp.* Rudolphi, *Physiologie*, t. II, part. II, p. 241-250. —V. las figuras de Rosenthal, en *Nov. act. nat. cur.*, t. XV, p. 2. Sus observaciones han sido confirmadas por Knox (*Edimb. med. and. surg. Journal*, I, julio 1824).

(2) Luchtmans, *De absorptionis sanæ et morbosæ discrimine.* Utrechte. 1829.

(3) *Loc. cit.*, p. 56.

(4) Meckel's *Archiv.*, 1828, p. 172.

gen propiamente llamadas del sistema linfático nos son totalmente desconocidas todavía. Los medios de inyeccion no son perfectos para poder llegar á la solucion de problemas tan delicados; y cuando se trata de inyectar del centro á la periferia, ó lo que es lo mismo tratar de llenar las raices, las válvulas de los linfáticos y la poca facilidad con que el mercurio recorre vasos tan delicados sin romperlos, son otros tantos insuperables obstáculos. Lo mas evidente es la anastómosis de los principales vasos linfáticos con el sistema venoso. En el hombre y los mamíferos, la linfa va del conducto torácico á la vena subclavia izquierda. Los otros medios de comunicacion citados por los autores no parecen ser sino escepciones; tal es el estado en que Wutzer y yo hemos visto al conducto torácico dar un ramo á la vena azizos (1). Panizza ha visto tambien en el cerdo que existe regularmente una conexion entre la vena ázigos y las ramas del conducto torácico (2).

En las aves, los vasos linfáticos de los miembros inferiores se avocan aparte en las venas ilíacas, segun Fohmann, Lauth y Panizza. Lo mismo en los reptiles, la linfa de las partes posteriores del cuerpo se derrama de cada lado en el sistema venoso, como lo prueban mis observaciones y las de Panizza.

Corazones linfáticos de los reptiles.

Los corazones linfáticos de los reptiles han sido descubiertos por mí en 1832 (3). Los he descrito en las ranas, los sapos y los lagartos; Panizza los ha encontrado en las serpientes y los cocodrilos (4). Despues me he cerciorado de su existencia en las tortugas (5). Son pequeños sacos musculosos que lanzan la linfa á los principales troncos anteriores y posteriores del sistema venoso.

Los reptiles desnudos tienen cuatro, dos anteriores y

---

(1) V. Wutzer, en Muller's *Archiv.*, 1834.

(2) *Comp.* Otto *Patolog. Anatomie*, p. 366.

(3) Muller, en Poggendorf's *Annalem*, 1832.—*Philosoph. Trans.*, 1833, p. 1.

(4) *Sopra il sistema lymphatico dei rettili.* Pavie, 1833.

(5) *Abhandlungen der Acad. zu Berlin*, 1839.

dos posteriores; en la rana, el posterior de cada lado está situado en la region ciática, debajo de la piel; el anterior está mas oculto y bajo la apófisis trasversa de la tercera vértebra. Estos órganos laten independientemente del corazon, aun despues de haberlos separado del cuerpo de la rana ó que esta ha sido despedazada: los movimientos de los superiores no son siempre isócronos con los de los inferiores, y los dos corazones correspondientes á un lado no se mueven constantemente juntos. Se contraen cerca de sesenta veces por minuto. Contienen una linfa sin color, y se puede, por la introduccion del aire, insuflar los troncos y los espacios linfáticos de los miembros. Cuando se insuflan los anteriores se inflan los espacios linfáticos de las axilas. Los corazones posteriores vierten su linfa en un ramo de la vena isciática, y los anteriores en uno de la vena yugular. Los reptiles escamosos parece no tienen mas que dos corazones posteriores, los cuales en los lagartos y cocodrilos, estan situados en la base de la cola, detrás del hueso íleon. Los corazones linfáticos de las tortugas se hallan situados bajo la parte posterior de la concha: los de las tortugas de mar se encuentran inmediatamente detrás de la estremidad superior del hueso íleon; en una *Chelonia Mydas* que pesaba ciento cuarenta libras, tenian cerca de una pulgada de volúmen, y se contraian regularmente tres ó cuatro veces por minuto, á pesar de habérsele cortado la cabeza al animal, y ejecutado lo mismo con el cuerpo al través (1).

Hasta aquí he buscado en vano los corazones linfáticos en los pescados. Las aves tampoco los tienen, por lo menos no sabemos en qué sitios debemos buscarlos.

Bajo el aspecto de la delicadeza de su estructura, estos corazones se parecen á los del sistema sanguíneo. Segun las observaciones de Valentin, los manojos musculares tienen estrías trasversales. Ed. Weber ha demostrado que obran como bombas (2).

---

(1) MULLER'S *Archiv.*, 1840, cap. I.
(2) MULLER'S *Archiv.*, 1835; p. 535.

CAPITULO II.

DE LAS FUNCIONES DE LOS VASOS LINFATICOS.

Mientras que la sangre circula en los capilares, esto es, en los vasos intermedios de las arterias y venas que tienen 0,00025 á 0,00050 pulgadas de diámetro, los glóbulos ejercen una influencia vivificante sobre las moléculas de los órganos por donde pasan, y tomando por esta razon un color rojo oscuro, pasan visiblemente á las venas; más la parte enteramente líquida de la sangre, es decir, la disolucion de albúmina y de fibrina, puede como otra disolucion, siguiendo el curso de los capilares, atravesar, al menos en parte, las paredes delicadas de estos vasos, bañar las partículas orgánicas interpuestas entre las redecillas capilares, y servir así á la nutricion y á la secrecion. En esto consiste que la sangre venosa procedente de los órganos, contiene menos fibrina. Las partes disueltas en la sangre, la albúmina y la fibrina, pueden bañar abundantemente sus moléculas mas pequeñas y servir á su nutricion; el residuo se reune en las redes linfáticas que contienen en todas partes los intersticios de las partículas de los órganos.

Todavía se ignora si los capilares sanguíneos comunican con el principio de los vasos linfáticos por ramificaciones tan sutiles que no puedan dar paso sino á la parte líquida de la sangre, y no dejen pasar los glóbulos (*vasa serosa*) que ellas separaran por una esperie de tamizacion. Si existen tales comunicaciones, se podria esplicar por ellas el color sonrosado que presenta á menudo la linfa de los vasos linfáticos del bazo, y aunque menos frecuente, por ejemplo, en los animales sometidos al ayuno, y la de los linfáticos de otras partes del cuerpo (1).

---

(1) En materia tan difícil, las conjeturas no satisfacen á la ciencia. Sin embargo, como hoy dia no se duda que toda la parte del sistema linfático encargada de la absorcion en el conducto alimenticio, principia por raices independientes de la parte capilar del sistema vascular sanguineo, no hay al menos temor de presumir que así suceda con los linfáticos de otras regiones del cuerpo. Además, todo nos hace esperar que el nuevo método de dis-

Aquellas partes líquidas de la sangre que no sirven á la nutricion, vuelven á la masa comun de este líquido por los vasos linfáticos. Conforme á esto la linfa debe parecerse á la parte líquida de la sangre, bajo el punto de vista de su composicion, y la misma sangre debe componerse de linfa, esto es, de albúmina y fibrina disueltas, y de glóbulos. Una observacion hecha por mí y fácil de repetirse, prueba que la linfa que vuelve de los órganos por los vasos linfáticos, trae principalmente su origen de las parte líquidas de la sangre que las baña, y que no es de nueva formacion enteramente; sucede que cuando la sangre de las ranas no se coagula, la linfa tampoco, y cuando al contrario su sangre se coagula, la linfa tambien. Tambien suele acontecer que la sangre de estos animales en verano no se coagula, cuando se tienen ocho ó mas dias fuera del agua, mientras que estando fresca, sin escepcion se coagula completamente á la salida de los vasos. Lo mismo sucede absolutamente con la linfa de los espacios linfáticos de la rana. Un estado particular ó la falta de la fibrina de la sangre de la rana en ciertas épocas, produce un estado análogo á la falta de esta fibrina en la linfa.

Absorcion por los vasos linfáticos.

Algunos fisiológos, y en estos últimos tiempos todavía Magendie, han puesto en duda que los vasos linfáticos realmente absorben. La facultad de absorber pertenece ciertamente á los del conducto intestinal; porque la lactescencia ó trasparencia del quilo cambia segun cambian los alimentos. Con todo hay tambien hechos que demuestran que los linfáticos del conducto intestinal no son los únicos dotados de la facultad de absorber. No solamente los linfáticos se ponen muchas veces doloridos á consecuencia de fricciones irritantes, sino que su trayecto se dibuja por unas líneas coloradas, y las glándulas á que van á pasar se ingurgitan; pero se han encontrado los linfáticos situados cerca de ciertas

---

gregacion de los elementos orgánicos, introducido por Lacauchie, es decir, la hidrotomia, no tardará en suministrarnos los medios de resolver definitivamente este importante problema.

(N. del T. F.)

sustancias animales llenos de estas materias. Assalini, Saunders, Mascagni y Sœmerring han encontrado bilis en los que provenian del hígado, en sugetos que habian padecido obstrucciones de los conductos biliarios. Weber, Tiedemann y Gmelin han notado que despues de la ligadura del conducto colidoco en los perros, los vasos linfáticos del hígado estaban llenos de un líquido muy amarillo, las glándulas correspondientes amarillas tambien, y el contenido del conducto colidoco teñido tambien por los principios constituyentes de la bilis.

Además es preciso desechar como cuento todo lo que se ha dicho de los glóbulos de sangre ó de pus que los linfáticos hubiesen absorbido en derrames sanguíneos ó en focos purulentos. Cuando se ha encontrado sangre en estos vasos, á consecuencia de una hemorragia, es que ha entrado por alguna rotura. Es raro, como dice Andral, que los vasos linfáticos se llenen de pus en las inmediaciones de los abscesos. El pus no se encuentra si no en ciertas circunstancias, las mismas en que penetra tambien al interior de las venas, es decir cuando la inflamacion de una parte se propaga á los vasos sanguíneos y linfáticos: entonces el pus se produce en lo interior de los vasos. La inflamacion, como causa del fenómeno, se desenvuelve en las venas de cierto calibre, por las exudaciones y las producciones de falsas membranas que tienen lugar simultáneamente (1).

---

(1) Es preciso, como dice Donné (*Curso de microscopia*, página 133), distinguir con cuidado dos casos muy distintos. Sin duda cuando se trate por ejemplo del pus contenido en una vena ó en un cosgulo de sangre, si este líquido conserva los caracteres esteriores que le son propios, se puede llegar á reconocer; mas cuando se trata del pus mezclado con la sangre, el problema cambia de aspecto, porque el pus entonces no conserva sus caracteres esteriores, y no podria determinarse su presencia sino por los elementos íntimos de sus glóbulos nadando con los de la sangre. Como pues, sin negar absolutamente la posibilidad de distinguir los glóbulos del pus de los glóbulos blancos de la sangre, Donné lo duda. "Muchas veces, dice este autor, he creido ver los vestigios del pus en la sangre, y haber determinado la presencia de los glóbulos purulentos. En otros casos, cuando se presumia que el pus circulaba con la sangre, ya fuese á consecuencia de una reab-

Magendie cita algunos casos tomados en la práctica de Dupuytren: Una muger que tenia un enorme tumor fluctuante en el lado interno de la nalga sucumbió. Algunos dias antes de morir, se desarrolló una inflamacion del tejido celular subcutáneo del miembro. Al cortar la piel que cubria el tumor, Dupuytren vió formarse puntos blancos en los labios de la incision, y se vieron en el tejido celular subcutáneo líneas blancas que se reconocieron ser vasos linfáticos llenos de pus. Las glándulas inguinales estaban llenas de la misma materia, las de los lomos no contenian vestigios ni tampoco el conducto torácico. Magendie habla tambien de otro enfermo en el Hotel-Dieu, en el cual, á consecuencia de una fractura complicada, se desarrolló un tumor voluminoso, y las venas y vasos linfáticos contenian interiormente pus que provenia de las partes enfermas (1).

En la metritis, se propaga algunas veces la inflamacion á los vasos linfáticos y á las venas (2). Aquí viene á colocarse la flebitis, que toma su orígen algunas veces en el muñon de un miembro amputado. El pus en las venas, en calidad de materia descompuesta, provoca una nueva inflamacion, que viene á ser fuente de nuevos abscesos en otras partes, como se observa con bastante frecuencia despues de supuraciones y amputaciones cuya superficie ha supu-

---

sorcion, ya por la inflamacion de los vasos, me ha suministrado la sangre una gran cantidad de glóbulos blancos, esto es, de glóbulos esféricos, granulosos, sin color, dando los mismos resultados con los reactivos químicos que los glóbulos purulentos, que yo creia y tenia derecho para asegurar que era verdadero pus y que el microscopio podia realmente servir para reconocer la presencia del pus en la sangre; mas comparando de nuevo estos numerosos glóbulos con los glóbulos blancos que naturalmente contiene la sangre en estado normal, me asaltaban nuevas dudas, encontrando los mismos caracteres físicos y químicos en los unos y en los otros, el mismo aspecto, el mismo modo de conducirse con el agua, el ácido acético, el amoníaco, el éter &c. &c. ¿Era esto un simple aumento de la cantidad de los glóbulos blancos naturales, ó una alteracion por la mezcla del pus? Esto es dudoso todavía para mí. (*N. del T. F.*)

(1) *Précis de physiologie*, t. II, p. 218.

(2) CRUVEILHIER, *Anat. pathologique du corps humain*, infol., cuaderno 13, tab. II.

rado mucho tiempo: no es raro entonces encontrar abscesos esparcidos en el hígado, los pulmones, los músculos y otras partes del cuerpo. El pus de estos abscesos no ha sido absorbido.

Yo miro como cosa imposible que el pus glanduloso contenido en la masa de la sangre sea segregado por los riñones. No hay mas que los elementos del pus disueltos que puedan ser absorbidos y eliminados del cuerpo. Si á consecuencia de la supuracion de una parte cualquiera, se ve aparecer de repente pus en la orina, sería menester que el pus hubiese penetrado en la sangre, determinando una inflamacion y abscesos en los riñones. Lo que llaman algunas veces orina purulenta por metástasis, no es mas que un sedimento que no ha sido seriamente examinado (1).

La grasa que contiene el quilo, y que lo hace parecer mas ó menos turbio, no puede considerarse como un cuerpo sólido; se encuentra en estado líquido, solamente muy dividida. Además, se ignora todavía cómo se hace la absorcion de esta sustancia en el intestino.

La absorcion, por los linfáticos, de sustancias estrañas disueltas, no puede ponerse en duda; pero se efectua con mucha mas lentitud que la introduccion de las mismas sustancias en la masa de la sangre.

Hunter pretendia que el agua colorada que se inyecta en el conducto intestinal se presenta al poco tiempo en los va-

---

(1) Este aserto es verdadero en lo que concierne las pretendidas metástasis purulentas en el aparato secretorio de la orina; pero los diversos sedimentos de orina han sido sometidos de poco tiempo acá á estudios serios, tanto microscópicos como químicos, y se sabe hoy dia en qué caracteres se puede hasta cierto punto conocer la presencia del pus en la orina. Forma en el fondo del vaso donde se recibe el líquido una costra desigual, opaca, bien circunscrita, de un color blanco, amarillo ó verdoso, en la cual por medio del microscopio, se descubren glóbulos cuyos caracteres físicos y químicos han sido descritos (Donné, *Curso de microscopía*, p. 262). Sin embargo, dice Donné, es muy dificil distinguir el pus del moco, porque un glóbulo de pus no se distingue de uno de moco, y no siendo con ayuda de circunstancias accesorias no puede uno iluminarse en este punto.—*Cons.* Tambien Becquerel, *Sémeiotique des urines*, Paris, 1841, p. 105.

(*N. del T. F.*)

sos linfáticos. Flaudrin no ha visto que esto se verifique en el caballo. Magendie y Dupuytren han repetido el esperimento mas de ciento cincuenta veces, y jamás han encontrado en los linfáticos las sustancias que habian sido absorbidas. Por otro lado, Mayer y Schrœder van der Kolk han observado una absorcion, lenta en verdad, pero evidente, de sustancias estrañas en el conducto intestinal. La academia de Filadelfia ha visto al cianuro potásico (mas no las materias vegetales colorantes) ser absorbido, cosa que Lawrence y Coates han justificado igualmente; Hall y otros, despues de haber hecho tragar materias colorantes á animales, no las ha encontrado en el conducto torácico, mientras que habian pasado á la sangre y á la circulacion. Tiedemann y Gmelin han sometido esta importante cuestion á un nuevo exámen (1).

En sus numerosos esperimentos, las materias colorantes puestas en contacto con la superficie interna del estómago no fueron jamás absorbidas por los vasos linfáticos, aun cuando se manifestasen en la orina y en la sangre. Las sales son las únicas sustancias que han visto pasar alguna vez al quilo; así es que encontraron una vez un poco de hierro en un caballo á quien administraron un poco de sulfato de este metal, una vez cianuro de cobre en un perro, y otra el sulfocianuro de cobre tambien en otro perro. Puedo añadir á estos hechos una observacion que yo mismo he recogido: metiendo la parte posterior de una rana casi hasta el ano, en una disolucion de cianuro potásico, donde la tuve á la fuerza dos horas, enjugándola despues con cuidado, la sequé las patas, y traté la linfa subcutánea por una sal de hierro, á fin de saber si los linfáticos habian absorbido el cianuro; la linfa se volvió al momento de un azul claro, reaccion que el suero de la sangre suministró de una manera poco sensible. En un segundo esperimento que la inmersion duró una hora, la linfa no se puso azul.

De todos estos hechos resulta que los vasos linfáticos absorben, pero en general solamente líquidos de natura-

---

(1) *Investigaciones sobre el camino que toman las diversas sustancias para pasar desde el estómago y conducto intestinal á la sangre.* Paris, 1821.

leza particular, hácia los cuales tienen probablemente una verdadera afinidad; que las sustancias estrañas penetran con dificultad, de un modo puramente escepcional, como las disoluciones salinas; y que la mayor parte de materias colorantes no se introducen, al menos en la generalidad de casos.

Comparando juntamente el quilo de los vasos linfáticos y el quimo contenido en el conducto intestinal, resulta al momento, no solo que los linfáticos absorben, sino que todavía trasforman lo que absorben; porque solo cuando la sustancia alimenticia se halla en su interior, es cuando adquiere la propiedad de coagularse espontáneamente en parte; y cuanto mas adelanta la sustancia en estos vasos, es mas constante esta propiedad. Acaso los linfáticos de otras partes del cuerpo trasformen tambien la albúmina en materia coagulable. En todos los casos se ve que la absorcion orgánica efectuada por ellos, es totalmente distinta de la imbibicion y del paso inmediato de las sustancias disueltas en la sangre. Es probable, como E. H. Weber ha pretendido establecer, que cuando las sustancias estrañas llegan á ser absorbidas, los linfáticos las hacen esperimentar una metamórfosis. Emmert ha observado que despues de la ligadura de la aorta abdominal, la angostura, introducida en una herida del pie, no podia envenenar al animal, y que el ácido cianhídrico, aplicado del mismo modo, no producia tampoco efecto alguno. Como estos venenos pueden penetrar tambien por imbibicion en los vasos linfáticos, que los propagan, aunque con mas lentitud, lo mismo que lo harian los vasos sanguíneos, se ve uno obligado, para esplicar estas observaciones, á admitir que los linfáticos hacen sufrir un cambio cualquiera á las sustancias estrañas cuando llegan á absorberlas.

El mecanismo de la absorcion no se conoce todavía. La capilaridad, que tanto se prodiga para esplicar los fenómenos de la economía animal, no esplica mas que la replecion de los tubos capilares cuando estos estan vacíos, ó alternativamente vacíos y llenos, pero no la ascension de los líquidos. Cuando yo vi á los linfáticos del mesenterio llenarse de leche inyectada, por la distension de las paredes intestinales, creí al pronto poder esplicar la absorcion en el tubo digestivo. Pero tardé poco en apartarme de esta idea, acordándome cuán débiles son las contracciones

que se ven ejecutar á los intestinos inmediatamente despues de la abertura del vientre, y reflexionando que los intestinos delgados estan casi siempre en un estado de colapso. Mi asombro fue mayor aun cuando recordé que las mas de las veces, acaso siempre, estas inyecciones son precedidas de una rasgadura de la membrana interna de los intestinos. Es preciso que se ponga en juego una atraccion cualquiera en el fenómeno de la absorcion. Una vez que los linfáticos estan llenos hasta mas allá de la túnica musculosa, la menor contraccion debe hacer avanzar el quilo, puesto que tiene por objeto comprimir los linfáticos que se hallan entre la túnica musculosa, y que toda compresion ejercida sobre estos vasos determina al quilo á ir hácia la *cisterna de Pecquet*, á causa de la disposicion de las válvulas. Las redecillas linfáticas despues de haberse vaciado, deben llenarse de nuevo cuando la contraccion del conducto intestinal cese, porque resultan de esto vacíos que se han de llenar. Pero esto mismo no puede efectuarse de igual manera en partes que no son contractiles, y en los peces, los linfáticos carecen de válvulas. Es pues verosímil que otra especie de atraccion desplegue aquí su influencia, y sin duda alguna no es una atraccion física, por ejemplo la capilaridad, es una accion orgánica que nosotros no conocemos todavía. Yo no he visto el menor movimiento en las felposidades, cuando he abierto el intestino de un conejo vivo, y he examinado su superficie interna en el agua caliente (1). Tampoco he visto rastro alguno de movimiento ni en los linfáticos del mesenterio, ni en la cisterna de Pecquet, ni en el conducto torácico.

Estando rodeada de tanta oscuridad la absorcion de los

---

(1) Lacauchie (*Estudios hydrotómicos y micrográficos*, p. 52) ha visto las felposidades intestinales, examinadas poco despues de haber sido arrancadas del animal vivo, ejecutar movimientos que él atribuye á la contractilidad de las paredes de los linfáticos contenidos en su interior. Gruby y Delafond dicen tambien haber observado en cada felposidad, examinada en un animal vivo, tres movimientos, uno de prolongacion, otro de encogimiento y otro lateral; pero no indican su orígen. Al tratar de la digestion hablaremos acerca de las consecuencias que estos tres anatómicos han sacado de sus observaciones.

(*N. del T. F.*)

vasos linfáticos, me parece del caso examinar las leyes de esta funcion en los vegetales. Acaso no hay otro punto con respecto al cual los animales y vegetales se parezcan mas que en el que concierne á la ascension de los líquidos desde las superficies donde se efectua la absorcion hasta los linfáticos en los animales, y en los vasos de la savia en los vegetales.

Dutrochet ha probado que los órganos que ejecutan la absorcion ó la ascension de la savia en la primavera son las estremidades de las raices, y que la fuerza con que el líquido sube obra *à tergo*, teniendo las raices por punto de partida. Se procuró en tiempo de primavera un vástago de vid, de dos metros de longitud, y partió la estremidad, de la cual la savia caia gota á gota de una manera continua. La causa de la ascension del líquido no es pues una atraccion que la parte superior del vegetal pudiese ejercer en la que contuviese la inferior del vástago. Dutrochet cortó despues de un tajo el vástago cerca de la tierra; el derrame por la estremidad superior cesó al momento. La causa de la ascension no reside pues en las ramas. En efecto el pedazo de vástago que habia quedado en la tierra continuaba derramando la savia. Dutrochet quitó la tierra que cubria la raiz, y cortó trasversalmente esta última; la savia se derramó solamente por la parte inferior de la raiz que habia quedado implantada en la tierra. Continuó estas investigaciones haciendo siempre secciones mas abajo en una de las raices, hasta que llegó á las raicillas pequeñas. Por esta razon, se convenció que la fuerza impulsiva que ejecutaba la ascension de la savia tenia su orígen en las estremidades de las raices. Dutrochet cogió una raicilla y metió su estremidad inferior en agua, y mirando con un lente el corte trasversal que estaba fuera del líquido, vió fluir la savia por el corte, y salir por su parte leñosa (1). Además Delabaisse y Hales habian visto antes que las estremidades de las raices son las que absorben las sustancias esteriores. Halles introdujo la estremidad de la raiz de un árbol en un tubo de cristal lleno de agua, y vió que al cabo

(1) *Memorias para ayudar al estudio anat. et phisiol. de los veget. y animales*: París, 1837, t. 1, p. 493.

de seis minutos la raiz habia absorbido una cantidad notable de líquido (1).

Las estremidades de las raices son los órganos á los cuales De Candolle da el nombre de esponjiolas. Agardh hace notar que su organizacion no se diferencia de lo restante de la raiz sino en que los alvéolos son mas pequeños, y por lo mismo reunidos; mas como estos no tardan en crecer, dejan luego de absorber, y la funcion la ejercen las nuevas que se forman debajo de ellas. Las esponjiolas no absorben mas que el agua y las sustancias que esta tiene en disolucion.

Agardh atribuye la ascension de la savia á una polaridad existente entre las raices y las hojas, las primeras de las cuales absorben y las otras exhalan, y considera este fenómeno tan inesplicable como la accion polárica del imán. En todo caso, su hipótesis no es aplicable á los animales, en los cuales no existe mas que una de las condiciones, la absorcion en el orígen de los linfáticos, puesto que por otro lado la linfa pasa á la sangre. Pero es de grande importancia para nosotros saber que, como lo han demostrado Delabaisse, Hales y Dutrochet, la ascension de la savia en los vegetales, puede tener efecto por solo la accion de las raices y sus esponjiolas, es decir, ser la consecuencia de una absorcion continua.

Aunque las vellosidades intestinales no sean órganos necesarios á la absorcion por los vasos linfáticos, que al contrario la absorcion por los principios retiformes de estos vasos se haga sin ellas en la generalidad, y que haya muchos animales cuyos intestinos estan privados de ellos, sin embargo se pueden comparar á las esponjiolas de las raices: únicamente conviene no olvidar que los vasos linfáticos no estan conformados diferentemente en su orígen que lo estan en las partes que no tienen felposidades. Pero las células de las esponjiolas se encuentran tambien en lo que se llama las células epiteliales de las felposidades intestinales, células que sin duda ninguna tienen otros usos mas importantes que el de epitelio protector. Segun las investigaciones de Reichert, es esta capa de alvéolos la que, durante el

(1) AGARDH, *Allgemeine Biologie der Pflancen.* Gripswald, 1832, p. 9.

desarrollo de la rana, constituye por sí sola primeramente la totalidad de la membrana mucosa del intestino, de suerte que lo que viene á ser con el tiempo la capa mas esterior de esta membrana, es realmente la formacion primitiva, y constituye el órgano asimilador propiamente dicho. Como además se encuentran estas células primarias en todos los órganos secretorios, es muy probable que sean los verdaderos elementos activos tanto en la absorcion como en la secrecion.

Siendo la facultad absorbente de los linfáticos una propiedad orgánica de estos vasos, debe aumentarse y disminuirse por efecto de ciertas influencias que ejerce su accion sobre el organismo. Así parece estar disminuida en la inflamacion como lo ha hecho notar Autenrieth (1), porque se manifiesta á menudo una tumefaccion edematosa persistente al rededor de la parte inflamada. Se ignora cómo obran las sustancias que pasan para ser aptas á favorecer la reabsorcion. Deben evidentemente poder aumentar la actividad de los vasos linfáticos, por ejemplo cuando hay algun derrame que reabsorber, pues en semejante caso no se trata de ablandar y disolver sino de llevar un cuerpo ya líquido al torrente de la circulacion. En muchas otras circunstancias lo primero que hay que hacer es el reblandecimiento y la disolucion, como cuando se trata de la resolucion de un tumor, cuyas partes constituyentes se vuelven aptas á ser admitidas en los vasos sanguíneos. Los remedios llamados antihidrópicos y el iodo nos ofrecen ejemplos de estos dos casos.

Pero lo que causa las muchas restricciones en medicina al uso de los resolutivos, es que varias sustancias que pueden disolver ciertas materias animales fuera del cuerpo, ejercen una accion destructiva en las partes animales vivientes.

Hay partes que en el estado de salud desaparecen regularmente á ciertas épocas; sus moléculas se funden por decirlo así en el líquido nutritivo general, sin que podamos esplicarnos el cómo este puede ser un menstruo para las partes que se han nutrido antes. Así desaparecen la cola de los renacuajos, la membrana pupilar y el timo, y se

(1) *Physiologie*, t. II, p. 224.

desarrollan las células del tejido esponjoso de los huesos, que desaparecen tambien en parte por los progresos de la edad, dando así lugar al adelgazamiento de los huesos del cráneo. Las cavidades aéreas de los huesos, los senos frontales &c., se producen y se agrandan del mismo modo. La destruccion de las partes que son ricas en vasos sanguíneos y linfáticos se concibe mejor, que la desaparicion de aquellas que no lo son, los dientes por ejemplo. Las raices de los dientes de leche desaparecen antes de la caida de estos mismos y parece que estan roidas. No se puede admitir que se reblandezcan, puesto que en el mismo límite de la porcion que ha desaparecido no se encuentra cambio alguno y está tan duro como todo lo demás. Aquí la sustancia que desaparece no es recibida en los vasos propios del órgano, y sí en los del saco vascular del nuevo diente. Mas nosotros no podemos figurarnos un menstruo que disuelva simultáneamente las sales calcáreas y el cartílago dentario, en el punto de contacto de las superficies recorridas por los vasos sanguíneos.

Los huesos son reabsorbidos por un trabajo morboso, en la inmediacion de tumores que ejercen una compresion sobre ellos. Este trabajo nos es totalmente desconocido. Nada nos autoriza á admitir que porciones de huesos atacadas de muerte, por ejemplo necrosadas, esperimenten ningun cambio por efecto de una reabsorcion que las partes vivas, con las que se hallan en contacto, ejerzan sobre ellos (1).

Cambios que los líquidos esperimentan en los vasos linfáticos.

Las paredes de los vasos linfáticos, que estan sembradas de redecillas de capilares sanguíneos, parecen ejercer una influencia modificatriz en la composicion de la linfa y el quilo. Las glándulas linfáticas obran del mismo modo; no son otra cosa que aparatos propios para aumentar la estension de la superficie que está en actividad, puesto que simples plexos las sustituyen en animales vertebrados infe-

---

(1) V. sobre la reabsorcion morbif. Schrœder van der Kolk. en LUCHTMAN, *De absorptionis sanæ et morbosæ discrimine*, Utrecht, 1829.

riores, y que en realidad ellas mismas no son mas que plexos mas complicados. El quilo contenido en los linfáticos del mesenterio no se coagula segun Tiedemann y Gmelin hasta despues de haber atravesado las glándulas linfáticas. Los vasos y las glándulas linfáticas parece que convierten una parte de albúmina del quilo en fibrina, por una accion particular de sus paredes. Esta influencia por su parte en la composicion de los líquidos que contienen, parece esperimentar un cambio en ciertas enfermedades; ó bien padecen ellos mismos por la accion ejercida en sus paredes por líquidos de una composicion viciosa, como en las escrófulas.

Los vasos linfáticos tienen una sensibilidad particular hácia las materias estrañas: la reabsorcion de estas materias los pone dolorosos, algunas veces los inflama y los pone tumefactos, y entonces se distinguen al través de la piel, en forma de estrías coloradas. En las mismas circunstancias, las glándulas linfáticas situadas cerca de la parte donde se efectua la reabsorcion aumentan de volúmen y se ponen doloridas tambien. En general la hinchazon desaparece cuando no hay nueva materia absorbida; algunas veces las glándulas son acometidas de inflamacion y supuran. Así es que las glándulas linfáticas vecinas se ponen tumefactas despues de la inoculacion de un veneno animal bajo el epidermis, despues de la aplicacion de un vejigatorio, de la mordedura de las serpientes, de una picadura ó cortadura en la diseccion de ciertos cadáveres, de las fricciones con la pomada estibiada, despues de las fricciones mercuriales al rededor de un divieso ó parte inflamada. Las glándulas del mesenterio parece estan en la misma relacion con el intestino que las glándulas superficiales con la piel, porque ellas se irritan en la inflamacion y la supuracion del tubo alimenticio (tifo abdominal, fiebre tifoidea).

Movimiento de la linfa.

El movimiento de la linfa en el sistema linfático tiene por causa la absorcion continua que se efectua en el orígen de este sistema. Por eso cuando se liga el conducto torácico, se infla hasta reventar por debajo de la ligadura (1).

(1) AUTENRIETH, *Physiologie*, t. II, p. 115.—CARUS, en MECKEL'S *Archiv*. t. IV, p. 240.

No hay contracciones vermiformes ni en el canal torácico ni en los vasos linfáticos. Los linfáticos del mesenterio de los conejos, examinados con el microscopio, no han manifestado á Schwann ni á mí movimiento, ya sea en las paredes de los vasos, ya en sus válvulas, ni indicio alguno de movimientos vibrátiles en lo interior.

Los linfáticos no se contraen tampoco de un modo perceptible cuando llegan á irritarse. Schreger (1) pretendia haber observado este fenómeno; pero Tiedemann no ha podido determinar ninguna contraccion en el conducto torácico empleando los estimulantes mecánicos ó químicos: solamente ha observado que cuando le picaba salia el líquido en forma de chorro. Una pila galvánica que yo hice obrar sobre el conducto torácico de una cabra se pasó algun tiempo sin efecto, y determinó al cabo de poco una reduccion casi insignificante.

Las válvulas de los linfáticos sirven, como las de las venas, para anular el efecto que una compresion accidentalmente hecha por fuera, pudiera ejercer en el curso de la linfa.

Los corazones linfáticos que yo he descubierto en la clase de reptiles, deben favorecer mucho el movimiento de la linfa; determinan el derrame inmediato de la de las partes inferiores del cuerpo en la vena isquiática, y la de las partes superiores en una rama de la vena yugular. En los mamíferos y en el hombre, el quilo y la linfa no llegan mas que á las venas subclavias; la totalidad del primero y la mayor parte de la segunda son conducidos por el conducto torácico á la vena yugular izquierda, y muchas veces sucede que se encuentran todavía vestigios en la sangre de la vena cava superior. Yo no he visto jamás el menor vestigio de movimiento ni en el conducto torácico, ni en la cisterna de Pecquet, ni en los linfáticos de los mamíferos, ni por fin en los de los reptiles, escepto en sus corazones. Se puede formar una idea aproximativa del movimiento de la linfa segun la cantidad que fluye del conducto torácico. En un esperimento hecho por Magendie en un perro de mediana estatura, suministró dicho conducto media onza de quilo en cinco minutos: en otro de Collard de Martigni, dió

---

(1) *De irrit. vas lymphat.* Léipzick, 1789.

nueve granos de linfa en diez minutos, en un conejo puesto á dieta veinticuatro horas. Despues que Collard de Martigny hubo sacado por compresion la linfa de un pequeño tronco linfático del cuello de un perro, este vaso se llenó de nuevo en siete minutos; sacó 8 en un segundo esperimento (1). En el hombre de quien he hablado anteriormente, los linfáticos del dorso del pie y del dedo gordo se llenaban de tal modo que en un cuarto de hora á media hora podia recogerse gran cantidad de linfa en un cristal de reloj. En las ranas, la cantidad de linfa es muy considerable á causa de la anchura de los espacios linfáticos que tienen estos animales. Si se valúa la capacidad de cada uno de los cuatro corazones linfáticos en una línea cúbica (los anteriores son mas grúesos que los posteriores), estos cuatro órganos envian por minuto 60 veces 4 + 240 líneas cúbicas en las venas, suponiendo que se vacian completamente; pero á cada contraccion se desprenden solo de una parte de su contenido.

---

(1) MAGENDIE, *Journal de physiol.*, t. VIII.

FIN DEL TOMO PRIMERO.

INDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS

EN ESTE TOMO PRIMERO.

LIBRO I.

FIN DEL INDICE DEL TOMO PRIMERO.

TRATADO

DE

FISIOLOG