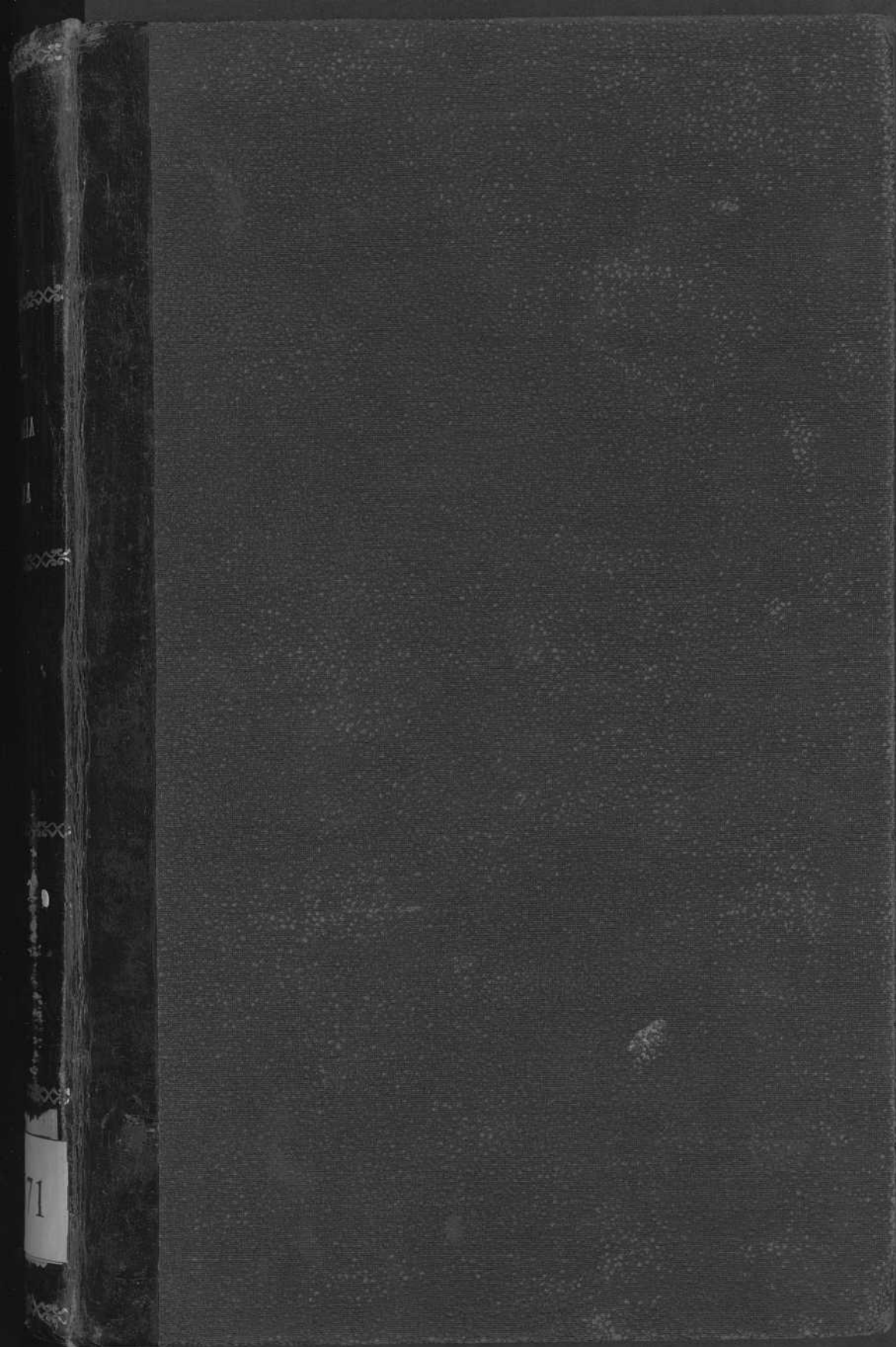
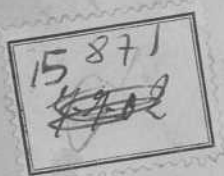




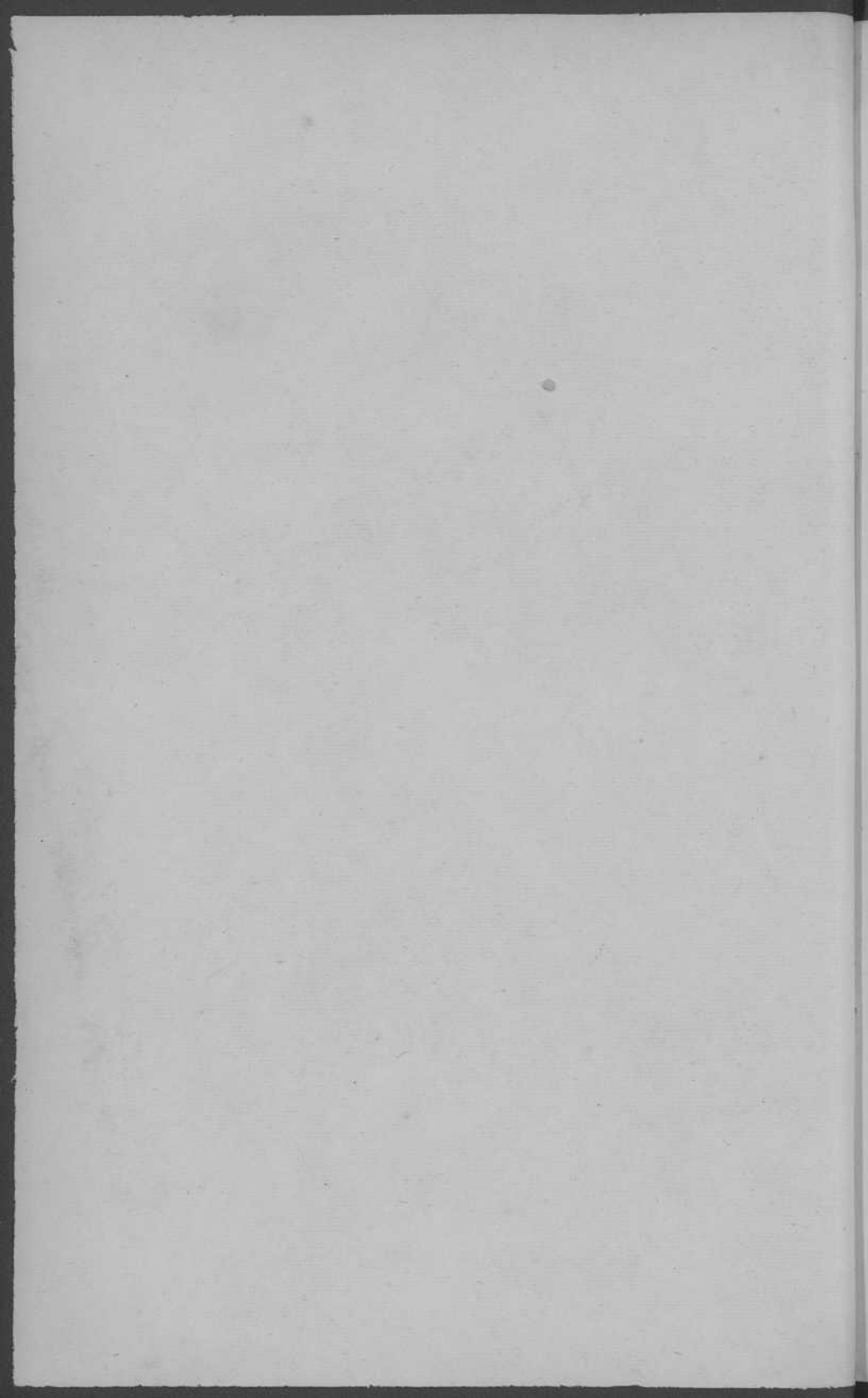


25
~~226~~

16119

TRATADO ELEMENTAL

FISIOLOGÍA HUMANA.



TRATADO ELEMENTAL

DE

FISIOLOGÍA HUMANA.

Es propiedad del autor, y todos los ejemplares irán sellados y rubricados.

TRATADO ELEMENTAL

DE

FISIOLOGÍA HUMANA

POR EL

Dr. D. Juan Magaz y Jaime,

Catedrático de Fisiología de la facultad de Medicina de Madrid;
Jefe superior honorario de Administración civil;
Inspector general y consejero de Instrucción pública;
Caballero gran cruz de la Real orden de Isabel la Católica;
Comendador de número de las Reales órdenes de Carlos III y de Isabel la Católica;
Antiguo Presidente de la Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona;
Académico electo de la de Madrid, etc.

Obra premiada por la Real Academia de Medicina de Madrid.

TOMO SEGUNDO.

TERCERA EDICION

considerablemente aumentada con el resultado de los trabajos mas modernos,
é ilustrada con gran número de grabados intercalados en el texto.

BARCELONA.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE NARCISO RAMIREZ Y COMP.
pasaje de Escudillers, número 4.

1877.

PUBLICACIONES DEL SR. MAGAZ.

INFORME ACERCA DEL DERRIBO DE LAS MURALLAS DE BARCELONA.—
Publicado por acuerdo de la Academia de Medicina y Cirugía.—1854.

DESCRIPCION DE UN NUEVO APARATO PARA DESCUBRIR EL ARSÉNICO
EN TODAS LAS SUSTANCIAS QUE LO CONTIENEN, SIN NINGUNO DE LOS IN-
CONVENIENTES QUE PRESENTAN LOS PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS HASTA
EL DIA.—Publicado por acuerdo de la Academia de Medicina y Cirugía de
Barcelona.—1855.

DIFERENTES CLASES DE PAUPERISMO Y SU INFLUENCIA EN LA SOCIE-
DAD.—Publicado por la Sociedad económica de Amigos del País de Bar-
celona.—1856.

INFLUENCIA DE LA EDUCACION EN LA MARCHA Y PROGRESO DE LOS
PUEBLOS. DISCURSO INAUGURAL PRONUNCIADO EN LA SOLEMNE APERTU-
RA DEL CURSO ACADÉMICO DE 1855'A 1856.— Publicado por la Universidad
de Barcelona.

CONTESTACION Á LOS ARTÍCULOS PUBLICADOS EN LA *Revista Católica*,
IMPUGNANDO UNA PARTE DE DICHO DISCURSO INAUGURAL.—Folleto publi-
cado en 1856.

TRATADO ELEMENTAL DE FISIOLÓGÍA HUMANA.

TERCERA PARTE.

FUNCIONES DE RELACION.

CONSIDERACIONES GENERALES.

De las sensaciones.

§ 1.º

Hemos dado á conocer en las lecciones anteriores los medios de que se vale la naturaleza para suministrar al organismo los materiales de reparacion que necesita; pero como el hombre no solo se nutre, sino que se halla rodeado de objetos diferentes á los que atrae ó rechaza segun la utilidad que le proporcionan, ó los riesgos á que le exponen, necesita tambien poner en ejercicio otro órden de funciones en virtud de las cuales siente, piensa, quiere y obra con arreglo á las determinaciones de su voluntad, comunicándose de este modo con los diferentes seres que pueblan el universo.

Esta nueva série de funciones, llamadas de relacion, puede dividirse en dos grandes grupos: de *sentimiento* y de *expresion*. En el primero se comprenden las sensaciones propiamente dichas y las facultades intelectuales y

afectivas; en el segundo, la voz, la palabra y los diferentes movimientos.

Se dá el nombre de sensaciones á los diversos actos por medio de los cuales percibe el alma las impresiones que las partes sensibles de nuestra organizacion reciben de los distintos cuerpos de la naturaleza.

Las sensaciones pueden ser externas ó internas. Llámense externas las que proceden de la impresion que los objetos exteriores producen en los órganos de los sentidos, é internas las que se derivan de impresiones que tienen origen en el interior del organismo. Con el auxilio de las primeras adquirimos el conocimiento de los distintos objetos del universo; las segundas nos advierten las necesidades de la economía á que es preciso atender.

En la generalidad de los casos, se necesitan cuatro factores diferentes para que tengan lugar las sensaciones: agente que impresione, órgano que reciba la impresion, conductor que la trasmita y centro nervioso que la perciba. Á veces, los estímulos internos, como por ejemplo, la sangre, impresionan directamente el cerebro, y las sensaciones que producen parecen engendradas allí mismo, puesto que ni la impresion procede de otra parte ni se ha necesitado conductor para trasmitirla. No es extraño, de consiguiente, ver en algunos casos ráfagas luminosas, oír sonidos y sentir olores ó sabores sin que hayamos sido previamente impresionados por la luz, ni por los sonidos, ni por los cuerpos sápidos ú olorosos. Ya veremos mas adelante las causas de que dependen, al parecer, estas y otras sensaciones llamadas subjetivas. Cuando las impresiones no son percibidas por el centro cerebral y de consiguiente cuando no se tiene conciencia de las mismas, pueden dar lugar á cierta clase de reacciones que estudiaremos separadamente y que se conocen con el nombre de fenómenos reflejos.

Los órganos encargados de recibir las impresiones externas se llaman órganos de los sentidos, y el número de estos, lo mismo que su mayor ó menor grado de finura, son distintos en los diferentes animales. El hombre posee cinco, que son: la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto. Para comprender el mecanismo fisiológico de estos aparatos, es preciso dar á conocer: primero, las condiciones que se necesitan para que los agentes exteriores provoquen en ellos sus impresiones especiales, y segundo, las que son indispensables para que estas impresiones puedan ser trasmitidas al cerebro, y para que el cerebro, como órgano material de nuestra alma, la perciba. La primera parte exige un estudio detenido de cada uno de los sentidos en particular, puesto que en cada uno de ellos son distintos los agentes que provocan la impresion y los órganos encargados de recibirla. La segunda, la estudiaremos de una manera colectiva dando á conocer la accion del sistema nervioso en la trasmision y en la percepcion de las diferentes impresiones.

SECCION PRIMERA.

Sensaciones externas.

SENTIDO DE LA VISTA.

CAPÍTULO PRIMERO.

De la luz.

§ 2.º

La vision es una funcion por medio de la cual apreciamos las propiedades luminosas de los cuerpos y adquirimos el conocimiento de su magnitud, figura y color, así como de su estado de reposo ó movimiento y de la distancia á que se encuentran de nosotros, etc.

El aparato de la vision se pone en ejercicio bajo la influencia de un excitante particular llamado luz; y puesto que percibimos los cuerpos aunque estén muy lejos de nosotros, y conocemos de este modo muchas de sus propiedades, la luz es la que produce, por su accion sobre la retina, el fenómeno de la vision.

Para explicar el origen de la luz, adoptan unos el sistema de la *emision*, sostenido por Newton, segun el cual los cuerpos luminosos emiten en todas direcciones, bajo la forma de moléculas de extraordinaria tenuidad, una sustancia imponderable que se propaga en línea recta con una velocidad casi infinita. Otros, de acuerdo con Young, Fresnel, etc., suponen que á los cuerpos

luminosos les anima un movimiento vibratorio, infinitamente rápido, que se comunica á un fluido sutil y elástico, esparcido por todo el universo, llamado éter, cuyas vibraciones se propagan en todos sentidos, bajo la forma de ondas esféricas, hasta llegar á la retina, donde provocan las impresiones luminosas. Esta última hipótesis, llamada de las *ondulaciones*, se halla hoy aceptada por la generalidad de los fisiólogos.

La luz al ponerse en contacto con la retina no debería despertar mas impresiones que las que son propias de la luz misma, y de consiguiente no deberíamos adquirir por el sentido de la vista sino la noción de la claridad ó de la oscuridad, y si distinguimos al mismo tiempo la figura, el volúmen y las demás cualidades ópticas de los objetos, es porque su imagen se dibuja en la retina á consecuencia de las refracciones que experimentan los rayos luminosos al atravesar los medios transparentes del globo del ojo. Por esta causa, para comprender el mecanismo de la vision es indispensable conocer las leyes que siguen estos rayos al atravesar los cuerpos diáfanos, á fin de deducir las modificaciones que deben experimentar en su paso desde la córnea trasparente á la retina.

Llámase *rayo luminoso* á la línea que sigue la luz al propagarse, y *hacecillo luminoso* á un conjunto de rayos que proceden de un mismo origen. La velocidad de la luz es de setenta y siete mil leguas por segundo.

Á los cuerpos en que se mueve la luz se les llama *medios*. A los que no permiten el paso á la luz, se les designa con el nombre de *opacos*: con el de *traslúcidos* á los que la dejan pasar, pero sin que pueda distinguirse á través de los mismos ni el color ni la forma de los objetos; y con el de *transparentes* ó *diáfanos* á los que permiten el paso á la luz y dejan ver, además, la forma y el color de los puntos de que procede. Los cuerpos opacos pueden convertirse en translúcidos reduciéndolos

á láminas muy delgadas; los traslúcidos pueden llegar á ser opacos formando con ellos láminas gruesas. Los cuerpos, aunque sean transparentes, reflejan una pequeña parte de la luz que reciben.

Se dice que los cuerpos *reflejan* la luz cuando la rechazan devolviéndola al medio de donde procede; si la rechazan en una sola direccion y no modifican su color, de manera que pueda verse la imágen de los objetos que la emiten, como sucede con los espejos y las superficies pulimentadas, la *reflexion* se llama *regular*; si la rechazan en todas direcciones, de manera que no pueda verse la imágen de los objetos que la emiten, sino la de los que la reflejan, como sucede con las superficies ásperas ó rugosas, la reflexion se llama *irregular*. Si vemos en el agua de un estanque la imágen del sol ó la de otros objetos luminosos, es porque la luz que estos emiten es reflejada por el agua de una manera *regular*; y si no vemos las indicadas imágenes en la tierra, en las piedras, en la arena, etc., á pesar de que reciben la misma luz, es porque estos cuerpos la difunden, ó, lo que es igual, la reflejan *irregularmente* y solo llega hasta nosotros la luz *difusa*.

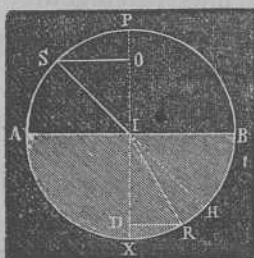
Los rayos luminosos no siempre encuentran en su camino cuerpos que les impidan el paso, pues ya hemos dicho que atraviesan los llamados transparentes.

§ 3.º

La luz se propaga en línea recta cuando atraviesa un *medio homogéneo*; pero cambia de direccion cuando pasa oblicuamente de un medio á otro diferente. Á la desviacion que experimentan los rayos luminosos cuando pasan oblicuamente de un medio á otro, se llama *refraccion*. Cuando el rayo luminoso es perpendicular á la superficie que separa los dos medios, no se desvia de su direccion y continúa propagándose en línea recta.

Los rayos luminosos, al ser refractados, se aproximan á la perpendicular levantada en el punto de incidencia si pasan de un medio mas raro á otro mas denso, y al contrario, se alejan de la indicada perpendicular si pasan de un medio mas denso á otro mas raro. La densidad de los medios no está *siempre* en proporcion con el desvío que hacen experimentar á la luz, y por eso se denominan cuerpos *mas refringentes* aquellos en que la luz se acerca á la normal, y cuerpos *menos refringentes* aquellos en que se aleja de la misma.

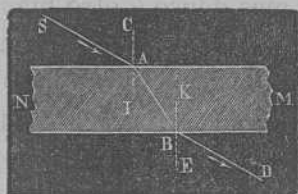
La observacion ha demostrado que cualquiera que sea la oblicuidad del rayo incidente, se conserva una relacion constante entre el seno del ángulo de incidencia y el del ángulo de refraccion en los mismos medios transparentes. La relacion entre los dos senos, ó el cociente de la division del uno por el otro, se denomina *índice de refraccion*.

FIGURA 1.^a

SI rayo incidente. **AB** cuerpo trasparente. **IR** rayo refractado en un medio mas denso. **PX** perpendicular al punto de incidencia. **SIP** ángulo de incidencia. **RIX** ángulo de refraccion. **SO** línea que representa el valor del seno de incidencia. **RD** línea que representa el valor del seno de refraccion. **H** prolongacion recta del rayo luminoso.

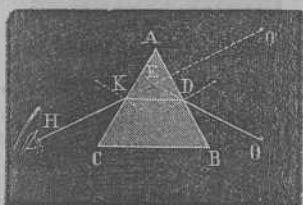
Cuando la luz atraviesa un medio trasparente de caras paralelas, los rayos emergentes, es decir, los que salen del medio, son paralelos á los rayos incidentes. La separacion paralela entre los rayos emergentes y los incidentes es tanto mayor cuanto mas grueso es el medio

trasparente, y si el espesor de este es muy pequeño, ó si los rayos llegan á la superficie refringente con poca oblicuidad, casi puede decirse que el rayo emergente se encuentra en la prolongacion rectilínea del incidente.

FIGURA 2.^a

NM cuerpo transparente de caras paralelas. **SA** rayo incidente, **BD** rayo emergente. **GI** perpendicular al punto de incidencia. **KE** perpendicular al punto de emergencia.

Si la luz atraviesa un cuerpo prismático ó terminado por superficies planas no paralelas, se refracta á la entrada del mismo acercándose á la perpendicular, por pasar á un medio mas refringente, y se refracta de nuevo á la salida, alejándose de la perpendicular, por pasar á un medio menos refringente. La luz, de consiguiente, es refractada dos veces en el mismo sentido, y por esto los objetos vistos á través de un prisma, siempre que su base se coloque hácia abajo, aparecen á mayor altura de la que en realidad se encuentran.

FIGURA 3.^a

ACB prisma. **OD** rayo incidente que se refracta en **D** y en **K**. **KH** rayo emergente. **OEO'** ángulo de desviación. **O'** sitio donde se vé el objeto luminoso.

Cuando los cuerpos transparentes están terminados por superficies curvas se designan con el nombre de

lentes, y hacen converger ó divergir los rayos luminosos que los atraviesan, segun sea convexa ó cóncava su corvadura. Generalmente no se usan en los instrumentos de óptica mas que lentes esféricas y pueden dividirse en dos grupos: *convergentes* y *divergentes*. Las del primero son mas gruesas en el centro que en los bordes y tienen la propiedad de aproximar unos á otros los rayos luminosos que las atraviesan: las segundas, al contrario, los separan y son mas delgadas en el centro que en los bordes.

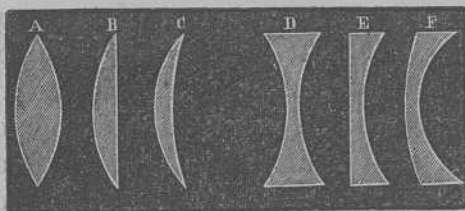


FIGURA 4.ª

A lente bi-convexa. B plano-convexa. C menisco-convexa. D bi-cóncava. E plano-cóncava. F menisco-cóncava.

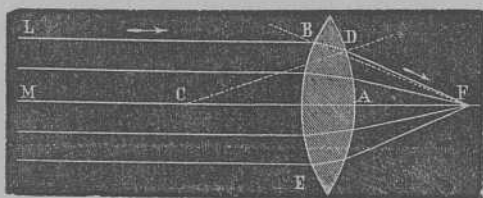
Lo que mas nos importa conocer es la marcha de los rayos luminosos en las lentes convergentes por su analogía con los medios transparentes del ojo, y como lo que se diga de la lente bi-convexa es aplicable á todas las demás de su clase, esta será la que únicamente estudiaremos.

§ 4.º

En las lentes cuyas dos caras son esféricas—como en las bi-convexas—los centros de estas superficies se conocen con el nombre de *centros de corvadura*, y la recta indefinida que pasa por estos dos centros, con el de *eje principal*.

Segun hemos dicho ya, el rayo que cae perpendicularmente sobre una superficie refringente no se tuerce y la atraviesa en línea recta. Si esta superficie es esférica, la perpendicular para cada punto de incidencia es el radio que pasa por este punto; de consiguiente, el rayo luminoso cuya prolongacion pasa por el centro de la superficie esférica no cambia de direccion; á este centro se le llama *punto nodal* ó *centro óptico de la lente*, y á toda recta que pasa por el centro óptico sin tocar en los centros de corvadura, *eje secundario*.

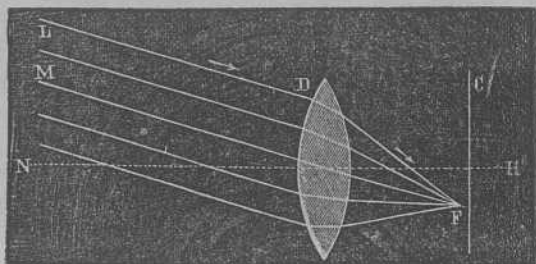
Los rayos que antes de la incidencia son paralelos al eje principal de la lente, se aproximan á la normal en el punto de incidencia por pasar á un medio mas refringente, y se separan de la misma en el punto de emergencia por pasar á un medio menos refringente, de manera que se refractan dos veces, inclinándose hácia el eje donde se reunen en un punto llamado *foco principal*. La distancia que media entre ese punto y la lente se llama *distancia focal principal*. En las lentes ordinarias que son de crown-glass, ó de cristal que no contiene plomo, el foco principal coincide casi con el centro de corvadura.

FIGURA 3.^a

MF eje principal de la lente. **LB** uno de los rayos paralelos al eje. **FB** perpendicular al punto de incidencia. **CD** perpendicular al punto de emergencia. **DF** rayo refractado. **F** foco principal. **FA** distancia focal principal.

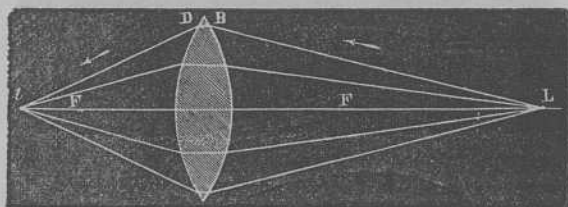
Cuando los rayos, aunque paralelos á un eje secundario, son oblicuos con relacion al eje principal de la lente, sufren tambien dos refracciones, á consecuencia

de las cuales convergen hácia un punto donde se reunen formando foco. Este foco no está sobre el eje principal, sino sobre el eje secundario, en un plano perpendicular al mismo que pasa por el foco principal y que se llama *plano focal*.

FIGURA 6.^a

NH eje principal. **LD** uno de los rayos paralelos al eje secundario. **MF** eje secundario. **F** foco en el eje secundario y en un punto del plano focal. **CF** plano focal.

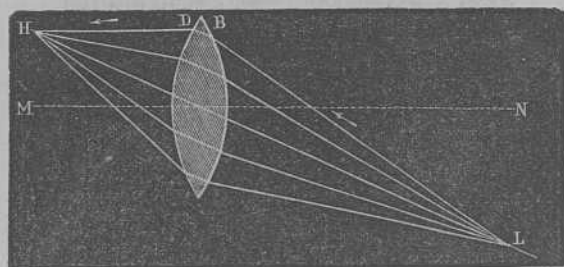
Cuando los rayos luminosos no son paralelos, sino que forman un hacecillo divergente, se refractan también al atravesar la lente, como en los casos anteriores, y se reunen en un punto llamado *foco conjugado*, cuyo sitio varía segun sea la posición del objeto luminoso. Si este se halla en el eje principal de la lente, el foco se

FIGURA 7.^a

Ll eje principal. **L** punto luminoso colocado sobre el eje principal. **LB** uno de los rayos incidentes. **DB** el mismo rayo refractado. **l** foco conjugado. Si el objeto luminoso se aproximara á la lente y estuviera, por ejemplo, en l, entonces el foco conjugado se apartaría de la lente y se formaría en L.

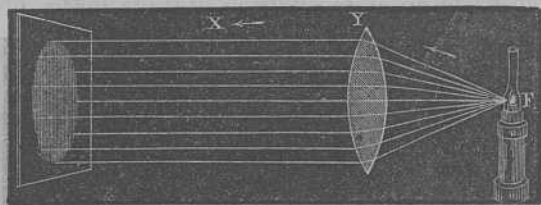
forma en el eje principal; si se halla en un eje secundario, el foco se forma en el eje secundario, y tanto en

un caso como en otro, á medida que el objeto luminoso se aproxima á la lente, el foco se aleja, y á medida que el objeto se aleja, el foco se acerca á la indicada lente.

FIGURA 8.^a

HL eje secundario. **LB** uno de los rayos incidentes. **DH** el mismo rayo refractado. **H** foco conjugado. Si el punto luminoso se aproximara á la lente y estuviera, por ejemplo, en **H**, entonces el foco conjugado se apartaría de la lente y se formaría en **L**.

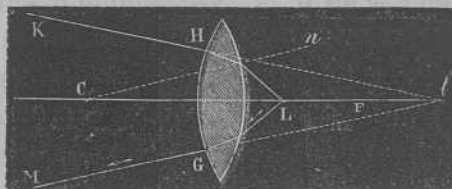
Hay que tener en cuenta, sin embargo, que cuando el objeto se halla tan cerca de la lente que coincide con su foco principal, los rayos emergentes ya no se reúnen al otro lado de la misma, sino que salen paralelos al eje y de consiguiente no forman foco.

FIGURA 9.^a

F punto luminoso colocado en el foco principal de la lente. **FY** uno de los rayos incidentes. **YX** el mismo rayo refractado.

Hay que tener en cuenta, además, que si el objeto se halla colocado entre la lente y el foco principal, lejos de reunirse los rayos después de la emergencia, forman un hazecillo divergente sin que puedan dar lugar á ningún

foco real; pero sus prolongaciones concurren en un punto llamado *foco virtual*.

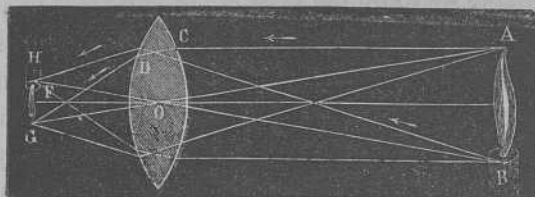
FIGURA 10.^a

F punto correspondiente al foco principal de la lente. **L** punto luminoso colocado entre la lente y el foco principal. **HK** y **GM** rayos refractados. **I** foco virtual formado por la prolongacion de esos rayos.

§ 5.º

Formacion de las imágenes en las lentes bi-convexas.—

En los casos precedentes hemos supuesto que la luz partía de una sola parte del objeto luminoso; pero como este objeto, cualquiera que sea, emite luz por los diferentes puntos de su superficie, los rayos luminosos procedentes de cada uno de ellos forman un foco distinto á consecuencia de la refraccion que experimentan al atravesar la lente, y como cada uno de estos focos representa el punto del objeto de que la luz procede, el conjunto de los mismos representa la imagen del objeto iluminado.

FIGURA 11.^a

Suponiendo que el objeto AB esté colocado á mayor distancia de la lente que la que media desde el foco prin-

cial á la misma lente, si se tira el eje secundario AG del punto extremo A, el rayo AC emitido de este punto se refracta en C y en D, dos veces en el mismo sentido, aproximándose al eje secundario que corta en G. Todos los demás rayos emitidos del punto A se reúnen también en G, donde forman el foco *conjugado* de A. Tirando del mismo modo el eje secundario del punto B, se encuentra que los rayos emitidos de este punto forman su foco en H, y como las partes situadas entre A y B tienen realmente su foco entre G y H, se forma en GH una imagen real é invertida del objeto AB.

De lo que hemos dicho anteriormente acerca de los focos conjugados, se deduce también que si el objeto luminoso estuviera en HG, su imagen se formaría en AB, y de consiguiente—Ganot—que si un objeto, aun siendo muy grande, está bastante lejos de una lente biconvexa, se obtiene una imagen real é invertida muy pequeña, muy aproximada al foco principal y un poco más allá de este punto con relación á la lente; y que si un objeto muy pequeño está colocado cerca del foco principal, pero sin llegar á él, la imagen se forma á mucha mayor distancia, y es tanto más grande cuanto más próximo se halla el objeto al indicado foco principal.

La reseña, si bien rapidísima, que acabamos de hacer acerca de las principales propiedades de la luz y de las modificaciones que experimenta al atravesar los cuerpos transparentes, nos permitirá comprender la marcha de los rayos luminosos en el ojo y la formación de las imágenes en la retina; pero para esto es preciso que describamos antes, aunque sea sucintamente, el aparato de la visión.

CAPÍTULO II.

Aparato de la vision.

§ 6.º

El aparato de la vision está formado del globo del ojo y de las partes protectoras del mismo, que son: las cejas, los párpados, los músculos motores del globo ocular y el aparato lagrimal.

El globo del ojo, alojado en la órbita, está revestido exteriormente de una cubierta fibrosa, blanca y opaca llamada *esclerótica*, la cual tiene dos aberturas: una *posterior*, por la cual pasa el nervio óptico, y otra *anterior*, circular, de unos once milímetros de diámetro, en cuyos bordes se encaja la *córnea trasparente* á manera de vidrio de reloj. La esclerótica está cubierta en su parte anterior por la conjuntiva, membrana de la clase de las mucosas.

La *córnea trasparente* está colocada en la parte anterior del globo del ojo; es de figura circular y se adhiere tan íntimamente á la esclerótica, que parece continuation de la misma; su cara *anterior* es convexa y está cubierta por la conjuntiva, de la cual solo se percibe en el estado fisiológico la lámina epitelial; su cara *posterior* es cóncava.

Coroides.—Sobre la cara interna de la esclerótica y forrándola exactamente, se extiende la coroides desde el fondo del ojo hasta la circunferencia de la córnea, en cuyo punto se une á esta membrana y al iris por el ligamento ciliar.

La coroides está compuesta de dos láminas de naturaleza vascular, de las cuales, la externa corresponde á la esclerótica, y la interna ó membrana de Ruysch, á la retina.

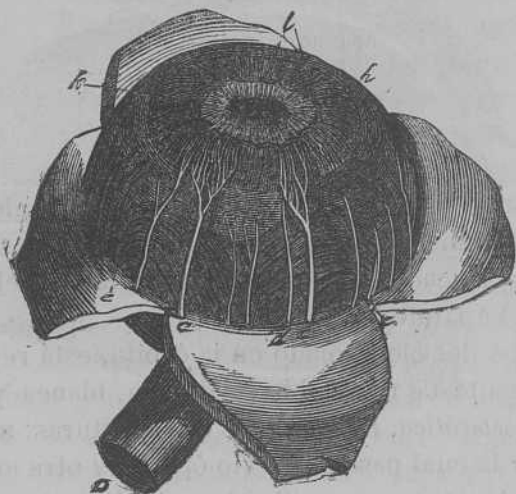
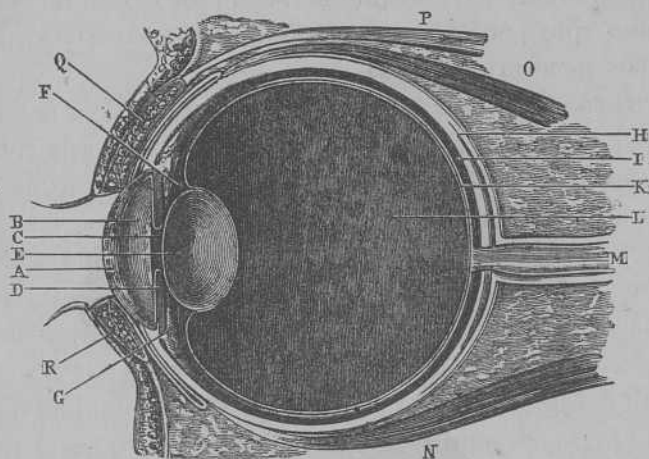


FIGURA 12.^a

Un ojo con la esclerótica escindida. Los colgajos están levantados para que se vea la coroides, el iris y los nervios ciliares.

Estas dos láminas están revestidas de una capa de pigmento, mas espeso en la parte de la retina que en la de la esclerótica y mas negro en los individuos jóvenes que en los viejos. La coroides tiene una pequeña abertura en su parte *posterior* para dar paso al nervio óptico, y en su parte anterior, á dos milímetros de la circunferencia de la córnea, se desdobra uniéndose al iris y al *músculo ciliar*, *tensor de la coroides* ó *músculo de Brücke*,—cuya importancia en los fenómenos de la vision, lo mismo que la del pigmento de la coroides, daremos á conocer mas adelante—constituyendo los

procesos ciliares, que están revestidos tambien de una espesa capa de pigmento del mismo color que el de la coroides.

FIGURA 13.^a

- | | |
|---|---------------------------------|
| A córnea. | I coroides. |
| B cámara anterior. | K retina. |
| C pupila. | L cuerpo vitreo. |
| D iris. | M nervio óptico. |
| E cristalino. | N músculo recto anterior. |
| F zona de Zinn formando la pared anterior del canal de Petit. | O músculo recto superior. |
| G procesos ciliares. | P músculo elevador del párpado. |
| H esclerótica. | Q glándulas lagrimales. |
| | R conducto lagrimal. |

Iris.—En el espacio comprendido entre el músculo ciliar y los procesos ciliares se fija la gran circunferencia del iris, especie de tabique membranoso, colocado verticalmente detrás de la córnea, con una abertura circular en su centro llamada *pupila*. La cara anterior del iris es plana; está tapizada por la membrana de Desmet y presenta matices de coloracion distinta, segun los sugetos. La cara posterior corresponde al cristalino y está revestida de una capa de pigmento llamada *úvea*, cuyo color se ha comparado con el de las uvas negras.

El microscopio ha demostrado la existencia en el iris de fibras musculares, y á su influencia se debe, mas que á la naturaleza erectil de esta membrana, el que la pupila pueda dilatarse ó contraerse, segun los casos, no permitiendo que penetren en el ojo mas que los rayos luminosos necesarios á la vision.

Retina.—La cara interna de la coroides, es decir, la que mira al interior del ojo, está cubierta por la retina, membrana nerviosa, lisa en el hombre y los cuadrumanos, arrugada en muchos animales, y que en todos puede considerarse como la parte fundamental del órgano de la vision, puesto que sobre ella se pintan las imágenes de los objetos para que reciba la impresion de los rayos luminosos. La retina, constituida por la expansion del nervio óptico, reviste la cavidad del globo ocular desde el punto en que á su entrada se forma el abultamiento ó papila del indicado nervio hasta la circunferencia de los procesos ciliares, en donde termina á manera de feston. El color de esta membrana es de un blanco opalino, semitrasparente y de consistencia blanda. En su centro, que corresponde al eje antero-posterior del ojo, y á unos cuatro milímetros del lado exterior de la papila del nervio óptico, se percibe una mancha amarilla—*macula*, *limbus luteus*—y una depresion central,—*fovea centralis*,—en cuyos puntos hay mayor sensibilidad para la luz que en los bordes de la retina. En esta membrana se observan, mirando con el microscopio, diferentes capas sobrepuestas, de las cuales la externa, ó membrana de Jacob, corresponde á la coroides, y presenta la apariencia de un empedrado regular, compuesto de pequeños cilindros apretados unos contra otros. El diámetro de estos cilindros ó *bastoncillos* es de unos dos milésimos de milímetro, y hay algunos algo mas gruesos llamados *conos*. Los bastoncitos y los conos están distribuidos irregularmente en los diferentes puntos de

la retina. En la parte de la misma correspondiente á la mancha amarilla, la capa llamada nerviosa desaparece casi por completo y las otras se adelgazan extraordinariamente, de manera que en este punto quedan solo los conos como órganos terminales encargados de recibir la influencia directa de la luz.

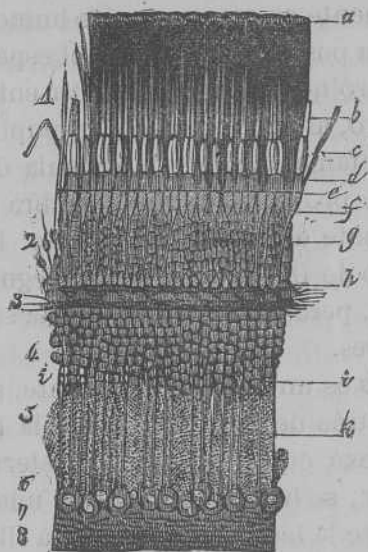


FIGURA 14.ª

Corte perpendicular de la retina.

1 capa de los bastoncillos. 2 capa granulosa externa. 3 capa granulosa intermediaria. 4 capa granulosa interna. 5 capa finamente granulosa. 6 capa de células nerviosas. 7 fibras del nervio óptico. 8 membrana limitante.

a células pigmentarias de la coroides que ocultan casi por completo la capa de los bastoncillos. b vértices de los conos. c cuerpo de los conos. d prolongaciones de los conos del lado de la capa granulosa. e límites de la capa de los bastoncillos. f corpúsculos de los conos incluidos en la capa granulosa externa. g corpúsculos de los bastoncillos. h abultamiento situado en el trayecto de los filamentos internos de los corpúsculos de los conos. i abultamientos situados en el trayecto de estas prolongaciones. k fibras o prolongaciones externas de las células de la capa nerviosa.

Las diferentes membranas que acabamos de describir encierran en su interior los humores del ojo, que

son, por su órden de colocacion de adelante atrás, el humor *acuoso*, el *cristalino* y el *vítreo*.

El *humor acuoso* es un líquido algo mas denso que el agua destilada, trasparente, albuminoso, ligeramente alcalino, que ocupa el espacio comprendido entre la córnea trasparente y el iris ó sea la cámara anterior del ojo. Generalmente se cree que este humor ocupa tambien la cámara posterior, es decir, el espacio de menos de un milimetro que se supone existir entre el iris y el cristalino; pero, al parecer, el borde pupilar del iris se aplica inmediatamente sobre la cápsula del cristalino, puesto que no proyecta ninguna sombra detrás de sí, y de consiguiente ese espacio no existe. La membrana de Descemet ó de Demours segrega, segun algunos, el humor acuoso, pero otros atribuyen esta secrecion á los procesos ciliares.

El *cristalino* es un cuerpo trasparente, situado inmediatamente detrás de la pupila; tiene la figura de una lente bi-convexa cuya corvadura posterior es mayor que la anterior; se halla contenido en una cápsula que se amolda sobre la lente sin adherirse á ella y está compuesto de hojillas concéntricas, duras en el interior y cuya consistencia vá disminuyendo hácia la superficie hasta ser en este punto blandas y fáciles de desprender. El cristalino está engastado por su borde en la zona de Zinn, á la que se adhiere su cápsula, y el eje de esta lente corresponde al centro de la pupila.

El *vítreo* es un humor albuminoso, trasparente, contenido en una cubierta llamada *membrana hialóides*: ocupa los cuatro quintos posteriores de la cavidad del globo del ojo; llena la concavidad de la retina, á la que se aplica exactamente en toda su extension y se amolda por delante á la cara posterior del cristalino. Al llegar la hialóides detrás de los procesos ciliares, se replega y se une á la zona de Zinn abrazando el borde del cris-

talino, al rededor del cual forma el *conducto abollonado de Petit*.

Las partes protectoras del globo del ojo, como los párpados, las cejas, etc., desempeñan funciones menos importantes en el mecanismo de la vision y podemos prescindir de su estudio, exceptuando el aparato secretorio y excretorio de las lágrimas, acerca del cual haremos algunas ligerísimas indicaciones.

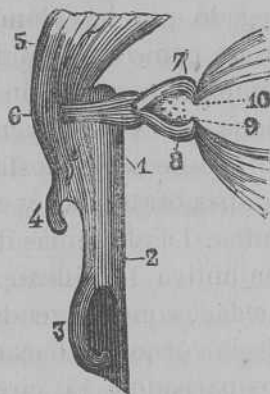


FIGURA 15.^a

Vías lagrimales.

1 saco lagrimal. 2 conducto nasal. 3 concha inferior. 4 concha media. 5 parte interna del borde orbitario. 6 apófsis ascendente del maxilar superior sobre la que se inserta el tendón directo del orbicular. 7 y 8 conductos lagrimales que se reúnen para pasar por detrás del tendón del orbicular. 9 y 10 puntos lagrimales superior é inferior.

El *aparato lagrimal* se compone: primero, de la *glándula lagrimal*, situada en una fosita que se halla en la parte externa y anterior de la bóveda orbitaria, prolongándose hasta el párpado superior donde forma una capa granulosa; segundo, de los *conductos vectores*, que vierten las lágrimas en la superficie de la conjuntiva por ocho ó diez orificios diferentes; tercero, de los *conductos lagrimales*, destinados á recoger las lágrimas

despues que han bañado la superficie anterior del ojo. Estos conductos toman origen en los *puntos lagrimales*, cerca de la comisura interna de los párpados, por entre cuyas paredes se dirigen tanto el superior como el inferior hasta desembocar por medio de orificios separados en el saco lagrimal; cuarto, del *saco lagrimal*, destinado á dirigir las lágrimas al *conducto nasal* que desemboca en las fosas nasales, donde ofrece un repliegue valvular en su orificio inferior.

El humor segregado por las glándulas lagrimales puede ser considerado como un líquido mucoso, muy cargado de agua, límpido, incoloro, inodoro, alcalino y algo salado. Contiene cerca de noventa y nueve por ciento de agua, cloruro de sódio, fosfatos de sosa y de cal, vestigios de algunas otras sales y cortas cantidades de mucina y albúmina. Las lágrimas derramadas en la superficie de la conjuntiva lubrican el globo ocular; conservan su humedad, contribuyendo probablemente á la transparencia de la córnea, y hacen mas fáciles los movimientos de los párpados. En circunstancias normales se evaporan casi en la misma proporcion en que se segregan, por hallarse en contacto con el aire, y solo una corta cantidad se dirige á las fosas nasales. Hay, sin embargo, algunos casos en que, á consecuencia de emociones morales ó de irritaciones de la conjuntiva y de la retina, se aumenta considerablemente su secrecion, y no bastando los conductos lagrimales para darlas salida, se vierten al exterior resbalando por las mejillas.

Conocidas ya las principales modificaciones que la luz experimenta al atravesar los medios transparentes, y habiendo dado una sucinta idea de las partes constitutivas del aparato de la vision, veamos ahora de qué manera se forma las imágenes en el interior del ojo.

CAPÍTULO III.

Marcha de los rayos luminosos en el ojo.

§ 7.º

Para seguir hasta la retina la marcha de los rayos luminosos es preciso conocer: primero, los medios refringentes que atraviesan al penetrar en el ojo y el órden segun el cual los atraviesan; segundo, los índices de refraccion de todos estos medios; tercero, la forma de todas las superficies refringentes, y cuarto, las distancias que hay de las unas á las otras y á la de proyeccion ó sea á la retina.

Los medios refringentes que atraviesa la luz, son: la córnea, el humor acuoso, la pared anterior de la cápsula del cristalino, el cristalino, la pared posterior de su cápsula y el cuerpo vítreo; pero si tenemos en cuenta que la córnea es una membrana de caras paralelas, á la cual limita por delante el líquido lagrimal y por detrás el humor acuoso; que el poder de refraccion de estos dos líquidos es con corta diferencia igual, y de consiguiente, que esta membrana no influye en el rayo luminoso á no ser desviándolo un poco paralelamente á sí mismo, podemos prescindir de la córnea como si el humor acuoso se extendiera hasta su superficie anterior. Por otra parte, como el cristalino y su cápsula tienen casi igual fuerza de refraccion, podemos tambien considerarlos como si fueran un solo cuerpo. Así, pues, los medios refringentes atravesados por la luz al penetrar en el ojo, son: el humor acuoso, el cristalino y el vítreo.

Con respecto á los índices de refraccion, las observaciones de Chossat y de Brewster dan los siguientes resultados :

	Chossat.	Brewster.
Aire..	1'—	1'—
Córnea.	1'33.	—
Humor acuoso.. . . .	1'33.	1'33
Cápsula del cristalino.. . . .	1'35.	—
Capa exterior del cristalino.. . . .	1'33.	1'37
Capa media del cristalino.. . . .	1'39.	1'37
Núcleo.	1'42.	1'39
Cuerpo vitreo.	1'33.	1'33
Cristalino en su totalidad.. . . .	—	1'38

Y como segun estos datos, de acuerdo con los obtenidos por Listing y otros fisiólogos, los índices de refraccion de la córnea, del humor acuoso y del cuerpo vitreo son casi iguales, pueden considerarse estos tres cuerpos como si fueran un solo medio homogéneo, dentro del cual se halla el cristalino, conservando la accion convergente que le es propia, por hallarse entre sustancias igualmente refringentes.

Si se tiene ahora en cuenta que el rayo luminoso atraviesa al penetrar en el ojo la superficie anterior de la córnea y la anterior y posterior del cristalino; que los rádios de curva de estas superficies son: el de la anterior de la córnea de ocho milímetros; el de la anterior del cristalino de diez; el de la posterior del mismo cristalino de seis; y por último, que entre la superficie anterior de la córnea y la anterior del cristalino media una distancia de cuatro milímetros, de otros cuatro entre la superficie anterior y la posterior del cristalino, y de trece próximamente entre la posterior del cristalino y la retina, puede deducirse fácilmente por el cálculo el punto donde se encuentra el centro óptico del ojo, considerado como lente refringente *compuesta*, y el punto correspondiente al foco de esta lente.

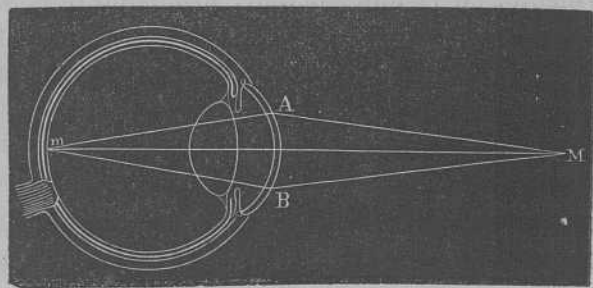
Sin entrar en detalles que no son indispensables diremos que, segun Listing y Helmholtz, el centro óptico del ojo se halla situado en su eje antero-posterior y en el interior del cristalino, en un punto próximo á su cara posterior. El foco coincide con la retina, hecha abstraccion de los casos en que es precisa la acomodacion del ojo para que esto se consiga, segun veremos mas adelante.

Con estos datos, considerando el aparato ocular como un instrumento de física; sus diferentes medios transparentes, córnea, humor acuoso, cristalino y cuerpo vítreo, como una lente convergente compuesta, y determinadas además las posiciones matemáticas del centro óptico y del foco de esta lente, es fácil darse cuenta de la marcha de los rayos luminosos y de la formacion de las imágenes, con solo recordar las leyes á que está sujeta la luz al atravesar las lentes convergentes.

En efecto, en la lente ocular, lo mismo que en las lentes ordinarias, la refraccion obedece á idénticos principios: los rayos incidentes que pasan de un medio menos refringente á otro mas refringente se acercan á la perpendicular tirada sobre el punto de incidencia; los rayos cuyas prolongaciones pasan por el centro óptico no cambian de direccion, y á semejanza de lo que entonces dijimos, se llama eje principal del ojo á la recta indefinida que pasa por el centro de la córnea y por el centro óptico, y eje secundario á toda recta que pasa por este centro sin tocar el de la córnea.

Por lo mismo, si el punto luminoso se halla sobre el eje principal del ojo, todos los rayos que caen oblicuamente sobre la córnea,—considerada, segun hemos dicho, como continuacion del humor acuoso, puesto que tiene el mismo índice de refraccion,—se refractan acercándose á la perpendicular levantada en el punto

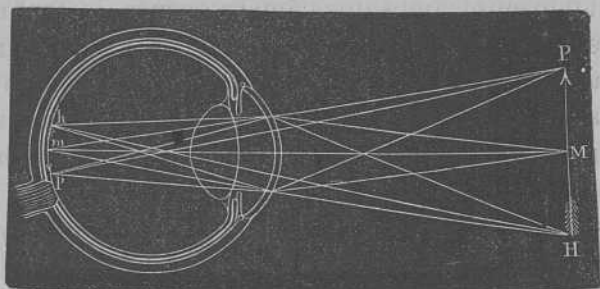
de incidencia, por pasar del aire á otro medio mas refringente, y de consiguiente se aproximan al eje principal. De estos rayos, unos encuentran en su camino la cara anterior del iris y son rechazados al exterior con arreglo á las leyes de reflexion, y otros atraviesan la pupila y se ponen en contacto con el cristalino. Al llegar á este punto, como el cristalino es mas refringente que el humor acuoso y que la córnea, se refractan de nuevo acercándose á la perpendicular levantada sobre el punto de incidencia, y por lo mismo acercándose aun mas al eje principal. De este modo llegan hasta la superficie posterior del cristalino, y como desde este punto pasan al cuerpo vítreo, que es menos refringente, sufren una nueva refraccion, alejándose, en este caso, de la perpendicular levantada en el punto de incidencia, pero *aproximándose tambien al eje principal*, donde se reunen en foco conjugado, formando la imágen del punto de que proceden.

FIGURA 16.^a

Mm eje principal. **M** punto luminoso sobre el eje principal. **MA** y **MB** rayos que caen oblicuamente sobre la superficie de la córnea. **Am** y **Bm** los mismos rayos refractados que se juntan al llegar al eje principal. **m** foco conjugado.

Cuando la luz procede á la vez de los diferentes puntos que constituyen un objeto, el hacecillo divergente que cada uno de estos puntos emite, forma sobre su eje

secundario, despues de la refraccion, un foco separado, segun hemos indicado ya; y como cada uno de estos focos representa el punto de que el hacesillo de luz procede, el conjunto de todos estos focos representa la imágen total del objeto luminoso. Además, como los ejes secundarios se cruzan en el centro óptico, resulta la imágen invertida lo mismo en el aparato ocular que en las lentes ordinarias.

FIGURA 17.^a

PMH hacesillos de luz que proceden de diferentes puntos de un mismo objeto lumino. **p** foco donde se reunen los rayos del hacesillo **P** sobre el eje secundario que pasa por el centro óptico. **m** foco donde se reunen los rayos del hacesillo **M** sobre el eje principal. **h** foco donde se reunen los rayos del hacesillo **H** sobre el eje secundario que pasa por el centro óptico. **pmh** conjunto de focos que pintan sobre la retina la imágen invertida.

La explicacion que acabamos de dar acerca de la marcha de los rayos luminosos y de la formacion de las imágenes en la retina, se halla confirmada por un experimento de Kepler, que han repetido despues todos los fisiólogos. Si se adelgaza la parte posterior de la esclerótica de un ojo de buey, quitando las capas superficiales hasta dejarla trasparente; si se la engasta en el orificio de una pantalla opaca, y se coloca delante del ojo así preparado una luz cualquiera, la imágen de esta luz se pinta invertida en la retina y puede verse por el observador, si se pone detrás de la pantalla, á través de la esclerótica.

CAPÍTULO IV.

Acomodacion del ojo á las distancias.

§ 8.º

Cuando empleamos una cámara oscura, instrumento que se parece mucho al aparato de la vision, puesto que tambien se compone de una lente convergente que imita al cristalino y de una pantalla donde se pintan las imágenes invertidas lo mismo que en la retina, es necesario, para que la imagen sea clara, que la referida pantalla se coloque en el foco mismo del instrumento, es decir, en el punto donde convergen y se reunen los rayos refractados por el objetivo. Y como este foco se aproxima á la lente cuando los objetos se alejan, ó se separa cuando se acercan, dentro de ciertos límites, segun hemos indicado anteriormente, es indispensable, si queremos que la imagen se pinte siempré con claridad, acercar la pantalla al objetivo cuando los objetos están lejos, ó alejarla cuando están cerca, único medio de que coincida con el vértice de los conos luminosos refractados.

En el ojo, la marcha de los rayos luminosos está sujeta á las mismas leyes; y como la retina no puede cambiar de lugar, ni aproximarse ó separarse del cristalino segun lo exija la posicion respectiva de los objetos; como por otra parte nosotros los vemos con la misma claridad aun cuando se hallen colocados á distancias muy diferentes, y como esto supone que la imagen coincide siempre con la superficie de la retina, porque solo esta membrana puede recibir la impresion de la luz, es absolutamente preciso que en el globo ocular se produzca alguna modificacion en virtud de la cual el foco se for-

me constantemente en el mismo sitio, cualquiera que sea la distancia á que se hallen los objetos. Al cambio que en este caso experimentan las partes constitutivas del ojo es á lo que se llama *acomodacion*. Pero este cambio, ¿es absolutamente indispensable como nosotros acabamos de suponer? Algunos autores aseguran lo contrario y conviene averiguar en qué se fundan. Según Magendie, si se coloca una luz delante del ojo de un conejo albino y se mira á través de la esclerótica, que en estos animales es casi trasparente, se vé pintada la imagen en el fondo del ojo, lo mismo cuando se aparta que cuando se aleja la luz, y como no es posible cambio fisiológico de ninguna clase en este órgano despues de separado del animal y de haber perdido su vitalidad, deduce que no se necesita para nada la acomodacion. Nosotros, sin embargo, no hemos obtenido los mismos resultados que Magendie, pues cuantas veces hemos repetido el experimento solo hemos visto una imagen confusa, cuyo sitio no nos ha sido posible precisar.

M. Du-Haldat cree tambien que la acomodacion no es necesaria, porque habiendo hecho servir el cristalino de un buey de objetivo de una cámara oscura, ha observado que las imágenes se pintaban en el mismo sitio, cualquiera que fuera la distancia de los objetos. Á pesar de todo, es fácil demostrar, repitiendo este experimento, que cuando los objetos están lejos solo se forman imágenes claras acercando la pantalla al objeto y alejándola cuando están cerca.

Otros fisiólogos sostienen que no es indispensable que las imágenes se formen en la superficie misma de la retina, porque esta membrana recibe la impresion con solo que se dibujen en un punto cualquiera del cuerpo vítreo. Pero si las imágenes pudieran impresionar la retina á distancia, con mayor razon la impresionarían los objetos de que proceden, y en este caso de nada ser-

virian las indicadas imágenes, ni los diferentes medios refringentes del aparato de la vision.

No es mas aceptable la opinion de Sturm, el cual, fundándose en que los medios refringentes del ojo están terminados por curvas parabólicas, deduce que los rayos refractados forman dos focos, quedando entre uno y otro un pequeño espacio ocupado por hacecillos luminosos que bastan para formar una imagen suficientemente clara si en alguno de los puntos de su longitud coinciden con la retina.

Los autores que acabamos de citar no son los únicos que participan de estas ideas; pero, á pesar de todo, hay ciertos hechos sencillísimos y fáciles de comprobar que demuestran, en nuestro concepto, la necesidad de la acomodacion.

Si se clavan dos alfileres, alineadas á distancias diferentes en una regla horizontal, mirando la que está mas cerca se la distingue perfectamente, mientras que la mas distante aparece nebulosa, porque acomodado el ojo á la distancia á que se encuentra la primera, la imagen de la segunda no puede formarse en la retina sino por *círculos de difusion*. Si en vez de fijar la vista en la que está mas próxima, la fijamos en la que está mas lejos, el ojo se acomoda á la distancia en que esta última se encuentra y la vemos con toda claridad, mientras que la otra apenas se distingue, porque su foco no coincide con la retina.

Si se mira detenidamente durante mucho rato un objeto muy próximo, la vista se cansa por el esfuerzo de acomodacion que es preciso efectuar, como sucede cuando miramos con el microscopio, y no solo se cansa, sino que es preciso que pase algun tiempo para ver con claridad los objetos lejanos, ó lo que es igual, para que se pueda efectuar el nuevo trabajo de acomodacion que en este caso se necesita. Los relojeros, los grabadores y

las demás personas que se sirven de una lente convergente para distinguir mejor los pequeños objetos sobre que tienen que fijar la vista, acomodan de tal modo el ojo para las distancias cortas, que llegan á ser míopes, es decir, que tienen que aproximar mucho los objetos para verlos con claridad, porque la facultad de acomodacion para las distancias largas desaparece casi por completo.

Otro experimento hay con el cual no solo se demuestra la acomodacion, sino las causas de que depende. Si se coloca una luz delante de un sugeto, á cierta distancia de su vista, y se le miran los ojos, se ven en cada uno de ellos tres imágenes de la llama: la primera, natural, formada por la reflexion de algunos rayos luminosos al llegar á la superficie anterior de la córnea; la segunda, natural tambien, formada por la reflexion que sufren otros al llegar á la superficie anterior del cristalino, y la tercera, brillante é invertida, formada por la reflexion que tiene lugar en su superficie posterior. En tal estado, se hace que el sugeto fije la vista en un objeto cercano, y entonces la segunda imagen disminuye de volúmen y se acerca á la primera, lo que indica que la superficie anterior del cristalino adquiere mayor convexidad y se inclina hácia adelante. Lo contrario sucede si el sugeto fija la vista en un objeto lejano, cuya circunstancia demuestra indudablemente que hay cambios de forma en los medios refringentes del ojo para acomodarse á las diferentes distancias, y que estos cambios consisten en que el cristalino aumenta de convexidad en la vision próxima y se aplanan cuando la vista se dirige á lo lejos.

Acaso se dirá que no debe ser esta la causa principal de la acomodacion, puesto que los operados de catarata pueden ver á distancias diferentes á pesar de la destruccion del cristalino; pero si se tiene en cuenta que aun

en el caso de recobrar la vista es siempre mas ó menos imperfecta, porque no se forman las imágenes en la retina sino por círculos de difusion, podremos asegurar con M. Graefe que cuando falta el cristalino ó cuando se hace mas denso á consecuencia de la edad, el ojo no puede acomodarse á las diferentes distancias y de consiguiente que la vista pierde su ordinaria claridad.

§ 9.º

Los cambios de forma que el cristalino experimenta se deben á la accion del músculo tensor de la coroides, llamado tambien ciliar y músculo de Brücke, compuesto de dos órdenes de fibras, las unas radiadas y las otras circulares. Estas últimas rodean el borde del cristalino; las radiadas se insertan, por delante, en el punto donde la membrana de Descemet pasa de la córnea al iris, se unen despues á los procesos ciliares y se pierden por detrás en las capas exteriores de la coroides. Al contraerse estas fibras radiadas, estiran la coroides hácia adelante comprimiendo en el mismo sentido el cuerpo vitreo y el cristalino; pero como este no puede hacerse sitio con libertad, y como por otra parte las fibras circulares le comprimen tambien por su borde, aumenta la convexidad de su cara anterior y de consiguiente su diámetro. El mismo pensamiento expresa Helmholtz cuando dice que el cristalino se aplana ó se hace convexo segun que la zona de Zinn esté distendida ó relajada por la accion del músculo ciliar.

La acomodacion ó adaptacion del ojo es completamente involuntaria y depende al parecer de un fenómeno reflejo. La confusion con que se percibe la imagen cuando hiere á la retina por círculos de difusion, provoca una accion refleja sobre los músculos ciliares que ocasiona su contraccion. Las fibras de estos músculos

son lisas y de consiguiente se contraen con cierta lentitud. El gánglio oftálmico se ha considerado como el *centro* de estos reflejos; pero parece mas probable que tenga su asiento en los tubérculos cuadrigéminos.

Hay quien sospecha que el iris contribuye tambien á la acomodacion; primero, porque la pupila se contrae cuando fijamos la vista en objetos muy próximos, y segundo, porque el haba de Calabar, que produce una acomodacion tetánica para las distancias cortas, disminuye igualmente el diámetro del orificio pupilar. No negaremos terminantemente esta influencia; pero citaremos un hecho que permite ponerla en duda. Agujereando una carta de manera que el orificio constituya una especie de pupila artificial de diámetro invariable y mirando á través de la misma, vemos claramente los objetos aunque se encuentren á distancias distintas, lo que no podria suceder si el iris interviniera directamente en el fenómeno que examinamos. Lo mas probable es, segun dijimos ya al hablar de esta membrana, que solo tiene por objeto impedir la entrada en el ojo á la luz que no es necesaria para la vision.

§ 10.

Límites de la acomodacion.—Miopia. Presbicia. Astigmatismo.—Acabamos de indicar que el ojo se acomoda á las distancias, de manera que las imágenes se dibujan siempre en la retina; pero esta acomodacion tiene límites que no es posible traspasar y que por otra parte varian mucho en los diferentes individuos segun sea el tamaño de los objetos y la intensidad de la luz. Los cuerpos luminosos situados en el espacio los percibimos á distancias casi infinitas; cuando leemos ó escribimos, suponiendo la vista natural, distinguimos las letras con claridad y sin esfuerzo á unos treinta centímetros, y

aunque podemos distinguir las si las aproximamos ó alejamos, las imágenes se van presentando cada vez mas confusas, hasta que llega un momento en que es imposible la lectura. Por regla general la acomodacion no es ya posible á una distancia menor de seis á ocho centímetros.

Miopia. — Hay sujetos en quienes, en el estado normal, el poder convergente de los medios transparentes del ojo es tan grande, que el foco se forma delante de la retina aun á las distancias ordinarias, y como en este caso las imágenes aparecen confusas, procuran relajar el tensor de la coroides para que disminuya la convexidad del cristalino; pero como la facultad de acomodacion tiene sus límites, cuando esta no es ya suficiente, se ven precisados á mirar los objetos *de cerca* á fin de que el foco *se aleje* y no se forme delante de la retina sino en la superficie de esta membrana, circunstancia indispensable para ver con claridad. Los sujetos en quienes se presenta este fenómeno se llaman *miopes*, y cuando leen, en vez de distinguir las letras sin esfuerzo á treinta centímetros, necesitan aproximarlas mas ó menos segun sea el grado de *miopia*, si bien hay casos en que solo pueden leer á un centímetro de distancia.

Hipermetropia. — Hay otros casos en que el poder convergente de los medios transparentes del ojo es tan pequeño, que el foco se forma detrás de la retina á las distancias ordinarias, y aunque se procure contraer el tensor de la coroides para aumentar la convexidad del cristalino, como la facultad de acomodacion tiene sus límites, es preciso mirar los objetos *de lejos* á fin de que el foco *se acerque* y coincida con la superficie de la retina para que las imágenes se perciban con claridad. Á los sujetos en quienes se presenta este fenómeno se les llama *hipermétropes*, y la *hipermetropia* es á veces tan considerable, que para distinguir las letras de un libro

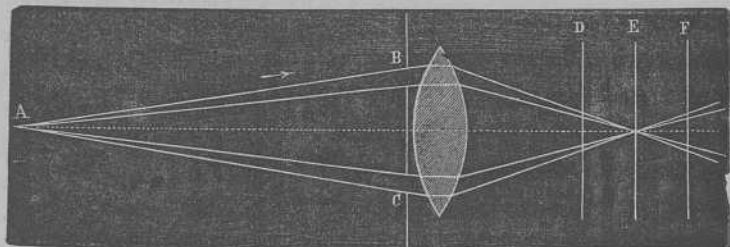
es indispensable colocarlo á setenta ú ochenta centímetros de distancia.

La hipermetropía que no depende de la falta del poder convergente de los medios transparentes del ojo, sino de la disminucion que experimenta, con el progreso de la edad, la facultad de acomodacion para los objetos cercanos, se llama *presbicia*. La presbicia y la hipermetropía producen los mismos efectos, aunque sostenidos por causas diferentes.

Como la miopía depende de la excesiva convexidad de los medios transparentes del ojo, y principalmente del cristalino, puede neutralizarse su influencia usando anteojos cóncavos; y estando la presbicia sostenida por una causa contraria, pueden corregirse sus efectos con el uso de anteojos convexos.

Para apreciar con la exactitud posible el grado de miopía ó de presbicia, y de consiguiente el de convergencia ó de divergencia que, segun las circunstancias, deben tener los anteojos, conviene emplear el *optómetro*. Consiste este sencillo aparato en un diafragma de cartulina con dos pequeñas aberturas en una misma línea horizontal y cuya distancia entre sí es menor que el diámetro de la pupila. A través de estas aberturas se mira un objeto, que suele ser una línea vertical, negra, trazada en un plano blanco, dispuesto de manera que pueda aproximarse ó alejarse, moviéndole sobre una regla graduada. Cuando la línea negra está colocada á la distancia de la vista natural, es decir, en el límite de la vision distinta, se vé sencilla, porque los conos luminosos que penetran en el ojo por los pequeños orificios del diafragma forman el foco en la superficie de la retina; pero cuando se acerca ó se separa, esto es, cuando no está en el límite de la vision distinta, los indicados conos forman el foco delante ó detrás de la retina, y como esta membrana recibe en este caso dos

circulos de difusion, se producen dos imágenes confusas y de consiguiente la línea negra se vé doble. Ahora, como por medio de la regla graduada se mide la distancia á que cada uno necesita colocar el objeto para verlo sencillo, esta distancia, mayor ó menor segun los casos, indica los grados de miopia ó de presbicia.

FIGURA 18.^a

A punto del objeto de donde parte la luz. BC pequeños conos luminosos que penetran en el ojo por los orificios del diafragma. E retina en cuya superficie se forma el foco cuando el objeto está en el limite de la vision distinta. D retina en la que se proyectan dos circulos de difusion cuando el objeto está mas cerca y el foco se forma detrás de ella. F retina en la que tambien se proyectan dos circulos de difusion cuando el foco se forma delante por estar lejos el objeto.

Toda vez que con el optómetro puede medirse con rigurosa exactitud el limite de la vision distinta, no solo sirve para apreciar los diferentes grados de miopia y de presbicia y para elegir con acierto las lentes ó los anteojos que convienen á fin de corregir sus efectos, sino para distinguir si estas alteraciones son verdaderas ó simuladas, razon por la cual Mr. Ruete ha propuesto el empleo de este aparato en los reconocimientos que se verifican para el reemplazo del ejército.

Mr. Donders cree que la diferencia de longitud del eje ocular es la que produce la miopia ó la presbicia, siendo mas largo en los míopes y mas corto en los présbitas que en los que tienen la vista natural. Por su parte Mr. Muller sospecha que la causa principal con-

siste en la imposibilidad de acomodarse el ojo á las diferentes distancias, por impotencia en los medios regulares de adaptacion. Estas opiniones quedan refutadas con solo tener presentes los resultados que se obtienen con el uso de anteojos á propósito, es decir, corrigiendo artificialmente el exceso ó la falta de refrangibilidad de los medios transparentes del ojo, en cuyo caso, los míopes, lo mismo que los présbitas, no solo ven con claridad á la distancia ordinaria, sino á otras diferentes, lo que prueba que la acomodacion se verifica con regularidad.

Por lo demás, si necesitáramos una nueva prueba de que las irregularidades de la vista que estamos examinando dependen del exceso ó de la falta de refringencia de los medios transparentes, la tendríamos en que un mismo ojo puede ser á la vez emétrope, es decir, de vista natural, y míope ó présbita, si los diferentes meridianos en que podemos suponerlo dividido, tienen distintos grados de refrangibilidad. Este trastorno singular conocido con el nombre de *astigmatismo*, merece fijar un momento la atencion.

Astigmatismo.—Suponiendo dividido el ojo por dos meridianos perpendiculares entre sí, cabe en lo posible que las partes transparentes comprendidas en el meridiano vertical tengan mayor grado de refraccion que las situadas en el meridiano horizontal; y como en este caso, los rayos luminosos que pasen por el meridiano vertical serán refractados con mayor intensidad que los otros, podrán formar foco delante de la retina, y de consiguiente el ojo podrá ser míope en esta parte siendo présbita ó siendo emétrope en todas las demás.

El descubrimiento de esta afeccion se debe en parte á Young, quien, en 1801, notó en sí mismo, mirando con el óptómetro, que el punto de su vision distinta era diferente segun que los pequeños orificios del dia-

fragma estaban dispuestos en sentido horizontal ó vertical. Helmholtz, Knapp y Donders han completado despues con observaciones prácticas numerosas la explicacion de un fenómeno que Young atribuyó á una posicion oblicua del cristalino, dependiente de una anomalía en su aparato ocular.

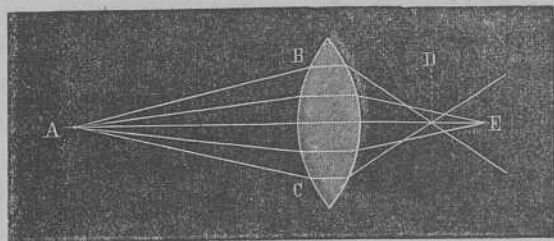
El astigmatismo se observa en un considerable número de individuos; pero tiene de ordinario tan poca importancia, que pasa desapercibido. Cuando adquiere mayores proporciones perturba considerablemente la vision, aunque en la generalidad de los casos puede corregirse fácilmente.

El astigmatismo se divide en regular é irregular. Llámase regular al que acabamos de describir, es decir, al que depende de la diferente corvadura ó de la diferente refrangibilidad de los meridianos del ojo, entre los que los principales son el vertical y el horizontal. Para corregirlo se emplean anteojos con cristales mas fuertes en una de estas direcciones que en la otra, ó que tengan la corvadura solo en un sentido, esto es, se usan cristales de superficie cilindrica. Se llama irregular, al que depende de la diferente convadura ó fuerza refringente de las partes del ojo comprendidas en el mismo meridiano, y en este caso la correccion por medio de anteojos es imposible.

Como el astigmatismo puede presentarse lo mismo en un miope que en un présbita, y como, segun hemos dicho, hay casos en que el ojo es natural en todos los meridianos, excepto en el astigmático, se presentan numerosas variedades de astigmatismo que el médico práctico necesita conocer, para lo que recomendamos los interesantes artículos que acerca de este particular ha publicado nuestro amigo el Dr. Carreras en el *Compilador Médico*.

§ 11.

Aberracion de esfericidad.—Puesto que, segun hemos indicado anteriormente, existe una relacion constante entre el seno del ángulo de incidencia y el del ángulo de refraccion, los rayos luminosos que, partiendo de un mismo punto, caen sobre las partes marginales de una lente bi-convexa, experimentan una refraccion mayor que los que se hallan en la proximidad del eje, toda vez que aquellos son mas oblicuos que estos últimos, y de consiguiente los unos forman el foco en un punto diferente de los otros. Este fenómeno, conocido con el nombre de *aberracion de esfericidad*, dá lugar á que las imágenes aparezcan algo confusas, y en los instrumentos de fisica se corrige este defecto por medio de diafragmas que impiden el acceso de los rayos marginales, permitiendo pasar únicamente los que van á caer en la proximidad del eje donde la aberracion de esfericidad es casi nula.

FIGURA 19.^a

A punto de partida de los rayos luminosos. **AB** y **AC** rayos marginales que son refractados con mas intensidad y forman el foco en **D**. **E** punto donde forman el foco los demás rayos.

Si en el aparato ocular existiera la aberracion de esfericidad como en las demás lentes, la vision seria confusa, puesto que uno de los focos, el de los rayos marginales ó el de los rayos centrales, solo coincidiria con

la retina por círculos de difusión; pero el ojo es una lente aplanética, es decir, de constitucion tan perfecta, que todos los rayos que la atraviesan convergen en un mismo foco. Para que esto se consiga con mayor seguridad, la naturaleza emplea tres medios diferentes: en primer lugar, el iris sirve de diafragma y cubre parte de la circunferencia del cristalino, aun en los casos en que la pupila está muy dilatada, oponiéndose á la entrada de los rayos marginales mas excéntricos; en segundo lugar, como las superficies del cristalino son elipsoides, su convexidad disminuye hácia los bordes y su menor convergencia en este punto compensa en parte el exceso de refraccion á que por su oblicuidad están sujetos los rayos marginales, y en tercer lugar, esta compensacion se completa, porque el cristalino está compuesto de capas concéntricas, cuyo número es menor en los bordes que en el centro, y de consiguiente su fuerza refringente disminuye desde el núcleo central á la circunferencia. No debe causarnos sorpresa, por lo mismo, que todos los rayos que atraviesan el cristalino converjan en el mismo foco, ni que las imágenes se dibujen con perfeccion sobre la retina, porque así es preciso que suceda con arreglo á las leyes de la refraccion, á pesar de la diferente oblicuidad con que penetran en el ojo.

§ 12.

Aberracion de refrangibilidad ó cromatismo.—La luz blanca se descompone en siete colores primitivos al atravesar cuerpos trasparentes cuyas superficies opuestas no sean paralelas, porque cada uno de los elementos luminosos de que consta, posee una refrangibilidad diferente. Este fenómeno se llama cromatismo, y como en las lentes ordinarias bi-convexas, aunque sus caras

son casi paralelas en las inmediaciones del eje, se van separando del paralelismo á medida que se aproximan á los bordes, descomponen la luz que por ellos pasa, dando lugar á la aparicion de los colores del espectro solar en los contornos de las imágenes que forman. Por eso, al mirar un objeto con anteojos de teatro, ó de larga vista, cuyas lentes no sean acromáticas, los vemos como irisados de colores diferentes en su circunferencia. Este defecto se corrige en los instrumentos de óptica, asociando las lentes de flint-glass, en cuya composición entra el plomo, con las de crown-glass, que no lo contienen, y se llaman en este caso acromáticas porque destruyen el cromatismo ó la coloracion irisada que se produce sin esta modificacion.

En el ojo, á pesar de representar una lente bi-convexa, se forman las imágenes sin dispersion de colores en sus contornos, lo que indica que el aparato ocular es perfectamente acromático. Este resultado se debe á la influencia de las mismas causas que impiden la aberracion de esfericidad de que antes hemos hablado. En primer lugar, el iris se opone á que los rayos se dirijan á las márgenes del cristalino, y como los que penetran por la intermediacion de su eje encuentran superficies casi paralelas, no experimentan la dispersion de sus elementos luminosos; y en segundo lugar, las diferencias de corvadura y de densidad de los medios transparentes del ojo contribuyen al mismo resultado.

Además, aun en el caso de que no existiera ninguna de estas circunstancias, el ojo seria acromático, porque con los medios de acomodacion de que dispone, evitaria los efectos de la dispersion de la luz. Supongamos que esta se descompone en sus siete colores primitivos que, por su orden de refrangibilidad, de menor á mayor, son: el rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violado, y de consiguiente que del punto del objeto de que pro-

cede la luz blanca se forman en el ojo una série de imágenes sucesivas en vez de una sola: la primera por los rayos violáceos que son los mas refrangibles; la segunda por los de color de añil que siguen en órden de refrangibilidad, y la última por los rayos rojos que son los que menos se refractan. Estando el objeto en el limite de la vision distinta y por lo tanto acomodado el ojo á la distancia natural, la única de estas imágenes que caerá sobre la retina será la que se halle en medio de las otras, es decir, la de color verde, y las demás, que por exceso ó por falta de refraccion se dibujan antes ó despues de la retina, formarán dos círculos de difusion con sus colores respectivos; pero como estos círculos se cubrirán en parte por sus bordes, los colores complementarios caerán los unos sobre los otros, y combinándose, resultará la luz blanca, y se obtendrá en definitiva una imagen nítida sin irisacion en su contorno.

Algunos fisiólogos aseguran que el ojo no es acromático, porque un círculo de papel blanco sobre fondo negro aparece confuso y con sus bordes coloreados, con tal que no fijemos la vista en el papel sino en un punto cualquiera del espacio que en línea recta le separa del observador. Este experimento trivial, que cualquiera puede repetir, probará, á lo mas, que cuando los ojos no se hallan en sus condiciones regulares, cuando dislocamos, por decirlo así, la posicion respectiva de sus partes componentes, esforzándonos *en ver un objeto sin mirarle*, como dice Beclard, aparecen las zonas coloreadas; pero por lo mismo, este hecho probará tambien, si esto necesitara demostrarse, que en circunstancias regulares los ojos son perfectamente acromáticos.

§ 13.

Partes del ojo encargadas de recibir la impresion de la luz.—De los datos expuestos anteriormente se deduce

que para ver los objetos con claridad es preciso que su imágen se forme en la retina. Esta circunstancia, la estructura esencialmente nerviosa de la indicada membrana y su comunicacion directa con el cerebro por medio del nervio óptico, indican bien que está destinada á recibir las impresiones luminosas. Pero, ¿es la retina igualmente sensible en todos los puntos de su superficie? ¿Hay alguno de sus elementos anatómicos con influencia mas directa que los otros en los fenómenos de la vision? Al parecer, y segun indican los hechos que vamos á exponer, las únicas terminaciones nerviosas directamente excitables por las vibraciones del éter, son los conos y los bastoncillos, sin que las demás porciones de la retina constituidas por la expansion del nervio óptico sean capaces de recibir las impresiones luminosas.

En primer lugar, la parte de la retina que corresponde al punto de union con el nervio óptico, compuesta solo de fibras nerviosas, sin conos ni bastoncillos, es insensible á la luz, y se la designa por esta razon con el nombre de *punctum cæcum* ó *mancha oscura de Mariotte*. Se demuestra la insensibilidad de la retina en este sitio colocándose el observador frente á un cuadro negro en el que haya, á la misma altura y á quince centímetros de distancia, dos círculos blancos de tres centímetros de radio. Mirando el círculo de la derecha con el ojo izquierdo, teniendo cerrado el derecho, se distinguen los dos círculos con claridad; pero á cierta distancia, cuando la proyeccion de los rayos del círculo de la izquierda corresponde al *punctum cæcum*, este círculo deja de ser visible y solo se percibe el de la derecha. Podria quizás sospecharse que la insensibilidad de la retina en el *punctum cæcum*, depende de la falta de la coroides perforada en este sitio para dar paso al nervio óptico y de que la luz es, de consiguiente, reflejada perjudicando la formacion de las imágenes y la claridad de la vision;

pero esto supondría que en todos los demás puntos donde no falta la coroides y donde la luz puede ser absorbida por su pigmento, conserva la retina igual sensibilidad, y no obstante sucede lo contrario.

En efecto, la *fovea centralis* y la mancha amarilla que la rodea son los dos puntos en que las impresiones se perciben con mayor facilidad, dando lugar á que la vista sea mas clara y penetrante, y por eso nunca vemos mejor los objetos que cuando los miramos fijamente, en cuyo caso sus imágenes caen sobre la *fovea centralis* por hallarse casi exactamente á la extremidad de la línea visual. Este hecho demuestra tambien la importancia de los conos y de los bastoncillos, porque así como no existen en el *punctum cæcum*, donde la retina es insensible, así en la *fovea centralis* y en la mancha amarilla, donde la sensibilidad es tan completa, constituyen el único modo de terminacion de las fibrillas del nervio óptico, disminuyendo su número en los demás puntos de la retina, en que es menor la sensibilidad de esta membrana.

Se demuestra por último que los conos y los bastoncillos son los elementos sensibles á la luz, porque puede ser percibida la sombra proyectada sobre ellos por los vasos de la retina, en las circunstancias que indicaremos al hablar de los fenómenos *entópticos*, dando lugar á que un sugeto vea en sí mismo y sin auxilio de ningun aparato extraño, los vasos sanguíneos que se distribuyen en su retina.

Aunque los conos y los bastoncillos sean la única forma de terminacion nerviosa impresionable por las vibraciones del éter, toda excitacion mecánica ó química, etc., en un punto cualquiera del nervio óptico ó de sus terminaciones, produce la sensacion de la luz, sensacion que, como dice Hermann, constituye la *energía específica* de este nervio. Por eso una contusion cual-

quiera, y hasta el solo contacto de la sangre comprimiendo la retina en algunos estados patológicos, pueden dar lugar á que se produzcan como ráfagas luminosas y otras sensaciones puramente *subjetivas*.

Segun la opinion de M. Schultze, de acuerdo con la de Young, y fundada en las investigaciones anatómicas mas recientes, los conos están principalmente destinados á recibir la impresion producida por los colores.

Sabemos, en efecto, que la luz blanca puede descomponerse en cierto número de colores llamados *simples*. La vista distingue perfectamente los unos de los otros, y para esto es preciso, ó que en la retina haya terminaciones nerviosas diferentes, cada una de las cuales solo pueda ser excitada por un color particular, ó que haya una sola terminacion nerviosa á la cual impresionen todos los colores, aunque cada uno con su forma especial de excitacion. Hasta aquí es casi indiferente aceptar una ú otra teoria; pero la cuestion es tanto mas difícil de resolver cuanto mas detenidamente se la estudia, segun vamos á demostrar.

Los colores simples, mezclados entre si, producen otros que se llaman *mixtos*, los cuales, segun Helmholtz, resultan de las combinaciones siguientes:

Rojo y violeta forman.	<i>púrpura.</i>
Rojo y azul »	<i>rosa.</i>
Rojo y verde »	<i>amarillo mate.</i>
Rojo y amarillo »	<i>anaranjado.</i>
Verde y azul »	<i>azul verdoso.</i>
Amarillo y violeta »	<i>rosa.</i>
Amarillo y verde »	<i>amarillo verdoso.</i>
Verde y violeta »	<i>azul pálido.</i>
Azul y violeta »	<i>azul de añil.</i>

Sentado esto, veamos las particularidades á que dan lugar cualquiera de estos colores, el púrpura por ejemplo. Si los rayos que penetran en el ojo tienen este color

como resultado de la mezcla del rojo y del violeta antes de su llegada al aparato ocular, percibimos el color de púrpura. Si los conos luminosos que penetran en el ojo son el uno rojo y violáceo el otro, lo cual se consigue mirando á través del diafragma de un optómetro en cuyas aberturas se hayan puesto dos cristales, uno de cada color, percibimos, lo mismo que en el caso anterior, el color púrpura acomodando la vista de manera que los círculos de difusión de estos conos se cubran en parte. Si no penetra en el ojo mas que un solo cono luminoso de color rojo, y le hacemos desaparecer al poco rato, sustituyéndolo con otro de color violeta cuando todavía no se haya extinguido en la retina la excitación producida por el primero, percibimos también, lo mismo que en los casos anteriores, el color púrpura. Por último, si la retina derecha recibe un cono luminoso de color rojo y la izquierda otro de color violeta de manera que vayan á parar á lo que en cada una de las retinas se llaman *puntos idénticos*, percibimos asimismo el color púrpura sin que tengamos conciencia del rojo ni del violeta, que son sus colores *componentes*.

Lo que sucede con los colores mixtos sucede también con los llamados *complementarios*. Si dos colores simples dan el blanco como color resultante de su mezcla, se llama al uno color *complementario* del otro: así, el amarillo es complementario del violeta, el anaranjado del azul y el rojo del verde. Los colores mixtos, mezclados entre sí, ó con ciertos colores simples, pueden, en algunos casos, dar lugar al blanco. Pues bien, cuando dos conos luminosos cuyo color es complementario el uno del otro, como el azul y el anaranjado, se reúnen antes de penetrar en el ojo, el color que percibimos es blanco. Si los rayos complementarios penetran en el ojo separadamente, pero al mismo tiempo, y adaptamos la vista á la distancia de que proceden, el color que

percibimos es tambien blanco: si penetran separadamente, de modo que el uno no impresione la retina sino cuando el otro ha desaparecido, pero mientras dura todavía el efecto de su excitacion, que suele ser un tercio de segundo, el color que percibimos es asimismo blanco; y cuando un color complementario se dirige á la retina derecha y el otro á la izquierda, correspondiendo á puntos idénticos de las dos retinas, el color que percibimos es blanco, lo mismo que en los casos anteriores.

Estos fenómenos, difíciles siempre de explicar, parece que se comprenden mejor si admitimos que en cada cono hay, no una sola, sino varias terminaciones de fibrillas nerviosas diferentes, cada una de las cuales, excitada por un color particular, trasmite al cerebro la impresion que ha recibido; y como al fin todos los colores conocidos pueden reducirse á tres fundamentales, el rojo, el amarillo y el azul, con los que se forman los demás, combinándolos de diferente manera, podria sospecharse que en cada cono de la retina hay, cuando menos, tres elementos nerviosos distintos, uno para cada color fundamental.

Aun cuando esta explicacion dista mucho de ser satisfactoria, no puede desconocerse que tiene gran número de hechos en su apoyo. En primer lugar, los conos de la retina, á los que se atribuye la facultad de percibir los colores, están formados por la reunion de cierto número de cilindro-ejes muy finos, cada uno de los cuales puede considerarse como una terminacion nerviosa elemental. En segundo lugar, la facultad de percibir los colores es mayor en la *fovea centralis*, donde el número de conos es mas considerable; disminuye hácia la periferia de la retina, donde su número es menor, y es casi nula en sus bordes, donde ó faltan ó están muy separados. En tercer lugar, las aves nocturnas que no necesitan distinguir los colores no tienen conos,

sino bastoncillos, elementos nerviosos mas sencillos que se trasforman en un solo cilindro-eje, destinados al parecer á medir la intensidad de la luz; y en cuarto lugar, hay enfermedades de la vista,—*daltonismo*, *dis-cromatopsia*,—caracterizadas por la imposibilidad de percibir, los que las padecen, alguno de los colores fundamentales, si bien conservan la facultad de distinguir los demás. Si el daltonismo se limita al color rojo, como frecuentemente sucede, todos los colores rojos parecen negros, y un color mixto, el púrpura, por ejemplo, en cuya composicion entra el rojo y el violeta, se vé de color violeta, puesto que el rojo no se puede percibir.

Además de estos hechos, hay otra circunstancia digna de tenerse en cuenta. En la retina de las aves no existen conos; pero cada tres ó cuatro bastoncillos reunidos corresponden á lo que es un cono en el hombre, con la particularidad de que estos bastoncillos contienen entre sus partes interna y externa una bolita grasosa, roja en unos, amarilla en otros y en otros blanca, lo que dá lugar á sospechar que los primeros sirven para la percepcion de la luz roja, los segundos de la amarilla, y acaso de la azul los terceros. El buho, el mochuelo y otras aves nocturnas carecen de estos bastoncillos de color.

De los hechos precedentes puede deducirse, por mas que no sea una cosa completamente demostrada, que los conos y los bastoncillos son los elementos de la retina sensibles á las vibraciones del éter: que los primeros están principalmente destinados en el hombre á la percepcion de los colores y que los segundos tienen por objeto apreciar la intensidad de la luz. Draper, sin embargo, sostiene que al absorber la coroides los rayos luminosos los transforma en calor como todos los cuerpos negros; que los rayos rojos desprenden mas canti-

dad de calórico que los amarillos y estos mas que los azules, dependiendo la diversidad de los colores, de la diferente impresion que en cada uno de estos casos recibe la retina.

§ 14.

Hemos dicho que las imágenes se pintan invertidas en la retina, y como á pesar de esta circunstancia vemos siempre los objetos en su posicion natural, ha sido preciso averiguar las causas de que depende este fenómeno.

Lecat y otros fisiólogos supusieron que desde el momento de nacer vemos los objetos invertidos, y que este defecto de la vista se vá corrigiendo insensiblemente á medida que el tacto nos enseña su verdadera posicion. La insuficiencia de esta teoría, por mas ingeniosa que parezca, queda demostrada con solo recordar que, cuando los ciegos de nacimiento recobran la vista en una edad mas ó menos avanzada, ven los objetos desde el primer instante en su posicion natural, sin necesidad de aprendizaje ni de que el tacto les vaya suministrando datos para corregir un error que no existe.

Berkeley sostuvo que, viéndose todos los objetos invertidos y conservando cada uno su verdadera posicion con respecto á los demás, nada cambiaba en la situacion de la naturaleza y de consiguiente todo lo veiamos en su posicion natural. Esta doctrina, aunque adoptada por Muller y otros fisiólogos de talento, no resiste al mas ligero exámen. Nosotros no vemos los objetos invertidos, *sin advertirlo*, que es lo que viene á decir Berkeley, pues, cerrando los ojos, no solo conocemos por medio del tacto la posicion respectiva de las diferentes partes de nuestro cuerpo, sino la que tienen los objetos que nos rodean con relacion á la nuestra. La nocion

que de este modo adquirimos acerca de la extension, forma y posicion de los cuerpos nos dice, sin necesidad de la vista, que la cabeza la tenemos en la parte superior y nos dice al mismo tiempo que los demás hombres no la tienen en la parte correspondiente á nuestros piés. Pues esta nocion, confirmada en todas sus partes por el sentido de la vista, es la que nos permite asegurar que no vemos los objetos invertidos, sino como en realidad están. Ahora bien, ¿en qué consiste que los veamos en su posicion natural pintándose invertidas las imágenes en la retina?

Longet asegura que cuando los rayos luminosos atraviesan el espesor de la retina despues de haberse cruzado en el centro óptico, excitan las partículas nerviosas que encuentran en su camino, y que estas diferentes partículas, dispuestas á manera de mosaico, transmiten al sensorio impresiones distintas, de donde resulta el conocimiento de la verdadera direccion de los rayos luminosos, y de ahí el que se vean los objetos *derechos* á pesar de la inversion de sus imágenes.

Muy parecida es la opinion de J. Beclard: dice este sábio fisiólogo que «una vez producida la impresion, la retina trasmite al encéfalo la nocion de la *direccion* de los rayos luminosos que vienen á impresionar cada una de sus partes elementales. La impresion del rayo de luz tiene lugar en todo el grueso de esta membrana desde la cara posterior del cuerpo vítreo hasta la coroides barnizada de su pigmento. La impresion por consecuencia no se verifica en una superficie matemática. Aunque la retina sea muy delgada, la impresion se verifica en la direccion de una línea que atraviesa el grueso de esta membrana, y que indica la *direccion lineal* del rayo de luz. En esta direccion es llevado cada rayo luminoso que impresiona la retina. Así es como vemos los objetos tales como son realmente, esto es,

»tales como el tacto nos los muestra relativamente á las
»partes de nuestro cuerpo. En una palabra, vemos los
»objetos derechos, *porque vemos cada uno de sus puntos*
»*en la direccion de los rayos luminosos que impresionan*
»*la retina.*»

Por nuestra parte nos limitamos á consignar estas opiniones sin aceptarlas ni rechazarlas. Creemos que en las dos hay un fondo de verdad; pero se nos figura que lo que se intenta explicar se comprenderia mas fácilmente con un ejemplo trivial. Aunque en lenguaje figurado, decimos con frecuencia que las imágenes se graban en la retina. Pues bien, así como es preciso, para que un grabado *salga derecho*, que el dibujo esculpido en la plancha esté invertido, así es preciso tambien que las imágenes se pinten invertidas en la retina para que los objetos puedan verse en su posicion natural.

§ 15.

Relacion entre las dimensiones de la imagen y la percepcion de los objetos.—Es cosa de todos conocida que distinguimos con dificultad los objetos que están muy lejos, y que los muy pequeños son del todo invisibles, cualquiera que sea la distancia que los separe de nosotros. Por otra parte, como podemos ver con claridad los indicados objetos sirviéndonos de un anteojó de larga vista en el primer caso y de un microscopio en el segundo, y como ni el anteojó ni el microscopio producen otro efecto que el de aumentar el tamaño de las imágenes que se forman en la retina, parece lógico deducir que la limitacion de nuestra vista en las circunstancias indicadas no depende de la falta de luz, ni de la insuficiencia de los medios de acomodacion del ojo, ni de que los rayos dejen de experimentar las refracciones ordinarias hasta formar la imagen, sino de que esta imá-

gen es demasiado pequeña para que pueda producir una impresion clara y distinta.

Se sabe, en efecto, que las dimensiones de la imagen que se forma en la retina están determinadas por el mayor ó menor grado de abertura del ángulo visual, es decir, del ángulo formado en el centro óptico del ojo por los rayos que proceden de las extremidades del objeto, y como este ángulo es tanto mas pequeño cuanto menor es el referido objeto, ó cuanto mas apartado está, puede ocurrir que la imagen formada en la retina sea de extraordinaria pequeñez.

Ahora, si queremos averiguar la causa de que las imágenes muy pequeñas no sean perceptibles, la cuestion ofrece mayores dificultades. Segun hemos dicho, los elementos sensibles de la retina son los conos y los bastoncillos, cuyo diámetro no excede de dos milésimos de milímetro. Es natural que cada uno de estos elementos trasmita al cerebro una sola impresion en un mismo tiempo, porque de otro modo no podria percibirse con claridad, y de consiguiente es natural tambien que cuando uno de estos elementos recibe y trasmite dos impresiones diferentes á la vez, la una destruya el efecto de la otra haciendo imposible ó muy difícil la vision. Aceptada esta base, se comprende que los objetos se vean mas clara y distintamente cuando su imagen se dibuje en la fovea centralis ó en la mancha amarilla que cuando se forme en los demás puntos de la retina, porque siendo allí mucho mayor el número de elementos sensibles, y estando encargado cada uno de transmitir al cerebro la impresion de la parte de la imagen que le corresponde, no hay, por decirlo así, ningun detalle de la misma que no sea percibido. Se concibe tambien que cuando los objetos están á una distancia regular, los veamos mucho mejor que cuando están lejos, porque formándose en el primer caso una imagen mayor, impre-

siona tambien mayor número de elementos nerviosos, y como cada uno de ellos trasmite la impresion de una parte distinta de la imágen, esta es percibida en la totalidad de las partes que la componen. En el segundo caso, cuando los objetos están lejos, la imágen que se produce es muy pequeña, y como son pocos los elementos nerviosos impresionados, son pocas las partes de la misma percibidas, resultando que su conjunto se distingue confusamente; y se comprende, por último, que cuando, por ser los objetos muy pequeños ó por estar muy lejos, formen una imágen de diámetro igual ó menor que el de los bastoncillos, es decir, de dos milésimos de milímetro ó algo menos, no pueda impresionar diferentes elementos á la vez, sino uno solo, el cual transmitirá á un tiempo las impresiones producidas por las distintas partes de la imágen, y como cuando esto sucede las unas destruyen el efecto de las otras, no será percibida ninguna y el objeto permanecerá invisible.

Aunque esta teoría se funda en una base que no está suficientemente demostrada, y aunque tampoco explica ni resuelve todas las dificultades, preciso es confesar que se acomoda á la mayor parte de los hechos que se refieren á la misma. En primer lugar, es notable la relacion que existe entre las dimensiones de la imágen *visible* y las de los elementos nerviosos de que la retina se compone; en segundo, la experiencia demuestra que los objetos no son visibles, para la generalidad de las personas, cuando tienen una dimension menor de cuatro centésimos de milímetro, en cuyo caso la imágen que forman es, con corta diferencia, de dos milésimos de milímetro, dada la distancia á que los referidos objetos se colocan para verlos distintamente y la que hay desde el centro óptico del ojo á la retina. En tercer lugar, es notable la coincidencia de que los objetos no sean visibles precisamente cuando sus imágenes tienen una dimension igual á la

de los elementos sensibles de la retina, esto es, cuando por su pequeñez no pueden excitar á un tiempo mas que á un solo bastoncillo; y en cuarto lugar, la experiencia demuestra igualmente que si mezclamos dos sustancias de distinto color cuyas moléculas tengan un diámetro menor de cuatro centésimos de milímetro, no las vemos mirándolas separadamente, así como tampoco distinguimos el color correspondiente á cada una, sino el color mixto que resulta de su mezcla, cuando se hallan reunidas formando un conjunto mas ó menos voluminoso.

§ 16.

Absorcion de la luz despues de formadas las imágenes.
Oftalmómetro.—Los rayos luminosos que por su reunion en la retina contribuyen á la formacion de las imágenes atraviesan esta membrana despues de haber provocado la excitacion indispensable para que tenga efecto la vision y caen sobre la coroides revestida de su pigmento, donde son absorbidos casi en su totalidad. La pequeña porcion de los mismos que no desaparece de este modo es reflejada y sale al exterior, con sujecion á las leyes ópticas conocidas, permitiéndonos distinguir, en algunos casos, hasta el fondo del ojo con los vasos que se distribuyen en la retina.

Para conseguir esto con mayor facilidad, es preciso emplear un pequeño instrumento designado con el nombre de *oftalmómetro*. El mas sencillo de los que se conocen se reduce á un espejo, ligeramente cóncavo, que recibe la luz de una bujía para dirigirla por reflexion hácia el ojo que se examina. El espejo tiene en su centro una pequeña abertura, á través de la cual mira el observador recibiendo los rayos que vuelven reflejados por no haber sido absorbidos. Si en esta abertura se coloca una lente que amplifique los objetos, no solo se

vé el fondo del ojo iluminado, sino que se obtiene una imagen perceptible de la retina.

Desmoulins y Rouget no solo no admiten la absorcion de la luz por la coroides, sino que, en su opinion, los rayos luminosos atraviesan todas las capas de la retina y llegan hasta la coroides sin haber provocado la menor impresion, ni aun en los conos y bastoncillos á los cuales suponen completamente insensibles en toda su superficie externa. Despues de haber atravesado la luz todo el espesor de la retina, es *reflejada* por la coroides en la direccion del eje de los conos y de los bastoncillos, y al penetrar en el interior de los mismos, el movimiento luminoso ó las vibraciones del éter se *transforman* en movimiento nervioso ó vibracion nerviosa y se realiza la impresion que no habia tenido lugar hasta entonces.

Esta opinion, aunque patrocinada por eminentes profesores, debe sin embargo acogerse con mucha desconfianza. Cuesta efectivamente trabajo comprender que la superficie negra y rugosa de la coroides pueda conducirse á la manera de un espejo reflector; y no se comprende tampoco el verdadero objeto de esa reflexion, porque, aun suponiendo que la superficie externa de los conos sea insensible á la luz, y aún suponiendo, además, que sea precisa su entrada en el interior de estos aparatos, porque solo allí radica la esquisita sensibilidad que en ellos se reconoce, ¿qué necesidad hay de que los rayos luminosos lleguen hasta la coroides, ni de que sean reflejados para penetrar despues en el interior de los conos y de los bastoncillos? ¿No seria mas natural, si esta condicion fuera indispensable, que penetraran directamente, y sin necesidad de reflexion, al atravesar el espesor de la retina?

§ 17.

Sensaciones subjetivas é ilusiones ópticas.—Cuando por cualquiera de las circunstancias que vamos á examinar percibimos sensaciones luminosas sin que ningun rayo de luz haya excitado la retina, ó cuando percibimos rayos distintos de aquellos que realmente producen la impresion, las sensaciones que tienen lugar en estos casos se llaman *sujetivas*, y los errores que ocasionan se designan con el nombre de *ilusiones ópticas*. Esta clase de sensaciones puede dividirse en cuatro grupos diferentes con relacion á las causas que las producen.

Las sensaciones subjetivas correspondientes al primer grupo se deben á la excitacion de los elementos sensibles producida por agentes internos ó por influencias exteriores, con independencia completa de las vibraciones del éter, que no intervienen para nada. La sangre, circulando con demasiada rapidez en algunas ocasiones ó estancándose en otras en la red capilar de la retina, comprime esta membrana y puede dar lugar á que se vean ráfagas luminosas, chispas ó resplandores que no son ocasionados por la luz. Lo mismo sucede cuando, hallándonos en la oscuridad, comprimimos fuertemente el globo del ojo ó lo movemos violentamente, pues tambien aparecen imágenes luminosas sin que la luz haya penetrado en la retina. Estas imágenes llamadas *fosfenos* demuestran, segun hemos dicho, la sensibilidad específica del nervio óptico, y como dependen de la compresion que se ejerce sobre el mismo, suelen tener una forma análoga á la del agente compresor que las provoca.

Las sensaciones subjetivas correspondientes al segundo grupo son ocasionadas por la persistencia ó duracion de las impresiones producidas por la luz. Excitada cual-

quiera de las fibras nerviosas de la retina, la impresion no desaparece inmediatamente despues de haber dejado de obrar los rayos luminosos, sino que dura un tiempo mas ó menos largo, que en la generalidad de los casos suele ser de un tercio de segundo. Esto nos demuestra que podemos ver un objeto en los diferentes sitios del espacio por donde haya pasado algunos momentos antes, y que podemos verlo al mismo tiempo en el sitio donde está. Lo vemos donde está porque desde allí nos envía sus rayos luminosos: lo vemos donde estuvo, porque la impresion que entonces nos produjo no ha desaparecido todavia. á no ser que haya pasado un tercio de segundo. Por eso vemos una circunferencia como de fuego, si con un carbon encendido ejecutamos rápidamente un movimiento circular. Por eso un cohete deja detrás de sí como un rastro luminoso. Por eso, en fin, el fantasmóscopo, la peonza camaleon y otros juguetes parecidos, no solo causan la admiracion de los muchachos, sino que llaman la atencion de los sábios por la variedad de ilusiones ópticas que producen.

Hay circunstancias en que la impresion luminosa no solo dura un tercio de segundo, sino un tiempo tanto mayor cuanto mas enérgica haya sido la intensidad de la luz y mas se haya prolongado su accion. No es de extrañar, por lo mismo, que cuando se fija la vista largo rato en la luz de una bujía ó en una sustancia de color brillante, persista la impresion de estos objetos muchos segundos despues de que hayan desaparecido. Las imágenes que en este caso se perciben se llaman *secundarias*, y presentan la particularidad de que, en ciertas ocasiones, aparecen primero claras y despues confusas, como si la retina fatigada necesitara algunos momentos de reposo para entrar de nuevo en accion; y en otras, cambian sucesivamente de color, no de una manera caprichosa, sino alternando el que al principio tienen, con

otro que le sustituye, llamado de *contraste*, y que es siempre complementario del primero. Así, cuando la imagen *secundaria* es primitivamente roja, el color de *contraste* con que alterna es verde; amarillo cuando violácea, y anaranjado cuando azulada, y á la inversa, como si fatigados los elementos de la retina que corresponden á los colores primarios, funcionaran los unos mientras reposaban brevísimos momentos los demás.

Las sensaciones subjetivas correspondientes al tercer grupo dependen de lo que se llama *imágenes por irradiación*. Consiste este fenómeno en que cuando la retina recibe una luz intensa, no solo se impresiona en los puntos directamente puestos en contacto con los rayos luminosos, sino en las partes inmediatamente contiguas. Esta es la causa de que un círculo negro sobre fondo blanco parezca mas pequeño de lo que es en realidad y de que un círculo blanco sobre fondo negro parezca mas grande. En ambos casos, la impresion producida en la retina por el color blanco, se *irradia* á las partes inmediatas, y cuanta mayor amplitud adquiere la imagen blanca, mas limitado queda el espacio negro.

Cuando la luz que penetra en el ojo no es blanca, sino de color, los puntos de la retina directamente excitados por esta luz, reproducen fielmente su color; pero los que solo están excitados por *irradiación* adquieren un color complementario del primero, dando lugar á que los objetos se presenten con una coloracion distinta en su fondo y en su circunferencia. Mirando un disco de color rojo aparece rodeado de una auréola verde; si es violáceo, la auréola es amarilla, y anaranjada si es azul.

Las sensaciones subjetivas correspondientes al cuarto y último grupo dependen de las ilusiones de coloracion que podemos experimentar, ya provengan de la falta de aptitud en la periferia de la retina para percibir las

ó de la diferente excitabilidad de los elementos nerviosos destinados á recibir su impresion. Brücke ha hecho notar que la luz blanca, rápidamente intermitente, parece verde, porque la intermitencia de la excitacion no permite que sea nunca bastante duradera para excitar los elementos donde se efectúa la impresion del color rojo.

§ 18.

Imágenes entópticas. — Por medio del órgano de la vista no solo se pintan en la retina las imágenes de los objetos exteriores, sino que en ciertas ocasiones se dibujan tambien las de los contenidos en el interior del ojo, de manera que podemos ver en nosotros mismos algunas de las partes constitutivas de nuestro aparato ocular. Las imágenes que en este caso se forman, lo mismo que las percepciones á que dan lugar, se llaman entópticas, y las principales son: la percepcion de los objetos que enturbian y oscurecen los medios refringentes del ojo; la de los vasos sanguíneos que se distribuyen en la retina y la de los glóbulos de la sangre que circula en estos vasos.

Para percibir los objetos que enturbian á veces los humores, se mira la luz difusa de la atmósfera á través de una pantalla en la que se hayan hecho con la punta de un alfiler algunos orificios: los rayos paralelos que de este modo penetran en el ojo proyectan sombras sobre la retina, debidas á la presencia de las partes menos transparentes que han encontrado en su camino. Estas sombras son á veces fijas, y á veces, como cuando la falta de transparencia se halla en el cuerpo vítreo, cambian de lugar, conociéndose en este caso con el nombre de *moscas volantes*.

Cuando se quiere hacer visible la red vascular de la

retina, se dirige la vista hácia un fondo oscuro y se coloca una luz debajo ó al lado del ojo, de manera que los rayos luminosos concentrados por el cristalino, vayan á dibujarse en uno de los lados de la retina; es decir en un punto donde las imágenes no se forman de ordinario, puesto que el foco luminoso está muy separado del fondo visual. La luz encuentra de este modo, al atravesar la retina, la capa vascular de la misma, y la sombra que proyectan los vasos sobre el fondo mas claro de la membrana de Jacob, y en un punto no acostumbrado á esta impresion, los hace perceptibles, distinguiendo entonces el sugeto en sí mismo una imagen análoga á la que se observa cuando se examina el fondo del ojo de otra persona por medio del oftalmóscopo de que ya hemos hablado anteriormente.

Para percibir uno mismo los glóbulos de la sangre en los capilares de su retina, se mira una nube blanca, ó un campo de nieve ó un fondo blanco cualquiera, vivamente iluminado por el sol y, segun asegura Beclard, cuyas palabras trascribimos textualmente, «al cabo de »algun tiempo aparecen delante de los ojos, á una distancia de uno ó dos metros, pequeños puntos brillantes, cuyo brillo es proporcionado á la claridad del plano »que se contempla. El sitio en que aparecen estos puntos corresponde á las partes centrales de la retina. Los »puntos brillantes se multiplican en poco tiempo y se »observa que forman séries y una especie de dibujo, »siempre el mismo, siempre situado en el mismo lugar. »Estos puntos brillantes, dispuestos en série, ejecutan »movimientos en una direccion siempre la misma y con »una misma velocidad. Cuando se cierran los ojos desaparece casi instantáneamente esta apariencia. Los »puntos brillantes de que acabamos de hablar se hallan en relacion directa con los glóbulos de la sangre »que circulan en los vasos de la retina. Los glóbulos

»semitrasparentes obran á manera de pequeñas lentes »y concentran sobre los elementos de la retina la luz »que los atraviesa.» Á pesar de la ingeniosa explicacion de M. Beclard, el fenómeno es bastante difícil de comprender, y solo añadiremos que por medio de las imágenes obtenidas de este modo, conocidas con el nombre de imágenes de Purkinge, es como M. Vierord ha calculado que la velocidad de la sangre en los vasos capilares es de medio milímetro por segundo.

CAPÍTULO V.

Vision binocular.

§ 19.

Vista sencilla ó vista doble mirando con los dos ojos.—

En circunstancias normales empleamos los dos ojos para mirar un objeto cualquiera, y aunque su imagen se pinta en cada una de las retinas y se forman de consiguiente dos imágenes separadas, le vemos sencillo y no doble, como parece que debería suceder. Hay algunos casos, sin embargo, en que, mirando un solo objeto, vemos dos, y hay otros en que, mirando dos objetos semejantes, no vemos mas que uno. ¿En qué consiste esta diversidad de fenómenos?

Antes de intentar ninguna clase de explicacion, fijemos bien un hecho que puede demostrarse experimentalmente y que contribuye á facilitarla. Cuando el objeto está colocado en el punto de convergencia de los ejes ópticos le vemos único: si la direccion de uno de los ejes cambia, comprimiendo, por ejemplo, ligeramente el ángulo externo de uno de los ojos, parece doble, y si miramos dos objetos semejantes, colocados en la direc-

cion de los ejes ópticos y antes ó despues del punto de su convergencia, dan lugar á la sensacion de un objeto único, que le vemos como si estuviera en el indicado punto de convergencia ó de interseccion.

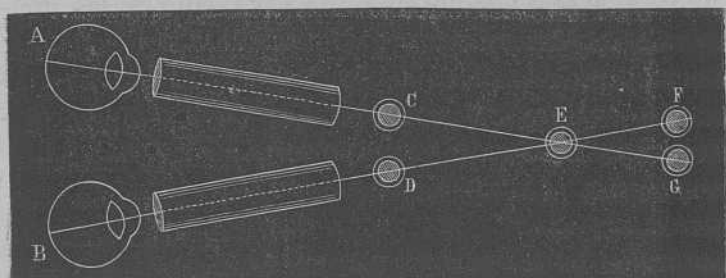


FIGURA 20.^a

AC y BD ejes ópticos. **E** punto de convergencia. **CD y FG** objetos colocados en la direccion de los ejes antes y despues de su punto de convergencia.

Dada la existencia de estos hechos, la cuestion que conviene resolver es la siguiente: ¿Por qué vemos único el objeto cuando se halla en el punto de interseccion de los ejes ópticos, y le vemos doble si se cambia la direccion de uno de estos ejes? Y además, ¿por qué si los objetos semejantes son dos y están colocados en la direccion de los indicados ejes, dan lugar á la sensacion de un solo objeto?

Para comprender estos fenómenos con menor dificultad, supongamos que en cada retina hay *puntos idénticos* que se corresponden entre sí, y que estos puntos, por ser idénticos en las dos retinas, es decir, por estar formados de la expansion del mismo conductor nervioso, no transmiten al sensorio mas que una sola é igual impresion cuando funcionan á la vez. Admitida esta suposicion, que, segun veremos, está en parte confirmada por los hechos, si nos parece único el objeto cuando se halla en el punto de interseccion de los ejes ópticos, es

porque en este caso las imágenes se forman *necesariamente* en puntos de las dos retinas que, por ser idénticos y funcionar á la vez, no transmiten al cerebro mas que una sola impresion. Si el objeto nos parece doble cuando cambia la direccion de uno de los ejes ópticos, como sucede comprimiendo ligeramente el globo del ojo con el dedo, es porque en este caso las imágenes se forman en puntos de cada retina que, no siendo idénticos, ó que, derivándose cada uno de un conductor nervioso diferente, transmiten al cerebro impresiones separadas. Por último, si dos objetos semejantes dan lugar á una sensacion única cuando se hallan colocados en la direccion de los ejes ópticos y antes ó despues de su interseccion, es porque en cualquiera de estos casos la imagen que el uno forma en la retina derecha y la que el otro forma en la retina izquierda corresponden *necesariamente* á puntos idénticos en las dos retinas y que de consiguiente no transmiten á la vez mas que una sola impresion. Para que este último fenómeno se observe con mayor facilidad es preciso colocar delante de los ojos dos cilindros huecos en la posicion indicada en la figura diez y ocho.

Esta explicacion puede ser aceptable si se demuestra que en realidad hay en las dos retinas puntos formados por la expansion del mismo conductor nervioso, es decir, puntos idénticos, y que hay á la vez puntos desemejantes ó formados por la expansion de conductores nerviosos distintos. Ahora bien, esta demostracion tiene en su apoyo, hasta donde la ciencia lo permite, datos anatómicos, fisiológicos y patológicos.

La anatomía nos dá á conocer que los nervios ópticos, derecho é izquierdo, se entrecruzan en parte en el quiasma antes de penetrar en el ojo, y de este entrecruzamiento resulta que el nervio óptico derecho forma la porcion externa de la retina derecha y la interna de la izquierda; á su vez el nervio óptico izquierdo forma

la porcion externa de la retina izquierda y la interna de la derecha, de manera que este solo hecho, aun sin estar terminantemente confirmado, porque el microscopio no puede seguir cada una de las fibras nerviosas desde la retina hasta el cerebro, permite asegurar, con grandes probabilidades de acierto, que hay en cada retina puntos idénticos, ó formados por la expansion del mismo nervio óptico, y puntos desemejantes, ó formados los unos por el nervio óptico derecho y los otros por el izquierdo.

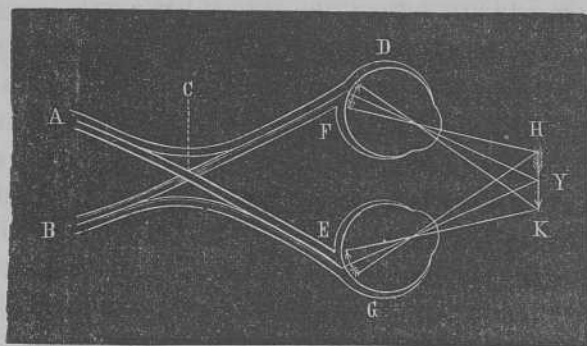
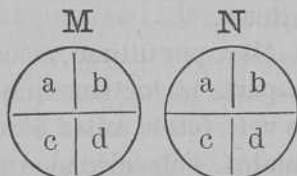


FIGURA 21.^a

AB nervios ópticos. **C** entrecruzamiento parcial de los mismos en el quiasma. **DE** porciones de las dos retinas formadas por el nervio óptico izquierdo. **FG** porciones formadas por el nervio óptico derecho. **HYK** diferentes partes de un objeto cuyas imágenes se forman sobre sus ejes ópticos en puntos idénticos de la retina dando lugar á una sensacion única.

Para comprender mejor la colocacion de los puntos idénticos en las dos retinas y la causa de que las imágenes se dibujen necesariamente en los mismos, cuando el objeto se halla en la interseccion de los ejes ópticos, basta observar que la mitad derecha de una retina y la mitad derecha de la otra están formadas por la expansion del mismo conductor nervioso, de lo cual resulta que los puntos idénticos de estas dos mitades se corresponden entre sí, al igual que la mitad izquierda de la

una con relacion á la mitad izquierda de la otra. Por lo mismo, suponiendo que los círculos M N representen la proyeccion de las dos retinas y que las consideremos divididas en cuatro partes iguales,



sus puntos idénticos corresponderán á los que están señalados con las mismas letras. Ahora, como el movimiento de los ojos y de consiguiente la direccion de los ejes oculares cambia segun la posicion de los objetos que miramos, cuando estos están colocados en el horizonte visual á nuestra *derecha*, los ejes ópticos derecho é izquierdo corresponden al lado *izquierdo* de cada una de las retinas; y por lo tanto á puntos idénticos de las mismas, con tal que el objeto que fija nuestra vista se halle en el punto de convergencia de los indicados ejes ópticos. Si los objetos se hallan á nuestra *izquierda*, los ejes ópticos corresponden por igual razon á puntos idénticos del lado derecho, y si miramos hácia abajo ó hácia arriba, los puntos idénticos son igualmente simétricos arriba y abajo en cada una de las indicadas retinas. Partiendo de estos principios, se llama *horóptero* al conjunto de puntos del espacio que se ven únicos ó sencillos en cada posicion determinada de los ojos.

La doctrina de los puntos idénticos se halla confirmada, segun hemos dicho, por algunos hechos fisiológicos. En efecto, dos colores complementarios producen la impresion del color blanco cuando, dirigido cada uno de ellos á una retina diferente, corresponden á puntos idénticos de las mismas. Comprimiendo el lado derecho de ambos ojos, la compresion obra sobre puntos idénticos de las retinas y la imágen subjetiva que en este caso se produce es única; comprimiendo el lado derecho del uno y el izquierdo del otro, son dos las imágenes subjetivas que se perciben, porque el estímulo dirige su

accion en este caso á puntos desemejantes de las dos retinas.

Hay, por último, afecciones de la vista que confirman en parte la doctrina que sostenemos. Cuando no se puede ver sino la mitad derecha ó la mitad izquierda de los objetos, enfermedad que se conoce con el nombre de *hemiofia* ó *amaurosis dimidiata*, todo parece indicar que las partes paralizadas corresponden á segmentos de un mismo nervio óptico. Los sugetos atacados de *estrabismo* ven los objetos dobles si emplean los dos ojos á la vez, porque como no pueden dirigirlos de manera que los ejes ópticos converjan hácia el punto que se mira, se pintan las imágenes en puntos desemejantes de la retina. Lo mismo sucede á los que tienen imperfecta la vista á causa del alcance desigual de cada uno de los ojos, por cuyo motivo tambien emplean instintivamente uno solo para evitar la duplicidad de las imágenes.

§ 20.

Del estereóscopo y del relieve con que vemos los objetos.

—El estereóscopo, cuya construccion es de todos conocida, suministra nuevos datos en apoyo de la opinion que acabamos de sostener. Si se colocan en este aparato dos figuras fotográficas *exactamente iguales* y damos á los ojos la inclinacion conveniente para verlas con claridad, ó lo que es lo mismo, si procuramos que se encuentren en la direccion de los ejes ópticos que convergen hácia ellas, cuando esto sé consigue percibimos una sola figura, porque las imágenes se forman en puntos idénticos de las dos retinas. Si las figuras colocadas en el aparato no son *iguales, sino semejantes*—ya diremos despues en qué ha de consistir esta semejanza—no solo vemos una figura única, sino que la vemos de bulto, con relieve, como si fuera un cuerpo sólido.

Este fenómeno singular dá origen á dos cuestiones

de muy difícil resolucion. No siendo las figuras completamente iguales, sus imágenes no pueden formarse en cada retina en puntos exactamente idénticos, y en este caso, ¿cómo es que vemos un solo objeto? y además, ¿por qué nos produce la misma impresion que si fuera un cuerpo sólido?

Antes de intentar la resolucion de estas dificultades conviene recordar lo que nos sucede cuando miramos con la vista natural, es decir, sin estereóscopo, un objeto cualquiera, como por ejemplo, el pedestal de una columna. Este cuerpo es un agregado ó un conjunto de partes diferentes que no están todas á la misma distancia ni en la misma posicion con respecto á cada uno de nuestros ojos. De aquí resulta que algunas de las porciones correspondientes al lado derecho del indicado pedestal las vemos mirando con el ojo derecho solamente, pero no las vemos si miramos solo con el izquierdo, y á la inversa, distinguimos algunas de las partes de su lado izquierdo si empleamos el ojo izquierdo, pero no las podemos ver sirviéndonos solo del derecho. Esto demuestra que la imagen que se forma en una de las retinas no es exactamente igual á la que se forma en la otra; las dos imágenes tienen partes comunes y completamente idénticas; pero la del lado derecho tiene además *algo* que no está en la del lado izquierdo, y á su vez la de este lado contiene *algo* que no está en la del derecho. Á pesar de esta diferencia de imágenes, el pedestal no le vemos doble, porque lo que tienen de comun corresponde á puntos idénticos en las dos retinas produciendo una sensacion única, y lo que tienen diferente afecta solo á una de las retinas y no á la otra, y de consiguiente cada una de ellas dá lugar á una sensacion tambien única. En resumen, el cuerpo sólido que miramos puede considerarse como dividido en tres partes distintas: la una la vemos con el ojo derecho *únicamente*, porque su imagen no se

forma mas que en la retina derecha; la otra la vemos *únicamente* con el ojo izquierdo, porque su imágen no se forma mas que en la retina izquierda, y la otra, en fin, la vemos con los dos ojos á la vez; pero la impresion que percibimos es *única* tambien, porque su imágen corresponde á puntos idénticos de las dos retinas; y como cada una de las partes constitutivas del objeto la vemos sencilla, la totalidad del mismo objeto no podemos verla doble.

Examinando ahora lo que sucede con respecto á la nocion del relieve, podemos convencernos fácilmente de que si apreciamos por medio de la vista el espesor de los cuerpos ó su tercera dimension, es solo como resultado de un juicio, de una comparacion entre dos ó mas impresiones. La experiencia desde niños nos ha enseñado que cuando las diferentes partes de un objeto se dibujan en la retina con distintas gradaciones de luz, es porque corresponden á distintos planos del mismo objeto, es decir, porque además de longitud y latitud tiene profundidad; de consiguiente, cuando por un artificio cualquiera, la pintura por ejemplo, se consigue que las imágenes se pinten en la retina con el mismo tono, con el mismo claro y oscuro, con la misma distribucion de sombras que ocasionan los cuerpos sólidos, recibimos una impresion igual á la que estos nos producen y por lo tanto nace en nosotros la idea de solidez. Esto demuestra que para la percepcion del relieve no es indispensable que se pongan en juego los dos ojos, como se ha sostenido por algunos; lo que sí sucede es, que en la vision binocular, además de apreciar la *solidez* por el distinto modo de estar iluminadas las superficies, la apreciamos tambien porque la imágen dibujada en cada ojo difiere de la que se pinta en el opuesto, segun hemos demostrado anteriormente, y el conjunto de estas dos sensaciones nos dá la del relieve, porque la expe-

riencia, favorecida por el tacto, nos ha enseñado que los sólidos, los cuerpos de bulto son los que únicamente impresionan la retina de este modo.

Haciendo aplicacion de estos principios al estereóscopo, es fácil comprender que si una de las figuras puestas en el fondo de este aparato representa el pedestal de que antes hemos hablado, tal como le veriamos con el ojo derecho, y la otra tal como le veriamos con el izquierdo, suponiéndole siempre colocado en el punto de interseccion de los ejes ópticos, esto es, si hacemos por medio de este ingenioso mecanismo que en cada una de nuestras retinas se dibuje una imagen *exactamente igual* á la que se dibujaria si mirásemos el pedestal con los dos ojos á la vez, veremos necesariamente, al mirar con el estereóscopo, las figuras que lo representan, lo mismo *exactamente* que cuando miramos el indicado objeto con la vista natural, es decir, veremos un objeto único y le veremos de bulto, con relieve. Las figuras que representan el pedestal dan lugar á una sensacion única, porque de las tres partes en que podemos suponerlas divididas, la una la vemos con el ojo derecho solamente, la otra solo con el izquierdo, y la otra con los dos á la vez, pero por puntos idénticos en las dos retinas. Dan lugar, además, á que el objeto lo veamos de bulto, porque las imágenes que se pintan en el fondo del ojo, exactamente iguales á las que se producen cuando miramos el pedestal con la vista natural, tienen la misma distribucion de luz, y porque diferenciándose la imagen percibida en cada ojo de la que se pinta en el opuesto y siendo el conjunto de estas dos sensaciones lo que mas directamente nos dá la del relieve, se reunen todas las circunstancias necesarias para producir una ilusion completa.

La exactitud de nuestras apreciaciones con respecto á este punto puede quedar demostrada con el aparato de M. Wheatstone, llamado *pseudóscopo*, compuesto de

unos prismas en virtud de cuya accion la parte de la imágen que en la vista natural corresponderia á la parte izquierda de la retina queda dibujada á la derecha; y como al cambiar la posicion de la imágen se cambia tambien la distribucion de la luz, los objetos de relieve parecen huecos y los huecos de relieve.

§ 21.

Apreciacion del estado de reposo ó de movimiento de los cuerpos.—El órgano de la vista no puede darnos de una manera directa la nocion del estado de reposo ó de movimiento de los cuerpos, pero nos suministra algunos datos con los que podemos apreciarlo. En primer lugar, deducimos el movimiento de un objeto por el cambio de sitio que su imágen sufre en la retina; en segundo, por el mayor ó menor tamaño de esta imágen aunque no varíe de lugar, y en tercero, por la direccion que imprimimos á los globos oculares á fin de que la pupila pueda seguir al objeto en sus variadas situaciones.

Cada uno de estos datos por sí solo puede ser causa de gravísimos errores, y aun sirviéndonos de todos reunidos, no siempre evitamos las ilusiones ópticas en que es fácil incurrir.

Es indudable que, en la mayoría de los casos, el cambio de sitio que la imágen experimenta en la retina se debe á las variaciones de lugar del objeto que la produce; pero hay que tener en cuenta: primero, que aunque el objeto esté en reposo, puede dibujarse su imágen en diferentes puntos de la retina si se mueve el observador; y como á veces no tiene completa conciencia de este movimiento, si, por ejemplo, se halla embarcado ó viaja en ferro-carril, no puede apreciar tampoco si es él ó si son los objetos que están á su inmediacion los que se mueven; segundo, que cuando un cuerpo se acerca ó se aleja, siguiend^o siempre la direccion del eje

óptico, la imágen no cambia de lugar en el fondo del ojo, y de consiguiente que por solo este dato no es posible conocer el movimiento, y tercero, que cuando los objetos se hallan á gran distancia de nosotros pueden moverse sin producir variaciones apreciables en la imágen, y por lo mismo sin que podamos distinguir sus movimientos.

Tambien es indudable que la imágen aumenta de volúmen á medida que los objetos se aproximan, y disminuye á medida que se alejan; pero como no siempre son perceptibles estas variaciones, sobre todo si los objetos están muy lejos, y como el diferente tamaño de estos influye en el de la imágen aun mas que las distancias, no podemos tampoco apreciar con exactitud por este medio el reposo ó el movimiento de los cuerpos.

Es cierto, por último, que hacemos entrar en contraccion los músculos del ojo para que la pupila pueda seguir la marcha de los cuerpos que se mueven; pero la posicion del globo ocular no cambia cuando el movimiento se efectúa en una misma direccion ó á distancias muy considerables de nosotros, y no es de extrañar, por lo mismo, que en ninguno de estos casos tengamos seguridad en nuestras apreciaciones. Cuando distinguimos en alta mar un buque con las velas desplegadas, tenemos la conviccion de que se mueve; pero ni por el sitio de la retina en que se forma la imágen, ni por su mayor ó menor tamaño ni por las contracciones de los músculos oculares podemos apreciar su movimiento.

§ 22.

Estimacion del tamaño y de la distancia de los cuerpos. — Formamos juicio de la magnitud de los objetos por la de la imágen que se pinta en la retina; pero como el tamaño de esta imágen no solo depende del

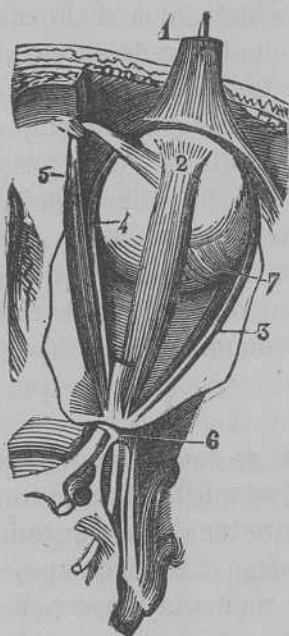
tamaño de los objetos, sino de la distancia á que se hallan colocados, porque el ángulo visual, ó sea el formado en el centro óptico del ojo por los rayos que proceden de las extremidades del objeto, es tanto menor cuanto mayor es esta distancia, de ahí el que solo podamos apreciar con alguna exactitud el grandor de los cuerpos conociendo antes el espacio que de nosotros les separa, y el que solo podamos calcular si este espacio es grande ó pequeño conociendo tambien el tamaño de los mismos. Un objeto de volúmen determinado nos parece tanto mas cercano cuanto mayor es el tamaño de la imágen, cuanto mayor es el esfuerzo de acomodacion del ojo que tenemos que efectuar, y cuanta mayor convergencia es preciso dar á los ejes ópticos.

De todos modos, los medios de que podemos disponer para apreciar la distancia y la magnitud de los objetos lo mismo que su estado de reposo ó movimiento, aunque inexactos é ineficaces en gran número de ocasiones alcanzan á veces con la educacion ó la costumbre una precision y delicadeza que sorprenden. El marino al divisar una vela en el horizonte y cuando apenas se distingue medio oculta por la bruma, conoce si es de bergantin ó fragata, si el buque es de guerra ó mercante, y hasta señala su capacidad, su procedencia y su nombre. Hay tambien organizaciones privilegiadas para las que es fácil todo lo referente á la vista, al menos con relacion á las demás. Humboldt cita un sastre de Breslau, llamado Schœn, que con la vista natural distinguia los satélites de Júpiter.

§ 23.

Movimientos del ojo. — Los diferentes movimientos que los globos oculares tienen precision de efectuar para acomodarse á las exigencias de la vision en las variadas circunstancias que acabamos de estudiar, se

verifican por medio de seis músculos, en virtud de cuya accion se dirigen hácia arriba y hácia abajo, hácia dentro y hácia fuera, y giran además sobre su eje antero-posterior.

FIGURA 22.^a

Músculos del ojo.

1 elevador del párpado superior vuelto hácia adelante. 2 recto superior. 3 recto externo. 4 recto interno. 5 oblicuo mayor. 6 anillo de Zinn. 7 músculo oblicuo menor.

Estos tres órdenes de movimiento, aunque independientes entre sí, se combinan de diferentes maneras, dando al ojo dentro de su órbita tan extraordinaria movilidad, favorecida además por la de la cabeza, que la vista puede fijar los objetos en casi todas las direcciones del espacio, ó, lo que es igual, puede colocarse en relacion á ellos de tal modo que la imágen caiga sobre la *fovea centralis* de la retina. Suponiendo

en el ojo tres ejes ficticios, uno horizontal, otro vertical y otro antero-posterior, los músculos recto superior y recto inferior son los encargados de moverle alrededor de su eje horizontal, es decir, de dirigirlo hacia arriba y hacia abajo; los músculos recto externo y recto interno le mueven alrededor de su eje vertical, es decir, le inclinan hacia fuera y hacia dentro, y los músculos oblicuos mayor y menor le mueven alrededor del eje antero-posterior, resultando de la acción combinada de todos estos músculos, pues desempeñan diferentes usos á la vez esos movimientos, cuya prodigiosa variedad hace de los ojos, lo mismo que de los párpados que también los siguen si se bajan ó se elevan, la parte mas expresiva de la fisonomía.

§ 24.

Nervios especiales del sentido de la vista. — Los nervios ópticos son los encargados de transmitir al cerebro las impresiones producidas en la retina por la luz, de modo que si se cortan, ligan ó destruyen, se produce inmediatamente la ceguera. A pesar de la exquisita sensibilidad de estos nervios en cuanto se refiere á las vibraciones del éter, no sienten, sin embargo, las excitaciones producidas por los demás agentes físicos ó químicos, y ni su destrucción ocasiona dolor, ni las impresiones mecánicas dan lugar á otra cosa que á la sensación de imágenes luminosas.

La sensibilidad general de las diferentes partes del ojo se debe á la influencia del quinto par de nervios cerebrales, y como cuando se pierde esta sensibilidad se pierden también las condiciones físicas que el aparato ocular necesita para desempeñar sus funciones, la destrucción ó ligadura del trigémino vá siempre acompañada de trastornos mas ó menos considerables en la visión y de la pérdida completa de la vista.

SECCION SEGUNDA.

Sentido del oido.

CAPÍTULO PRIMERO.

De los sonidos.

§ 25.

Llamamos *sonido* á la impresion producida en el aparato auditivo por el movimiento vibratorio de los cuerpos.

Las vibraciones sonoras transmitidas por la atmósfera adquieren á veces bastante intensidad para producir en la piel una conmocion parecida á la del choque, pero únicamente cuando impresionan los nervios auditivos es cuando se adquiere la nocion de los sonidos. Bajo este punto de vista, así como para el ciego no hay luz porque no percibe los efectos que las vibraciones del éter producen en la retina, así para el sordo no hay sonidos porque no hay tampoco percepcion de los efectos que, en el estado fisiológico, producen las ondas sonoras en los nervios de la audicion.

Para comprender el mecanismo de esta nueva clase de sensaciones es preciso conocer antes el modo de propagarse las ondas sonoras en los diferentes cuerpos á que pueden transmitirse, pues solo así es posible formarse idea de las modificaciones que deben experimentar y de los efectos que deben producir en su marcha desde el pabellon de la oreja y conducto auditivo externo hasta el oido interno ó laberinto.

Todos los cuerpos elásticos entran en vibracion cuando, comprimiéndolos ó dilatándolos, se altera su forma primitiva por el desarreglo introducido en la situacion de sus moléculas, y de consiguiente todos pueden producir ruidos ó sonidos.

Los cuerpos elásticos que entran en vibracion transmiten su movimiento á los cuerpos inmediatos, obligándolos, por decirlo así, á vibrar con ellos y á transmitir las ondas sonoras de los unos á los otros. La propagacion de estas ondas se efectúa tanto por los cuerpos sólidos como por los líquidos y aeriformes.

Cuando las vibraciones de un cuerpo sonoro son isócronas y por consiguiente comparables, dan lugar á lo que se llama sonido musical: cuando falta el isocronismo, solo producen lo que se designa con el nombre de ruido. Por lo demás, cualquiera que sea la diferencia que para el oido exista entre los ruidos y sonidos, como su origen es el mismo é iguales los medios de propagacion, pueden estudiarse sin graves inconvenientes con el nombre genérico de sonidos.

En el sonido se distinguen cuatro propiedades fundamentales: la duracion, el tono, la intensidad y el timbre. La duracion del sonido es tanto mayor cuanto mas se prolonga el movimiento vibratorio de los cuerpos. El tono depende del número de vibraciones que verifican en un tiempo dado, siendo tanto mas agudo cuanto mayor es el número de estas vibraciones en la unidad de tiempo, y tanto mas grave cuanto menor es el número de las mismas. La intensidad consiste en la amplitud de las vibraciones sonoras; así observamos que separando de su posicion de equilibrio una cuerda de guitarra, produce un sonido tanto mas intenso cuanto mayor sea la separacion, y que si esta es muy pequeña dá un sonido tan débil, que solo se oye á muy corta distancia.

El timbre depende, segun los interesantes experimentos de M. Helmholtz, de dos circunstancias diferentes: esto es, del número de sonidos armónicos que se producen al mismo tiempo que el sonido fundamental y de la intensidad relativa de estos sonidos.

No todos los cuerpos propagan el sonido con la misma velocidad: los sólidos lo trasmiten mas rápidamente que los líquidos, y estos mas que los gaseosos. En la atmósfera, á la temperatura de 16° , recorre trescientos cuarenta metros por segundo y trescientos treinta y tres á la de 0° , así en la direccion vertical como en la horizontal ó en la oblicua, y lo mismo cuando la presion atmosférica aumenta que cuando disminuye, sin que influya en su marcha mas que el viento, cuya direccion, segun los casos, puede favorecerla ó retardarla. La velocidad con que el sonido camina en el agua es próximamente de mil cuatrocientos metros por segundo, y de tres mil en los cuerpos sólidos. Todos los sonidos, débiles ó intensos, graves ó agudos, se propagan con la misma velocidad.

El sonido se debilita á medida que aumenta el espacio recorrido, y la observacion ha demostrado que *su intensidad se halla en razon inversa del cuadrado de la distancia*. Como el sonido no puede propagarse en el vacío, su intensidad disminuye tambien cuando el aire está muy enrarecido, pareciendo mas débil por esta causa la detonacion de una pistola en los sitios elevados que en las capas inferiores de la atmósfera.

Las ondulaciones sonoras no comunican á las capas de aire movimientos progresivos, sino solamente de condensacion y de dilatacion sucesiva. El cuerpo sonoro, ó sea el centro de conmocion, condensa la capa de aire que le rodea: esta primera capa tiende á recuperar su primitivo estado, y para conseguirlo comprime y condensa la segunda, de modo que cuando esta se halla

condensada está ya dilatada la primera. Á su vez, la segunda capa causa un efecto igual sobre la tercera, y así sucesivamente las demás, dando lugar á que las ondas esféricas que producen estas condensaciones y dilataciones alternadas aumenten de radio, al paso que disminuyen sensiblemente de energía ó intensidad.

Las vibraciones se producen tambien en los demás cuerpos por medio de condensaciones y dilataciones sucesivas, cuya amplitud depende, siendo iguales todas las demás circunstancias, de la elasticidad respectiva de los mismos. Los puntos del cuerpo vibrante que permanecen en reposo mientras se agitan los demás, se llaman *nodos* ó *puntos nodales*, y las partes que vibran, comprendidas entre estos nodos, *vientres de vibracion*.

Las vibraciones de los cuerpos sólidos se transmiten fácilmente á otros sólidos: con menor facilidad al agua y á los líquidos, y mas difícilmente aun al aire atmosférico. Las vibraciones del aire se comunican muy mal al agua y á los líquidos, á no ser por el intermedio de una membrana mas ó menos tensa. Las vibraciones de los líquidos se propagan fácilmente á los sólidos que están en ellos sumergidos.

Si las ondas sonoras transmitidas por el aire encuentran un obstáculo á su propagacion, por ejemplo una pared, retroceden ó se reflejan, siguiendo las leyes de la reflexion de la luz, es decir, formando el ángulo de reflexion igual al de incidencia. Si la superficie reflejante tiene la forma de un elipsóide de revolucion, los rayos sonoros que parten de uno de los focos se reunen en el otro, de modo que dos personas situadas en los mismos pueden seguir una conversacion sin que se les oiga desde los demás puntos intermedios.

Los ecos y las resonancias son una consecuencia del mismo principio. Al ser reflejados los rayos sonoros, emplean cierto tiempo en volver al punto de partida, y si

el sugeto se halla en este ó en otro sitio que esté próximo, oye el sonido reflejado despues de haber oido el primitivo, á cuyo fenómeno se llama *eco*. Si la distancia al plano reflejante es mas corta, pueden tardar los rayos sonoros tan poco tiempo en recorrerla que se oiga el sonido reflejado casi al mismo tiempo que el primitivo, en cuyo caso adquiere este último mayor fuerza, sin perder nada de su claridad, llamándose *resonancia* al fenómeno que entonces se realiza. Cuando el tiempo que media entre el sonido directo y el reflejado no es tan largo que puedan percibirse los dos separadamente, ni tan corto que se oigan á la vez, sino que el uno llega cuando la impresion producida por el otro no ha terminado todavía, la resonancia que resulta produce cierta confusion en los sonidos, atribuida con razon á las malas condiciones acústicas de la localidad.

Las ondas sonoras, al trasmitirse de un medio á otro diferente, pueden adquirir mayor ó menor velocidad de la que traian, y cuando esto sucede experimentan una verdadera refraccion. Si la velocidad de su marcha es menor en el segundo medio de la que era en el primero, los rayos sonoros se aproximan á la perpendicular al punto de incidencia y se alejan de la misma en el caso contrario, siguiendo las leyes de la refraccion de la luz que nos son ya conocidas.

Estas sencillísimas nociones de acústica son de aplicacion inmediata á los fenómenos de la audicion que vamos á estudiar.

CAPÍTULO II.

Órgano del oído.

§ 26.

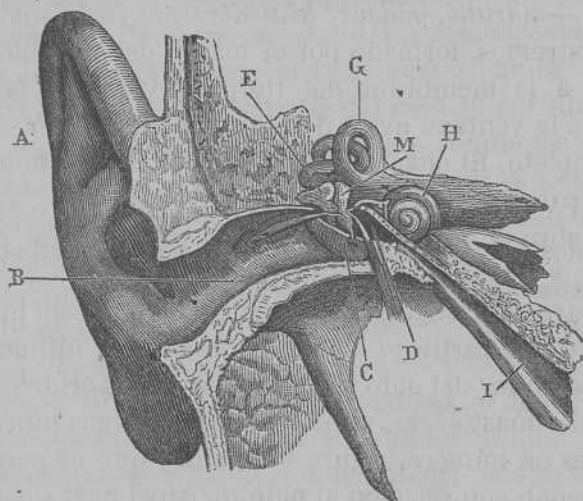
El aparato del oído se divide en tres regiones distintas: oído externo, oído medio y oído interno.

El oído externo se compone del pabellón de la oreja y del conducto auditivo.

El pabellón de la oreja es una lámina cartilaginosa y elástica, cubierta de una piel fina y al parecer modelada caprichosamente por las eminencias y depresiones que presenta. Su borde, convexo, redondeado en su parte superior y replegado sobre sí mismo, forma el *helix*, que tiene su origen en medio de la concha y termina por abajo en el *lóbulo*. En el centro se encuentra la *concha*, depresión abocinada donde comienza el conducto auditivo, á cuyo alrededor forma el *antelix* un borde saliente que la limita por detrás. Las eminencias *trago* y *anti-trago*, separadas por la escotadura de la parte inferior de la concha, protegen la entrada del conducto auditivo externo.

El conducto auditivo externo, de tres centímetros de longitud, poco más ó menos, se extiende desde la concha hasta la membrana del tímpano; está ligeramente encorvado por su parte superior y revestido en toda su extensión de una piel muy fina. Á su entrada, crece en la edad adulta como un penacho de pelos que tamiza el aire para impedir el paso de los corpúsculos que lleva en suspensión, y gran número de folículos sebáceos están encargados de segregar la *cerilla*, humor acre y

amargo que ahuyenta los insectos oponiéndose á que penetren en las partes internas del oido.

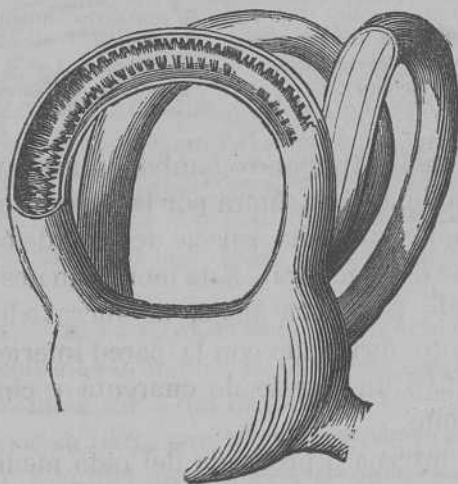
FIGURA 23.^a

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| A pabellon. | G conductos semicirculares. |
| B conducto auditivo externo. | M martillo. |
| C membrana del tímpano. | H caracol. |
| D caja del tímpano. | I trompa de Eustaquio. |
| E yunque. | |

El oido medio, tímpano ó tambor es una cavidad llena de aire, limitada hácia fuera por la membrana del tímpano, que encaja en una especie de reborde óseo formado por parte del temporal. Esta membrana está dirigida oblicuamente de arriba abajo, de fuera adentro y de atrás adelante, formando con la pared inferior del conducto auditivo un ángulo de cuarenta y cinco grados próximamente.

La cara interna ó profunda del oido medio tiene en su parte superior una abertura llamada *ventana oval*, y otra algo mas abajo designada con el nombre de *ventana redonda*, cada uno de cuyos orificios está cubierto por una membrana, sirviendo los dos para poner en comunicacion esta cavidad con el oido interno ó laberinto.

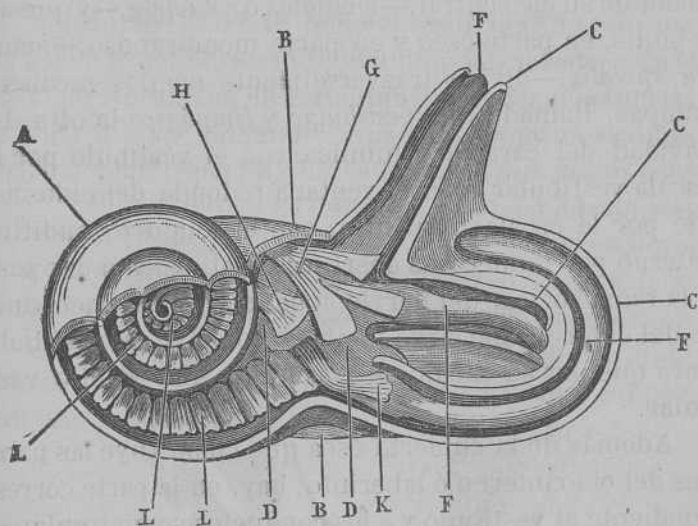
Desde la ventana oval hasta la membrana del tímpano se extiende una cadenilla de huesecillos articulados entre sí,—*martillo, yunque, lenticular y estribo*,—uno de cuyos extremos, formado por el mango del martillo, se adhiere á la membrana del tímpano y el otro por el estribo á la ventana oval, donde se engasta tapiándola por completo. El oído medio no presenta nada notable en sus paredes superior é inferior; en su pared anterior se abre el orificio de la *trompa de Eustaquio*, conducto que comunica con la faringe, de unos cuatro centímetros de longitud, compuesto en parte de hueso y en parte de cartilago y tejido fibroso. Por último, la pared posterior del oído medio presenta los orificios de las células mastoideas, cubiertas de membrana mucosa, variables en número, figura y tamaño, que al parecer desempeñan con relacion al oído un papel análogo al de los senos en las fosas nasales.

FIGURA 24.^a

Representa el vestibulo y los conductos semicirculares, uno de los cuales se encuentra abierto para ver el conducto membranoso.

El oído interno ó laberinto se divide en tres partes: *vestibulo, conductos semicirculares y caracol.*

El vestíbulo es una cavidad de figura ovoidea, que mide unos cinco milímetros de extension en su eje antero-posterior, situada en el centro del oído interno y de consiguiente entre los conductos semicirculares y el caracol. Comunica con el oído medio por la ventana oval; con la escala vestibular del caracol por una abertura de forma oval tambien; con los conductos semicirculares por cinco pequeños orificios; con la *mácula cribosa* por gran número de aberturitas que dan acceso á los filamentos del nervio acústico y con el acueducto del vestíbulo por donde pasa algun ramito vascular.

FIGURA 25.^a

- A** caracol.
BB vestibulo óseo.
CCC conductos semicirculares óseos.
DD vestibulo membranoso, odrecillo y saquillo.
FFF conductos semicirculares membranosos.
G rama nerviosa del vestibulo membranoso que vá al odrecillo y á las ampollas de los

conductos semicirculares superior y horizontal.

H rama nerviosa del vestibulo membranoso que vá al saquillo.

K rama nerviosa que vá á la ampolla inferior del conducto semicircular inferior.

LLL asas nerviosas terminales de la rama del caracol sobre la lámina espiral de este.

Se dá el nombre de conductos semicirculares á tres tubitos óseos, encorvados en arco de círculo, de los

cuales dos son verticales, y el tercero, situado entre ellos, horizontal. Su diámetro es de un milímetro, poco mas ó menos, excepto en una de las extremidades de cada tubo, dilatada en forma de ampolla, donde es próximamente doble. Estos conductos comunican con el vestibulo, segun hemos dicho, por cinco pequeños orificios.

El caracol, llamado así por su semejanza con la concha del molusco de este nombre, es de figura cónica y de unos seis milímetros de longitud. Su cavidad forma una especie de espiral que dá dos vueltas y media alrededor de su eje central,—*modiolus* ó *columela*,—y que un tabique, en parte óseo y en parte membranoso,—*lamina spiralis*,—divide trasversalmente en dos escalas ó rampas, llamada una *vestibular* y *timpánica* la otra. La cavidad del caracol comunica con el vestibulo por la escala vestibular; con la ventana redonda del oido medio por la escala timpánica; con el conducto auditivo interno por numerosas aberturas destinadas á dar paso á la rama coclear del nervio acústico, y con el acueducto del caracol, que sirve tambien como el del vestibulo para que por su medio se trasmita algun ramito vascular.

Además de la cubierta ósea que constituye las paredes del oido interno ó laberinto, hay, en la parte correspondiente al vestibulo y á los conductos semicirculares, otra cubierta membranosa separada de la primera y que forma por sí sola una cavidad distinta conocida con el nombre de *laberinto membranoso*. Existen, pues, en este punto dos cavidades diferentes: una de diámetro mayor, cuyas paredes son óseas, y otra de diámetro menor, contenida en el interior de la primera, con detalles de configuracion muy semejantes y cuyas paredes son membranosas. El espacio comprendido entre las dos está ocupado por un líquido acuoso, llamado humor

de *Cotunni* ó *perilinfá*, y dentro de la última cavidad, es decir, dentro del laberinto membranoso, hay otro líquido análogo, que Blainville ha comparado al humor vítreo del ojo, y que Scarpa ha llamado *endolinfá*, y además las *otoconias*, porciones pulverulentas de carbonato de cal, que, según se supone, desempeñan en el hombre y en los mamíferos, el papel de piedras auditivas ó de los *otolitos* de los peces. La parte del laberinto membranoso correspondiente al vestibulo forma dos compartimientos separados: el *odrecillo* y el *suquillo*. El nervio acústico, nervio de sensibilidad especial, anima las diferentes partes del oido interno de que acabamos de hacer una rapidísima reseña. Penetra por el conducto auditivo interno y se divide en dos ramas: la *vestibular*, que se distribuye y ramifica en el vestibulo y en las dilataciones en forma de ampolla de los conductos semicirculares, terminando sobre las otoconias; y la *colear*, que penetra en el caracol y se divide en fibrillas de una tenuidad extrema que tapizan la superficie del modiolus y se hacen perceptibles en la lámina espiral. Á estas fibrillas se las designa con el nombre de *fibras de Corti*, y se han contado mas de tres mil con el auxilio del microscopio.

CAPÍTULO III.

Mecanismo de la audición.

§ 27.

Funciones del oido externo.—El pabellon de la oreja y el conducto auditivo externo son órganos colectores de las vibraciones sonoras, estando además encargados de trasmitirlas al oido medio.

Las ondas sonoras penetran en el conducto auditivo directamente ó despues de haber chocado con el pabellon de la oreja, cuyas desigualdades se hallan dispuestas de modo que casi siempre ofrecen un plano perpendicular á los sonidos, cualquiera que sea su direccion. De aquí se ha deducido desde los tiempos de Boerhaave que, formando las líneas salientes de la oreja una curva parabólica cuyo foco se encuentra en el conducto auditivo, deben ser reflejados hácia este punto todos los rayos sonoros que van á parar al pabellon. Esta idea, aunque algo exagerada, adquiere alguna verosimilitud si se tienen en cuenta los hechos que la experiencia diaria nos enseña y los ensayos verificados en sí mismo por Mr. Schneider.

Es indudable que la falta del pabellon de la oreja ocasiona dureza en el oido, lo que sólo puede depender de que una gran parte de los rayos sonoros se pierde en el espacio sin que sea utilizada en la audicion. Para evitar esto es para lo que ponemos casi instintivamente nuestra mano á la altura del pabellon, agrandando de este modo su diámetro, siempre que deseamos aprovechar todas las ondas sonoras, á fin de percibir los sonidos con suficiente claridad. Por lo demás, si, como recomienda Schneider, se rellena de cera blanda la oreja, de modo que desaparezcan sus anfractuosidades y queden trasformadas en una superficie plana, el oido pierde su finura y claridad acostumbradas, haciéndose mas difícil apreciar con exactitud la direccion de los sonidos.

En vista de estos datos, parece incuestionable que las ondas sonoras penetran en el conducto auditivo, en parte, de un modo directo, y en parte, despues de haber sido reflejadas hácia este punto por las paredes elásticas del pabellon y del mismo conducto auditivo. Conviene tener en cuenta á la vez, que estas paredes entran

tambien en vibracion al choque de los sonidos que las hieren, y que las vibraciones se trasmiten de capa en capa por continuidad de tejido hasta el interior del aparato. Hay, pues, dos corrientes sonoras: la una propagada por el aire, que atraviesa el conducto auditivo, y la otra por los huesos y partes sólidas del cráneo y que es probable lleve mayor velocidad, pues ya hemos dicho que los sonidos se trasmiten mas rápidamente por los sólidos que por los gases.

§ 28.

Funciones del oido medio.—La membrana del tímpano recibe, segun acabamos de indicar, dos clases de vibraciones sonoras: las de las paredes sólidas del conducto auditivo, que probablemente hieren esta membrana por su borde, y las aéreas que van á parar á su superficie y que se trasforman en vibraciones de un cuerpo sólido desde el momento que ella misma entra en vibracion por la influencia del choque que recibe.

Sabemos, en efecto, que desde la membrana del tímpano donde se inserta el mango del martillo hasta la ventana oval donde se engasta la base del estribo, hay una cadena de huesecillos articulados entre sí que ponen en comunicacion el oido medio con el laberinto. Por otra parte, el músculo interno del martillo que se inserta en el mango de este hueso y en la porcion cartilaginosa de la trompa de Eustaquio, tira hácia el interior de la cavidad del tambor la membrana del tímpano, haciéndola tomar la forma poco pronunciada de un embudo y manteniéndola mas ó menos tensa, porque la otra extremidad de la cadenita ósea está sujeta á la ventana oval por el músculo del estribo que no permite la desviacion de este huesecillo ni que ceda á la influencia de las contracciones del músculo del martillo. Ahora

bien, puesto que la membrana del tímpano puede ponerse mas ó menos tensa por la accion de los músculos de la cadena de huesecillos, veamos qué es lo que sucede al llegar las ondas sonoras que con ella se ponen en contacto.

Las membranas tensas no responden, en general, á las vibraciones del aire, sino cuando el sonido que este les comunica es *unísono* con el que ellas producirian si se las hiciese vibrar directamente. Esto no obstante, la membrana del tímpano entra en vibracion por la influencia de toda clase de sonidos, agudos ó graves, mientras su agudeza ó gravedad no pase de ciertos límites, y como vibra con el número de vibraciones correspondiente á estos sonidos y con una intensidad proporcional, es preciso admitir que se *acomoda* y adquiere la tension conveniente para ponerse al unísono con los mismos á fin de que puedan ser oídos con distincion y claridad.

La causa de esta notabilísima particularidad se comprende en parte recordando la accion del músculo interno del martillo ó tensor del tímpano, pues como la tension que produce solo puede tener por objeto disponer esta membrana para ciertos tonos, se cree generalmente que una tension fuerte la acomoda para los agudos mientras que su relajacion la acomoda para los graves. Así al menos parece deducirse de los hechos que vamos á indicar. Si teniendo cerrada la nariz y la boca, intentamos hacer una espiracion, el aire que no tiene otra salida, penetra por medio de la trompa de Eustaquio en la caja del tambor, y aumentando de este modo la tension del que ya ocupa esta cavidad, comprime la membrana del tímpano de dentro á fuera, y de consiguiente la pone mas tirante. Pues bien, Wolaston ha notado, en sí mismo, por este medio, que su oído se ponía duro para los sonidos graves, percibiendo, sin embargo, claramente los agudos; y Müller asegura, con-

firmando este resultado, que dejaba de oír en iguales circunstancias los tambores ó el ruido de los carruajes, sin que disminuyera su aptitud para percibir los sonidos agudos aunque fueran menos intensos. De acuerdo con estas mismas ideas, M. Bonnafont cita numerosos casos de perforacion ó rotura de la membrana del tímpano en sugetos que aun conservaban el oído, pero sin que les fuera posible apreciar los tonos muy graves ó muy agudos.

La facultad de acomodacion de que acabamos de hablar tiene, no obstante, límites que es imposible traspasar. Cuando el sonido es tan grave que solo produce de treinta y dos á cuarenta vibraciones por segundo, ya no es perceptible, y lo mismo sucede, por regla general, cuando por ser demasiado agudo, pasa ese número de diez y seis mil en igual tiempo. Estos límites son, sin embargo, variables segun los individuos, y no sabemos tampoco si el no percibirse en estos casos los sonidos se debe atribuir á la membrana del tímpano ó á la falta de sensibilidad del nervio auditivo.

Por otra parte, como en las membranas fuertemente tensas disminuye, en igualdad de circunstancias, la amplitud de las vibraciones, parece natural que la membrana del tímpano adquiriera una tension forzada cuando los sonidos son muy intensos, á fin de mitigarlos para que no impresionen con demasiada energía los nervios auditivos. Si esto fuera cierto, como lo dá á sospechar la frecuencia con que esta membrana se rasga á consecuencia de ruidos exageradamente intensos, su tension no solo serviria para acomodarse á los diferentes tonos, segun acabamos de indicar, sino que tendria además por objeto preservar al oído de la demasiada intensidad de los sonidos.

De cualquier modo que sea, las vibraciones de la membrana del tímpano se propagan al oído interno, ó

bien por la cadena de huesecillos que termina en la ventana oval, ó bien por el aire contenido en la cavidad timpánica que las trasmite á su vez á la membrana de la ventana redonda. Lo que no se sabe todavía es si estos diferentes medios de propagacion, aéreo el uno y por cuerpos sólidos el otro, ejercen alguna influencia en el timbre, en la intensidad ó en alguna otra de las propiedades fundamentales del sonido.

El aire de la caja timpánica no solo sirve de medio de trasmision de las ondas sonoras, sino que contribuye á que la membrana del tímpano esté sujeta á la misma presion atmosférica en la superficie externa y en la interna, obedeciendo de este modo con entera libertad al impulso de las contracciones musculares que la ponen, segun los casos, mas ó menos tensa. La trompa de Eustaquio, que comunica por una parte con la caja y por la otra con la faringe, es la que facilita la renovacion del aire del oido medio para que de este modo conserve siempre con corta diferencia la misma presion que el de la atmósfera que nos rodea.

La influencia de la trompa de Eustaquio en la funcion que nos ocupa, se hace perceptible en las ascensiones aereostáticas ó en cualquier otro caso en que cambie bruscamente la densidad del aire en que estamos sumergidos, porque necesitándose cierto tiempo para que se renueve el de la caja del tímpano, existe desequilibrio, hasta que esto se consigue, entre la presion interna y la externa, dando lugar á zumbido de oidos y á una sordera momentánea.

Por lo demás, para que la renovacion del aire pueda efectuarse en circunstancias ordinarias de una manera regular, la naturaleza ha dispuesto las cosas de un modo ingeniosísimo. En el acto de la deglucion, el peristafilino externo, músculo del velo del paladar, se contrae, y al contraerse separa la pared externa de la trompa, que es

membranosa y móvil, de la interna, que es cartilaginosa y fija, estableciéndose de este modo una abertura por la cual el aire se renueva. Y como conviene que esta renovación se haga con frecuencia, deglutimos sin poderlo remediar frecuentemente. Y como para deglutir es preciso que haya algo en la boca aunque no sea mas que saliva, á fin de que esta no falte nunca y puedan efectuarse los movimientos de deglucion hasta cuando estamos dormidos, la sola renovación del aire, modificando alternativamente en mas ó en menos la presión del mismo en la caja del tímpano, influye en la cuerda del tambor, nervio que atraviesa esta caja y va á distribuirse en las glándulas salivales, á fin de que la secreción de la saliva no se paralice y haya siempre en la boca la que se necesita para que puedan verificarse los movimientos de deglucion de que hemos hablado anteriormente.

La obliteración permanente de la trompa ocasiona la pérdida del oído, tanto por esta causa como porque la caja del tímpano no puede desembarazarse de las mucosidades que en la misma se segregan.

§ 29.

Funciones del oído interno.—Desde la caja del tímpano se comunican las vibraciones sonoras á todo el laberinto de tres maneras diferentes: por el aire, que las trasmite á la membrana redonda y á la rampa timpánica del caracol; por la cadena de huesecillos, que las comunica á la membrana de la ventana oval y á la perilinfa del vestíbulo, y por las paredes óseas del cráneo, que las ponen en relacion con los demás puntos del oído interno. Este último medio de comunicacion es el que permite, aun en los casos en que han desaparecido el tímpano y los huesecillos, oír todavía débilmente algu-

nos sonidos de origen exterior, con tal que el líquido del laberinto continúe bañando estas cavidades, ó lo que viene á ser igual, siempre que se conserven intactas las membranas oval y redonda y el expresado líquido no se vierta por las aberturas que ellas tapan.

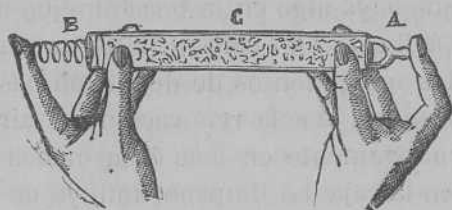


FIGURA 26.ª

Figura esquemática para demostrar el empuje del líquido por el estribo y el de membrana de la ventana redonda por el mismo hueso.

A estribo. **B** resorte que representa la membrana de la ventana del tímpano. **C** tubo recto que contiene moléculas líquidas en movimiento.

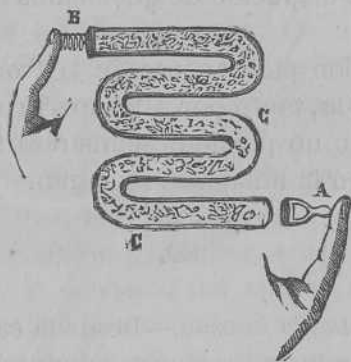


FIGURA 27.ª

Figura esquemática para demostrar la trasmisión de las vibraciones á través de la columna líquida en el tubo circular del caracol.

A estribo que obra sobre el líquido al nivel de la ventana oval. **B** representa la membrana de la ventana redonda empujada por el líquido. **C** tubo en espiral dentro del cual se mueve el líquido.

No es fácil calcular el camino que siguen las vibraciones sonoras comunicadas por este medio al agua del laberinto, á causa de lo complicada que es la estructura de este órgano. Al parecer, la onda sonora transmitida

por la cadena de huesecillos á la ventana oval llega al vestibulo, desde donde se dirige por una parte al caracol y por otra á los conductos semicirculares.

La que se dirige al caracol penetra en esta cavidad por la abertura de la escala vestibular recorriéndola en toda su extension hasta el vértice del cono; desde aquí entra en la rampa espiral inferior ó escala timpánica, que tambien recorre hasta su extremidad, es decir, hasta la ventana redonda, cuya membrana cede á la presion inclinándose hácia el oido medio, pero recuperando su posicion primitiva por la elasticidad del aire de la caja.

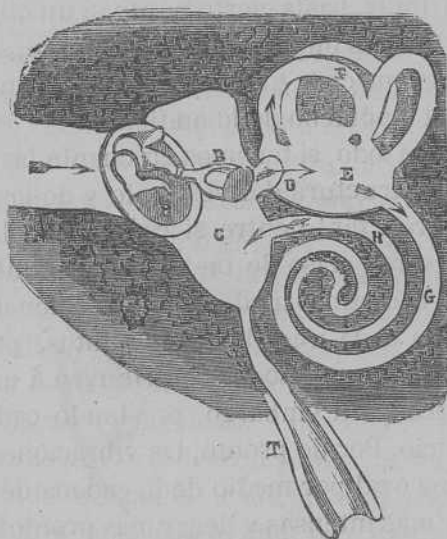


FIGURA 28.ª

Figura esquemática que representa la marcha de las ondas sonoras en el aparato auditivo.

A columna de aire que hiere la membrana del tímpano. **B** cadena de huesecillos que trasmite las vibraciones de la membrana del tímpano al vestibulo **E** á nivel de la ventana oval **D**. **H** la oscilacion se comunica al líquido de la rampa timpánica hasta la ventana redonda **C**. **F** la oscilacion se comunica por el líquido de la parte posterior de los conductos semicirculares.

La que se dirige á los conductos semicirculares penetra sin duda en forma de ondas parciales en cada uno

de estos conductos, y despues de recorrerlos, se reunen de nuevo en el vestibulo para pasar al caracol, excitando de paso en todo su trayecto las fibrillas terminales del nervio acústico, que de este modo trasmite al cerebro la nocion de los sonidos.

Desde el momento en que las ondas sonoras penetran en el oido interno, como los conductos semicirculares comunican con el vestibulo y este con el caracol; como cada una de estas partes constitutivas del laberinto está bañada por el mismo líquido, y como están animadas todas por derivaciones del mismo nervio, parece que deben contribuir, hasta cierto punto, á un objeto comun con respecto á las impresiones que reciben, sin que pueda admitirse que cada una de ellas ejerza funciones diferentes en el fenómeno de la audicion.

Á pesar de todo, si tenemos en cuenta las diferencias de forma y estructura del vestibulo y de los conductos semicirculares, tanto entre si como con relacion al caracol, la diversa clase de ondas sonoras que reciben y, sobre todo, el distinto modo de terminacion de los filetes nerviosos en cada uno de estos puntos, parece lógico suponer que, aunque todos contribuyen á un objeto comun, lo hacen, sin embargo, prestando cada uno diferente servicio. Por de pronto, las vibraciones que llegan á la ventana oval por medio de la cadena de huesecillos han de ser mas intensas y llegar mas pronto á su destino que las vibraciones aéreas comunicadas á la ventana redonda. Además, puesto que el vestibulo y los conductos semicirculares están revestidos de un laberinto membranoso que no alcanza al caracol; puesto que las terminaciones del nervio auditivo en las ampollas ó dilataciones de *los conductos semicirculares* se encuentran en la capa epitelial de las mismas en forma de cilindro-ejes desprovistos de su vaina y en contacto con los pelos rígidos y finos que en este mismo sitio se hallan implan-

tados; puesto que estas terminaciones nerviosas se aplican en los sacos vestibulares sobre los otolitos ó concreciones pulverulentas de carbonato de cal, y puesto que en la *lámina espiral del caracol* están dispuestas á la manera de las cuerdas de un arpa, nada tendria de extraño que en cada una de las partes en que se divide el oido interno se produjera por las ondas sonoras una impresion distinta, adquiriendo de este modo la nocion del tono, de la intensidad ó del timbre de los sonidos. Es, sin embargo, tan vago todo lo que sabemos con respecto á este punto y merecen tan poca confianza las suposiciones aceptadas con mas ó menos entusiasmo por los diferentes fisiólogos, que nos limitaremos á indicar, siquiera sea brevemente, la teoría de M. Helmholtz, única que en nuestro concepto reúne algunas probabilidades de exactitud.

Cuando se destapa un piano y se dá con fuerza una nota cualquiera en el interior de su caja, la onda sonora hace entrar en vibracion las cuerdas que corresponden á los armónicos de la voz, de modo que cada una de ellas vibra al unísono del armónico con que se halla en relacion, quedando descompuesta, por decirlo así, la nota fundamental en una série de tonos que podriamos llamar elementales. Pues bien, segun Helmholtz, las fibras de Corti descomponen los sonidos como las cuerdas de un piano: cada una de ellas vibra al unísono del armónico con el cual concuerda, y el conjunto de estas vibraciones trasmitido al cerebro dá la sensacion del sonido fundamental y de su timbre. Ahora, como el caracol contiene, segun Kœlliker, unas tres mil fibras de Corti, corresponden á cada octava cuatrocientas cuerdas sensibles, cuyo intervalo es de $1/66$ de tono. De este modo es fácil comprender, como asegura Le Pileur, que un oido ejercitado pueda apreciar las menores diferencias entre los sonidos, así como el ojo aprecia los mas débiles matices de la luz.

La sordera, limitada á una sola série de tonos que á veces aparece repentinamente produciendo una especie de daltonismo acústico, induce á creer que la percepcion de los diferentes tonos exige en el oido aparatos distintos y separados.

Con arreglo á esta doctrina, el caracol seria la parte del oido interno destinada á darnos la nocion del tono y del timbre de los sonidos, mientras que el vestíbulo y los conductos semicirculares nos harian percibir los sonidos en general y los ruidos de todas clases. Por eso M. Anzoux supone que la finura del oido depende de la mayor ó menor extension del caracol, notándose con respecto á este punto notabilísimas diferencias segun los individuos, pues en unos describe vuelta y media de espiral, y en otros dos, ó dos y media ó tres, y por eso se ha notado que la existencia del caracol coincide en general con la de una laringe capaz de emitir sonidos musicales, ó con la de una sensibilidad acústica que permite apreciar la armonía de los sonidos. Pero, ¿cómo un mismo nervio, el acústico, trasmite al cerebro impresiones tan distintas? La rama coclear que se distribuye en el caracol, ¿formará por sí sola un conductor aislado y diferente de la rama vestibular, cuyas fibras se esparcen en el vestíbulo y en los conductos semicirculares? ¿Estará cada una de estas ramas compuesta á su vez de tubos ó fibrillas primitivas que obren con independencia, y será su número tan prodigioso que alcance en la lámina espiral del caracol á tres mil terminaciones distintas, cuya excitacion vaya acompañada de la representacion de un tono simple, conducido por una fibrilla *particular* á un órgano central *particular* y de modo que la atencion pueda concentrarse *particularmente* sobre cada una de las sensaciones que producen? No negaremos la posibilidad de que todo esto suceda; pero es preciso confesar que

cuando se estudia el mecanismo íntimo de esta sensación, lo mismo que el de cualquiera otra, se encuentra siempre una parte misteriosa que la ciencia no ha descifrado todavía y que probablemente no descifrá jamás.

§ 30.

Apreciación de la intensidad, distancia y dirección de los sonidos.—Hemos dicho que la intensidad del sonido depende de la amplitud de las vibraciones sonoras, y de consiguiente se comprende que siendo distintas, según los casos, las condiciones físicas del agente excitador, deben ser distintas también las impresiones que produzca, dando lugar á diferencias de sensación, por medio de las cuales podamos apreciar la mayor ó menor intensidad de los sonidos. La apreciación de la intensidad depende preferentemente de la sensibilidad mas ó menos exquisita del órgano entero y no de la de una de sus partes. Por eso creemos, á pesar de lo que se ha dicho en contrario, que no hay en el oído interno un sitio determinado para recibir esta clase de impresiones, sino que esta propiedad es común á todo el laberinto, ó mejor, á todas las fibrillas del nervio acústico. Así se vé que, en lo que se refiere á esta cualidad, hay diferencias notables, según los individuos, y que las hay también en un mismo sujeto, según los días ó según el estado de impresionabilidad general en que se encuentra. De todos modos, el oído por sí solo no puede darnos la noción de la intensidad de los sonidos sino con relación á otros que hayamos percibido anteriormente, lo que demuestra que solo podemos apreciar esta intensidad *comparando* entre sí las diferencias de sensación producidas por distintos sonidos.

Lo mismo sucede con respecto á las distancias. De-

ducimos que un ruido se aleja cuando á cada instante lo percibimos con menor intensidad, ó que se acerca á medida que lo sentimos mas clara y distintamente. Si el cuerpo sonoro no se mueve, apreciamos la mayor ó menor distancia á que se encuentra *comparando* la impresion que nos produce con la que nos ha originado en otras ocasiones estando á una distancia conocida; y si no conocemos de antemano la intensidad del ruido á una distancia dada, como cuando oimos un trueno, *formamos juicio* de la que de nosotros le separa por la mayor ó menor energía de la impresion que recibimos. En igual caso nos encontramos en lo que se refiere á la direccion de los sonidos: *juzgamos* que vienen de un lado ó de otro, segun se hacen sentir mas ó menos vivamente en uno ú otro oido y segun la posicion de la cabeza en la que los percibimos mejor.

Parece inútil advertir que siendo nuestras apreciaciones, en cuanto á la intensidad, distancia y direccion de los sonidos, el resultado de los juicios que formamos, y estando estos basados en datos que pueden ser inexactos, cabe en lo posible que nos equivoquemos muchas veces y que incurramos en errores que no siempre son fáciles de evitar. El ventríloquo, imitando una voz cavernosa ó débil, puede hacernos creer que esta voz proviene de un punto lejano y mas ó menos profundo, como tambien, cambiando la inflexion y la intensidad de los sonidos, causar en los que le escuchan gran número de ilusiones acústicas tanto mas completas cuanto mas en armonía estén el sentido de las palabras, el gesto y los ademanes con el efecto que desea producir.

§ 31.

Duracion de las impresiones auditivas.—Las impresiones provocadas por las ondas sonoras en el órgano

del oído no desaparecen instantáneamente, sino que duran algún tiempo, aun después de haber cesado en su acción el agente excitador. En esto consiste el que, cuando los sonidos se suceden con demasiada rapidez, no percibamos cada uno de ellos clara y separadamente, sino todos á un tiempo, dando lugar á la sensación de un sonido continuo. Dejamos de percibir cada uno de estos sonidos con separación de los demás, porque cuando el último nos impresiona no ha desaparecido todavía la sensación causada por el primero, reproduciéndose en este caso un fenómeno parecido al que, en igualdad de circunstancias, hemos dicho que se realizaba con la luz.

Para poder apreciar la duración de las impresiones auditivas, es preciso servirse de la rueda dentada de Savart ó de otro aparato con el cual pueda producirse una serie de choques repetidos con regularidad. Cuando el número de estos choques no pasa de nueve en un segundo, el oído percibe una serie de impresiones distintas; cuando llega á diez ó á doce en igual tiempo, la sensación se hace continua, de donde puede deducirse que la impresión persiste un décimo de segundo, puesto que este es el tiempo que ha de mediar por lo menos entre uno y otro choque para que no se confunda el efecto de los dos.

§ 32.

Sensaciones subjetivas y percepciones entópticas del oído.

En el órgano del oído, lo mismo que en el de la vista, se observan sensaciones subjetivas, de manera que por la sola influencia de cierto estado de excitación ó de debilidad del sistema nervioso se pueden oír algunos ruidos sin que las ondas sonoras los hayan producido: en este caso se encuentra el zumbido de oídos á que dan

lugar algunas excitaciones patológicas del nervio auditivo y esa sensacion persistente y confusa que sigue al sacudimiento prolongado del mismo nervio y que experimentamos principalmente *despues* de haber estado mucho tiempo bajo la influencia de un ruido constante y monótono como el que produce una caldera de vapor, una cascada ó las piedras de un molino.

Además de las sensaciones subjetivas, hay tambien percepciones entópticas, es decir, percepciones objetivas y reales, pero cuya causa se encuentra en el mismo aparato del oido. Á esta clase pertenece el ruido producido por las vibraciones del aire en el conducto auditivo ó en la caja del tímpano cuando no tiene comunicacion con el exterior, el chasquido particular que algunas veces se nota al contraerse el tensor del tímpano ó músculo interno del martillo, las vibraciones que ocasionan los latidos de las arterias, el roce de la circulacion de la sangre, etc.

§ 33.

Percepcion del sonido por los dos oidos.—Aunque las ondas sonoras excitan los dos nervios auditivos á la vez, no hay nada que autorice á sospechar que en las terminaciones de estos nervios existen puntos idénticos á la manera de lo que hemos dicho que sucede en la retina, y de consiguiente no es posible suponer que la impresion de las fibras nerviosas que se distribuyen en los dos oidos dé lugar á una sensacion única. Segun todas las probabilidades, mas dignas aun de confianza despues de los experimentos verificados últimamente por M. Dove, la excitacion de los elementos nerviosos similares en los dos oidos es percibida separadamente, y si en algun caso la sensacion que produce es única, es solamente en el oido en que la referida excitacion ha sido mas intensa.

SECCION TERCERA.

Sentido del olfato.



CAPÍTULO PRIMERO.

Aparato de la olfacion.

§ 34.

El aparato de la olfacion se compone de la nariz y de las fosas nasales. La parte externa de este aparato, es decir, la nariz, toma solo una parte secundaria en el fenómeno de la olfacion, pues consiste en una cavidad, cuyas aberturas, siempre dilatadas por el armazon óseocartilaginoso que las forma, permiten el paso del aire hasta los pulmones atravesando antes las fosas nasales, que es donde las moléculas olorosas, conducidas por la atmósfera, excitan las terminaciones de los nervios del olfato.

Las fosas nasales son dos cavidades irregulares, abiertas, por delante, en la parte superior de las ventanas de la nariz; limitadas, en su parte inferior, por la bóveda del paladar; en la superior, por la lámina cribosa del etmoides, y que terminan por detrás en la faringe. Las fosas nasales comunican con las conchas ó cornetes superiores, medios é inferiores y con los senos frontales, etmoidales, maxilares y esfenoidales, verdaderos

rincones ó escondrijos llenos de anfractuosidades, abiertos en el espesor de los huesos y revestidos de la membrana pituitaria.

Esta membrana, de la clase de las mucosas, comienza en las ventanas de la nariz, tapiza toda la superficie interna del aparato olfatorio, y al llegar á la parte superior de la cavidad nasal, toma un color mas claro y pierde su epitelio de pestañas vibrátiles. En la parte correspondiente á los dos cornetes superiores y á la superior del cartilago nasal, considerada como verdadera region olfatoria, se encuentran, segun M. Schultze, entre las células epiteliales cilíndricas de la membrana pituitaria, algunas células bipolares en forma de huso que envían un apéndice hácia la superficie, y otro hácia el fondo, el primero de los cuales está guarnecido de un hacecillo de pelos largos y finos que se elevan sobre aquella, y el segundo parece idéntico á las fibras primitivas del nervio olfatorio.

Los nervios de sensibilidad especial que animan el sentido del olfato, son los olfatorios; penetran en las fosas nasales atravesando la lámina cribosa del etmoides, y se ramifican en la parte de la pituitaria correspondiente al tercio superior del tabique nasal y á las dos conchas ó cornetes superiores, y es probable que terminen en las células bipolares de que acabamos de hacer mencion, consideradas de ordinario como de naturaleza nerviosa. La parte inferior de la pituitaria solo recibe filetes de sensibilidad general, derivados del quinto par, cuya circunstancia es ya suficiente para comprender que este punto no interviene directamente en la percepcion de los olores.

CAPÍTULO II.

De los olores.

§ 35.

Aunque se ha sostenido por algunos que los olores resultaban de un movimiento vibratorio transmitido á la atmósfera por las moléculas de las sustancias olorosas, hoy se admite generalmente que son partículas impalpables, desprendidas de cierta clase de cuerpos y volatilizadas en el aire, por cuyo medio se ponen en contacto con la membrana pituitaria y estimulan las terminaciones periféricas de los nervios olfatorios.

Se demuestra, en efecto, que ciertas sustancias olorosas, el alcanfor, por ejemplo, desprenden una especie de vapor invisible, porque, suspendidas en el agua, adquieren un movimiento particular, debido, segun todas las probabilidades, al retroceso producido por las emanaciones odoríferas que se esparcen en todas direcciones. Por lo demás, estas partículas son tan extremadamente ténues, que la química no posee todavía ningun reactivo con el cual pueda aislarlas y reconocerlas, revelándose únicamente su presencia por la impresion especial que producen en el órgano del olfato.

La sensibilidad de la pituitaria es tan exquisita bajo este concepto, que bastan las mas cortísimas porciones de sustancia olorosa para despertar su actividad. Un grano de almizcle colocado en una habitacion la impregna con su olor años enteros, y sin embargo el almizcle no disminuye sensiblemente de peso: en una masa de aire que contenga dos millonésimas partes de hidrógeno sulfurado, el olfato distingue la presencia de este gas, y Haller refiere, segun asegura Le Pileur, que algu-

nos papeles perfumados con un grano de ámbar gris conservaban todavía este olor despues de cuarenta años. Hay, sin embargo, diferencias muy notables en cuanto á la impresionabilidad del sentido del olfato; para ciertos sugetos, la reseda y las violetas son flores completamente inodoras; para otros, no hay nada que iguale la suavidad y finura de su perfume. La asafétida ó el aceite de hígado de bacalao despiden un olor repugnante para la generalidad de las personas, y á pesar de todo, para otras es completamente inofensivo.

La misma irregularidad se observa en cuanto á las causas que contribuyen á la emanacion de las moléculas olorosas: en las horas de calor es cuando menos sentimos el ambiente embalsamado de nuestros jardines, y sin embargo, las regiones tropicales son las mas á propósito para producir sustancias de estimulante aroma. La humedad de la noche y el ligero rocío de la mañana favorecen el desprendimiento de los efluvios de las flores, y esto no obstante la mas ligera lluvia los disipa. Algunas plantas solo huelen cuando se las frota; otras, al frotarlas, pierden completamente su fragancia. No sabemos tampoco de qué depende el carácter especial de los olores; así es que se resisten á toda clasificacion, y ni aun nombre podemos darles, por lo que les designamos únicamente con el de las sustancias que los producen, ó con el de aquellas á que mas se asemejan por las sensaciones odoríferas que despiertan en nosotros.

CAPÍTULO III.

Mecanismo de la olfacion.

§ 36.

La excitacion de las terminaciones del nervio olfatorio, y probablemente tambien el estímulo directo de

su tronco, ocasionan la sensacion que llamamos del olfato, siendo para nosotros tan desconocido el procedimiento de que el sensorio se vale para convertir la impresion producida por las partículas olorosas en sensacion olfatoria, como lo es el que emplea para que la impresion de las vibraciones del éter ó la de los cuerpos sonoros den lugar á las sensaciones de la luz ó de los sonidos.

De todos modos, para que las sustancias olorosas impresionen los nervios del olfato, ó al menos para que su accion sobre los mismos sea mas fácil y activa, se necesita el concurso de cuatro circunstancias diferentes. En primer lugar, es preciso que el agente encargado de ponerlas en contacto con la pituitaria sea gaseiforme; pues, segun asegura Weber, aunque se llene la cavidad nasal de un líquido volátil muy oloroso, el agua de Colonia, por ejemplo, no se percibe ningun olor mientras no se respire aire por la nariz, ó lo que es igual, mientras no penetre en las fosas nasales y se ponga en contacto por este medio el agente específico que provoca la impresion con las terminaciones nerviosas que deben recibirla. En segundo lugar, se necesita que el aire atraviere con cierta rapidez los conductos olfatorios, porque en otro caso tampoco se siente ningun olor, que es lo que sucede cuando suspendemos la respiracion ó respiramos exclusivamente por la boca, mientras que, al contrario, lo percibimos con toda su intensidad si ejecutamos una série de inspiraciones repetidas. Es preciso, además, para que la sensacion sea durable, que las partículas del cuerpo excitador se renueven sucesivamente, porque su efecto desaparece al primer instante del contacto, y de ahí el que la persistencia de los olores solo sea posible cuando hay tambien persistencia en la renovacion de las partículas que los producen. Es indispensable, por último, que el aire

penetre por las ventanas de la nariz en el movimiento inspiratorio, y que la corriente se rompa contra la parte anterior del cornete inferior para que se dirija hácia la region olfatoria, porque si se introduce en sentido contrario, es decir, por la parte de las fosas nasales correspondiente á la faringe, como sucede durante el movimiento espiratorio, la sensacion que en este caso se produce es casi imperceptible, ó tal vez completamente nula, segun asegura Bidder. Hay un medio sencillísimo para que cualquiera pueda cerciorarse por si mismo de la exactitud de esta observacion: si respirando con la nariz tapada para que la corriente de aire penetre exclusivamente por la boca, lo expelemos despues por la nariz, la materia olorosa no produce la menor sensacion. En esto consiste el que las personas que exhalan un olor desagradable á consecuencia de cáries dentarias ó de enfermedades laringeas ó pulmonales, no perciban la fetidez de los gases espirados por ellas mismas. Algo influye tambien en esto la costumbre por la facilidad con que el olfato se embota cuando se repiten con mas ó menos frecuencia unas mismas impresiones.

La parte de la membrana pituitaria sensible á los olores es aquella en que se distribuyen los nervios olfatorios; los filetes del quinto par que se ramifican en los demás puntos contribuyen á la sensibilidad general del aparato, y á ellos se debe el que los vapores ácidos ó amoniacales, por ejemplo, se sientan todavía despues de cortados los nervios olfatorios. Por no haber tenido presente esta circunstancia, es por lo que algunos fisiólogos han supuesto que las fibras sensitivas del trigémino ejercian una influencia directa en la olfacion. Introduciendo en la nariz un tubo de cristal puesto en comunicacion con una sustancia olorosa, se demuestra que las diferentes partes de la pituitaria

no son igualmente aptas para recibir la impresion de los olores, pues no se perciben sino cuando el tubo se inclina hácia la parte correspondiente á la bóveda olfatoria.

Hay quien sospecha que los pelos extraordinariamente finos desarrollados en las células bipolares del epitelio de la mucosa de que antes hemos hablado, contribuyen á la excitacion que en los nervios olfatorios producen las sustancias olorosas. H. Weber y Schultze son de esta opinion, y la circunstancia de que llenando de agua la cavidad nasal desaparezca por algun tiempo la facultad de la olfacion, coincidiendo este fenómeno con las modificaciones que los indicados pelos experimentan por su contacto con el agua, dan á esta idea alguna verosimilitud.

La membrana pituitaria está constantemente humedecida por la mucosidad que segrega, y cuando esta mucosidad se altera ó modifica á consecuencia de algunas enfermedades, el coriza, por ejemplo, se entorpece mas ó menos el sentido del olfato. En cuanto á los senos que comunican con las fosas nasales, no se sabe que contribuyan de una manera directa á la olfacion, y únicamente se les considera como receptáculos de aire y como superficies de secrecion para conservar húmeda la pituitaria, puesto que Deschamps, aprovechando un caso patológico en un hombre, cuyo seno maxilar comunicaba con el exterior, notó que la inyeccion de aire saturado de alcanfor no provocaba ninguna sensacion olfatoria en este seno si el individuo tenia tapada la comunicacion con las fosas nasales. Á pesar de todo, parece indudable que la importancia de estas anfractuosidades en la percepcion de los olores ha de ser mayor de lo que se supone, por mas que hasta ahora no sepamos en qué consiste.

La mayor ó menor intensidad con que impresionan

las sustancias olorosas parece depender de la mayor ó menor cantidad que de las mismas haya en la atmósfera, y sobre todo, del mayor ó menor número de elementos nerviosos con que se pongan en contacto. Por eso, siendo iguales las demás circunstancias, los animales tienen tanto mas desenvuelto el olfato cuanto mas extensa es la superficie mucosa destinada á la olfacion. Segun todas las probabilidades, este aparato debe tener diferentes especies de fibras olfatorias, excitables cada una por una clase de olores particulares y capaz, por lo mismo, de dar lugar á sensaciones especiales; pero nada se sabe con respecto á este punto.

El órgano del olfato no solo sirve para proporcionarnos un gran número de impresiones agradables, sino que como centinela avanzado del aparato respiratorio nos advierte, por el mal olor que sentimos, la presencia de las sustancias que impurifican el aire y que pueden hacerlo peligroso, siendo además, como dice Gerdi, el mejor consejero del estómago, porque cuando no hay verdadera necesidad de alimentos, su olor ofende é incomoda, mientras que nada es tan agradable como la fragancia de la comida cuando el organismo necesita sustancias reparadoras. Es indudable, por otra parte, que si se pierde el olfato los alimentos parecen insípidos, porque, no siendo posible apreciar su aroma, solo adquirimos por el sentido del gusto una sensacion grosera é incompleta.

§ 37.

Duracion de las impresiones olfatorias. Sensaciones subjetivas del olfato — Hemos indicado ya que el efecto de las moléculas olorosas desaparece al primer instante y que solo producen una sensacion duradera cuando se reemplazan sucesivamente ocasionando una série no

interrumpida de nuevas impresiones. Hay casos, sin embargo, en que despues de haber aspirado un olor fuerte y penetrante, se prolonga la sensacion cierto tiempo; pero este hecho, que parece estar en contradiccion con lo que hemos dicho, se explica fácilmente teniendo en cuenta, que la piel, los pelos, los vestidos, el moco de la pituitaria y el aire detenido en los diferentes senos, están impregnados de moléculas olorosas y que estas se desprenden en cada movimiento inspiratorio proporcionando de este modo á la region olfatoria elementos para nuevas impresiones. Lo que sí sucede es que algunos olores intensos no solo producen dolor de cabeza, náuseas ó desvanecimientos, sino que dejan tambien en algunos casos tan impresionable al nervio olfatorio, que cualquier estimulo, aunque sea de otro género, parece que despierta la misma sensacion. Por eso, despues de haber sentido un olor fuerte, el de la carne corrompida, por ejemplo, cualquier otro olor desagradable nos produce una impresion parecida á la del primero. Nada sabemos, sin embargo, de esta ni de otras sensaciones sujetivas á que el órgano del olfato puede dar lugar.

SECCION CUARTA.

Sentido del gusto.



CAPÍTULO PRIMERO.

Órgano del gusto.

§ 38.

Llamamos *sabores* á las sensaciones especiales que resultan del contacto de los cuerpos sápidos con el órgano del gusto. Este órgano es la lengua; pero ni está aun completamente demostrado si todas sus partes tienen igual aptitud para recibir esta clase de impresiones ni si hay además otros puntos de la boca capaces tambien de trasmitirlas al sensorio.

La dificultad que existe para determinar con precision el sitio de las impresiones gustativas, depende de que los cuerpos sápidos son líquidos ó gaseosos y se esparcen fácilmente por las diferentes partes de la boca sin que sea fácil fijarlos en un punto para poder apreciar los efectos que en él producen. Además, el gusto es una sensacion complexa en la que toman mucha parte las impresiones tactiles y las olfatorias, y no siempre es posible deslindar lo que depende de las unas ó de las otras.

Á fin de resolver experimentalmente esta cuestion, se emplean unos pincelitos muy finos, por cuyo medio

se deposita la sustancia sávida en la porcion de la mucosa bucal cuya sensibilidad se desea conocer, y de ese modo se ha deducido, aunque no con rigurosa exactitud, que la base, punta y bordes de la lengua son muy sensibles á la impresion de los cuerpos sápidos y que esta sensibilidad no existe en la parte media de su cara superior ni en toda su cara inferior. Por el mismo procedimiento, ó bien sustituyendo el pincel con pedacitos de esponja ó con tubitos de cristal, se ha observado el efecto que las sustancias sápidas producen en las demás partes de la boca, y hoy se admite por la generalidad de los fisiólogos que los pilares anteriores del velo del paladar y la porcion membranosa del mismo son tambien sensibles á la accion de los sabores.

Como para percibir bien el sabor de las sustancias alimenticias es preciso que la lengua las comprima contra la bóveda palatina, se ha creido que este era el sitio principal del gusto; pero, segun todas las probabilidades, obra solo mecánicamente favoreciendo el contacto de los cuerpos sápidos con la superficie de la lengua, porque si se le cubre con una película impermeable é insípida la gustacion no se altera, mientras que desaparece por completo si, dejando la bóveda palatina en sus condiciones regulares, es la lengua la que se cubre con esta misma película. Una cosa análoga sucede con los lábios, dientes y carrillos, que tambien contribuyen indirectamente al mismo fenómeno triturando los alimentos, mezclándolos con la saliva y trasladándolos de una á otra parte de la boca.

Reasumiendo las observaciones anteriores y las expuestas por otros fisiólogos acerca del mismo objeto, se deducen como mas aceptables las conclusiones siguientes: primera, todas las partes de la boca contribuyen á la percepcion de los sabores y pueden considerarse como partes integrantes del aparato del gusto, pero las unas

obran solo por su sensibilidad táctil; las otras trasladando mecánicamente los cuerpos sápidos á las partes dotadas de sensibilidad especial y favoreciendo por medio de la compresion su recíproco contacto; las otras disolviéndolos por la accion de la saliva, y las otras recibiendo la impresion especial que ellos producen y transmitiéndola á los centros nerviosos: segunda, las partes de la boca donde principalmente reside el órgano del gusto son la punta, borde y base de la lengua y además los pilares anteriores del velo del paladar y la porcion membranosa del mismo. Por eso no es nunca tan viva la impresion de las sustancias sápidas como en el acto de tragarlas, es decir, en el momento de atravesar el istmo de las fauces, que es cuando encuentran por abajo la base de la lengua, por arriba el velo del paladar y por los lados sus pilares anteriores.

Generalmente se admite que las papilas del dorso de la lengua y en especial las *caliciformes* que se encuentran en su base, son los órganos terminales de los nervios del gusto. Su número varía entre ocho y quince. Cada una de ellas consiste en una papila central, achatada en la superficie y cubierta de otras mas pequeñas llamadas *papilas secundarias*, sobre las cuales se extiende un epitelio muy fino. Los ramos nerviosos se distribuyen en forma de red en la papila central enviando ramificaciones numerosas en la direccion de las papilas secundarias.

Las papilas *fungiformes* ocupan principalmente la mitad anterior de la lengua, se reconocen por su cabeza redondeada y su color rojizo, y, segun Kölliker, forman parte de su estructura algunos corpúsculos de sensibilidad táctil. Tambien contienen ramificaciones nerviosas que no se sabe si terminan por extremidades libres, como asegura Tixsen, ó por anastomoses recíprocas. En cuanto á las papilas *filiformes* se hallan en toda la cara

dorsal de la lengua ocupando los intervalos que dejan entre sí las caliciformes y fungiformes: son blanquecinas, están cubiertas por otras papilas mas pequeñas y contienen numerosas fibrillas nerviosas cuya forma de terminacion es desconocida.

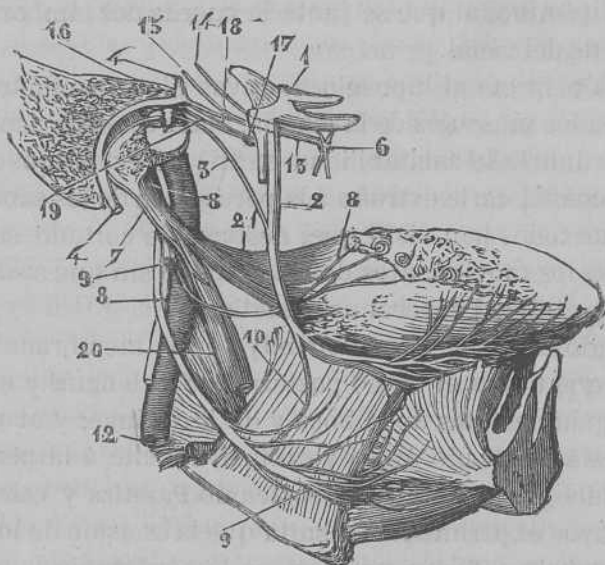


FIGURA 29.^a

Representa los nervios de la lengua y los gánglios esfeno-palatino y ótico.

1 trigémino y gánglio de Gasserio. **2** lingual. **3** cuerda del tambor. **4** facial pasando por el agujero estilo-mastoideo. **6** gánglio esfeno-palatino. **7** ramo del facial para el músculo estilo-hiideo. **8** gloso-faríngeo. **9** hipo-gloso, por dentro del cual se vé el músculo hipo-gloso que cubre la arteria lingual. **10** anastómosis del lingual y del hipo-gloso. **12** arteria carótida interna. **13** petroso superficial mayor formando el nervio vidiano. **14** ramo del gran simpático formando el ramo carotideo del nervio vidiano. **15** petroso profundo menor interno del ramo de Jacobson. **16** gánglio geniculado del facial. **17** gánglio ótico. **18** petroso profundo menor externo del ramo de Jacobson. **19** petroso menor superficial. **20** músculo estilo-hiideo. **21** músculo estilo-gloso.

Como la lengua recibe sus filetes nerviosos de cuatro orígenes distintos, y como no se sabe nada de positivo acerca del modo de terminacion de estos nervios, no hay

tampoco seguridad en cuanto á las funciones que cada uno de ellos desempeña, y de consiguiente no es posible asegurar cuál es el que está encargado de recibir las impresiones gustativas. Distribúyense, en efecto, en este órgano el glosio-faríngeo, el hipo-glosio y el ramo lingual del trigémino, al que se junta la cuerda del tambor que procede del facial.

Con respecto al hipo-glosio, cuyos filetes se distribuyen en los músculos de la lengua, todos están de acuerdo en atribuirle la excitabilidad motriz de estos músculos y en considerarle extraño á la percepcion de los sabores, porque todos han visto que, despues de cortado, se paralizan los movimientos de este órgano sin que se altere su sensibilidad general ni gustativa.

El glosio-faríngeo se distribuye en la membrana mucosa que tapiza el tercio posterior de la lengua y en las partes inmediatas de la boca y de la faringe, y al parecer está destinado única y exclusivamente á la percepcion del gusto. Así lo han sostenido Panniza y Valentin, de cuyos experimentos resulta que la escision de los dos nervios glosio-faríngeos ocasiona la pérdida de la sensibilidad gustativa conservándose los movimientos y la sensibilidad táctil, mientras que si se cortan los dos nervios linguales, esta última desaparece y solo se conservan la gustativa y los movimientos. Por lo mismo, para estos distinguidos fisiólogos, así como el hipo-glosio preside los movimientos de la lengua, así el glosio-faríngeo está destinado á recibir la impresion de las sustancias sápidas, y el lingual y la cuerda del tambor las impresiones táctiles y de sensibilidad general. Esta opinion, segun la cual cada nervio de los que se distribuyen en la lengua tiene su objeto especial, no solo está en armonía con los experimentos que acabamos de citar, sino que se halla completamente de acuerdo con lo que sucede en los demás sentidos. Hay que añadir, sin em-

bargo, que la cuerda del tambor dirige su principal influencia, segun todas las probabilidades, sobre las glándulas salivales.

Á pesar de todo, se nota cierto empeño en sostener que no es el glosio-faríngeo el único nervio del gusto, sino que el lingual y la cuerda del tambor tienen tambien el mismo objeto sin dejar de ser por eso nervios de sensibilidad táctil, y como es bastante difícil comprender la duplicidad de funciones que se les atribuye, sin que por otra parte haya verdadera necesidad de esta suposición, conviene que examinemos las razones en que nos fundamos para rechazarla. Se dice, en primer lugar, que MM. Alcock y John Reid han cortado á algunos perros los glosio-faríngeos y que estos, no obstante, conservaron la sensación de los sabores, lo que indica que hay algun otro nervio capaz de reemplazar á los primeros. Sin negar la exactitud de los hechos referidos por éstos observadores, lo que si diremos es que el resultado de nuestros experimentos es distinto. Cuantas veces hemos cortado los glosio-faríngeos, el animal ha comido sin repugnancia lo que se le daba aunque estuviera mezclado con las sustancias mas amargas, lo que da lugar á deducir que el gusto habia desaparecido por completo y que ningun otro nervio habia podido sustituir á los que habian sido destruidos.

Se dice tambien que el gusto reside no solo en la base, sino en la punta y en los bordes de la lengua; que el glosio-faríngeo no llega á estos últimos puntos, en donde solo se encuentran filetes del lingual y de la cuerda del tambor, y de consiguiente que estos nervios reciben impresiones gustativas y táctiles á la vez. Si estuviera completamente demostrado que la punta de la lengua es sensible á la acción de los sabores, y si lo estuviera igualmente que el glosio-faríngeo no envia á este sitio ninguno de sus filetes, el argumento seria in-

contestable; pero ya hemos indicado las inmensas dificultades que se presentan para fijar con precision el verdadero sitio del gusto, sensacion complexa á la que contribuyen impresiones gustativas, tactiles y olfatorias á la vez, y no sabiendo de positivo, por otra parte, cómo terminan los nervios que se distribuyen en la lengua, ¿es posible asegurar que no llegan á sus bordes ni á su punta ninguna de las derivaciones del glosio-faringeo?

Se dice, por último, que la parálisis del quinto par, de donde procede el nervio lingual, ó la del séptimo par, de donde se deriva la cuerda del tambor, van acompañadas de trastornos manifiestos en la percepcion de los sabores, y de consiguiente que la influencia de estos nervios en las indicadas percepciones es incuestionable. Este argumento, exacto en todas sus partes, no demuestra, sin embargo, lo que se intenta probar. La influencia de estos nervios en la gustacion es, como se asegura, incuestionable; pero ¿se sigue de aquí que sirvan para sentir la accion de los cuerpos sápidos? Tambien ejerce influencia el quinto par en el fenómeno de la vision hasta tal punto, que si se corta ó se destruye se pierde la vista por completo, y no obstante, ¿le ha ocurrido á nadie asegurar por esto que el quinto par esté encargado de recibir ó trasmitir las impresiones luminosas? Algo análogo sucede al oido y al olfato: cuando se cortan los ramillos que reciben del quinto par, las funciones de estos sentidos se trastornan; pero este hecho lo único que demuestra es que en los órganos de los sentidos se necesita la sensibilidad tactil que el quinto par les comunica y que sin ella se altera ó debilita la especial de que está dotado el nervio óptico para la luz, el acústico para los sonidos, el olfatorio para los olores y el glosio-faringeo para los sabores.

En medio, pues, de las dudas que legítimamente ocurren cuando se trata de resolver esta cuestión, parece lo mas natural admitir que el hipo-gloso está destinado á la excitabilidad motriz de los músculos de la lengua; que el glosio-faringeo es el nervio especial del gusto, que el lingual comunica á las partes en que se distribuye la sensibilidad táctil, sin la cual ninguno de los sentidos funciona con regularidad, y que la cuerda del tambor influye preferentemente en la secreción de la saliva.

CAPÍTULO II.

Mecanismo de la gustacion.

§ 39.

La causa íntima de los sabores la desconocemos por completo: unos cuerpos son sápidos y otros insípidos, sin que sepamos en qué consiste esta diferencia, ni tengamos mas medio de apreciarla que el de las impresiones que producen en el órgano del gusto.

Para que puedan percibirse los sabores es preciso que las sustancias sápidas sean solubles en los jugos de la boca á fin de que se pongan en contacto con las terminaciones nerviosas encargadas de recibir las impresiones que les son propias. Los gases son tambien casi todos sápidos, y segun los experimentos de M. Stich, el hidrógeno sulfurado, el protóxido de azoe y los vapores de cloroformo tienen un sabor azucarado; y ácido, el ácido carbónico, los vapores de ácido acético, etc.

Los sabores se prestan poco á una clasificacion regular. Se les designa de ordinario con el nombre de

agradables y desagradables; pero ni aun la sensacion que producen es constante, porque no depende tanto de ellos mismos como de la diferente impresionabilidad de los sujetos, que á su vez varia tambien por la costumbre y por otro gran número de causas. Solo así se explica el que, para los esquimales, por ejemplo, no haya ningun sabor tan exquisito como el del aceite de pescado, á pesar de lo repugnante que es para la generalidad de las personas; el que la cerveza produzca una impresion ingrata las primeras veces que se toma, concluyendo al fin por no causar la menor repugnancia, y el que en materia de gustos haya tantos y sean tan diferentes con respecto á la mayor parte de las sustancias alimenticias, como lo son casi los sujetos.

El gusto por sí solo no puede darnos á conocer sino lo dulce y lo amargo, lo ácido y lo salado de los cuerpos. Las demás sensaciones que nos proporciona no dependen tanto de él como de la intervencion simultánea del olfato. Si con las narices tapadas comemos carne es casi imposible distinguir si es de vaca ó de carnero, ó si es de ave de corral ó de caza, porque no podemos percibir su aroma. Por la misma razon no distinguimos tampoco la leche que contiene esencia de vainilla de la que está mezclada con café; la jalea de ron de la de marrasquino, etc., pudiendo asegurar de una manera general que siempre que por una causa cualquiera dejamos de percibir los vapores olorosos que desprenden las sustancias alimenticias, nos parecen estas completamente insípidas. Es preciso por lo mismo no confundirlo que pertenece al sentido del gusto con lo que corresponde al olfato y aun al tacto; que obran á la vez, de cuya mezcla de impresiones resulta esa variedad extraordinaria de sabores y esos matices delicados que constituyen la delicia de la mayor parte de los gastrónomos.

Fundándose en estos principios, M. Chévreul ha dividido los cuerpos, según la impresión que producen en la boca, en cuatro clases: los que obran únicamente sobre el tacto, como son: el cristal de roca, el hielo, algunas sustancias astringentes ó cáusticas; los que obran sobre el tacto y el olfato: metales olorosos, estaño, cobre, etc.; los que obran sobre el tacto y el gusto: azúcar cande, sal comun, etc., y los que obran sobre el tacto, el gusto y el olfato: chocolate, aceites volátiles y en general todas las preparaciones alimenticias.

El sentido del gusto, poco desarrollado en la infancia, adquiere mayor perfección á medida que se avanza en edad, y lejos de debilitarse con los años, como sucede á los demás sentidos, aumenta su finura. Por eso hay pocos jóvenes que den grande importancia á los placeres de la mesa, y cuando empiezan á saborearse con cierta delicia los goces de una buena comida, no tardan en presentarse las primeras manifestaciones de la vejez. El gusto es susceptible de una sensibilidad tan exquisita, que á veces nos sorprende, pero tambien se embota y se pervierte con facilidad. En igualdad de circunstancias los sabores son tanto mas intensos cuanto mas excitante es y mas concentrada está la sustancia sávida; cuanto mas tiempo dura su acción, y cuanto mayor es la superficie gustatoria y mas excitables y numerosas son las terminaciones nerviosas.

Se cuentan entre las sensaciones subjetivas del gusto las producidas por las corrientes eléctricas. Aplicando el electrodo positivo de una pila á la punta de la lengua, y el negativo á la mano ó á otra parte del cuerpo, de manera que se establezca una corriente ascendente á través de los nervios gustativos, se siente un sabor ácido; pero si la corriente se dirige en sentido contrario, el sabor es ardiente y alcalino. Podría suponerse que este fenómeno depende de la descomposición de los líquidos

salinos de la boca, cuyos ácidos se agrupan al polo positivo y los álcalis al negativo; pero, según J. Rosenthal, el fenómeno se reproduce igualmente aun cuando se ponga en contacto con la lengua un conductor húmedo en vez del electrodo metálico. Á pesar de todo, es mas natural admitir, como lo hace Beclard, que tanto esta sensacion como las demás que parecen subjetivas lo son únicamente en apariencia y que dependen de la impresion producida por algunos de los humores que las secreciones depositan en el interior de la boca.

El gusto ejerce una influencia importante en los fenómenos de la digestion, puesto que excitados los nervios gustatorios por las sustancias sápidas, obran, por accion refleja, sobre las glándulas salivales aumentando la secrecion de la saliva. Sirve además para indicar la naturaleza ó calidad de algunas sustancias alimenticias dándonos á conocer, por su sabor, las que son inasimilables ó peligrosas, y nos advierte, por último, si es ó no conveniente la ingestion de alimentos en el estómago, porque, tan gratos como son al paladar cuando la organizacion los necesita, tan insípidos y desagradables nos parecen cuando no son ya de utilidad alguna.

SECCION QUINTA.

Sentido del tacto.



CAPÍTULO PRIMERO.

Órgano del tacto.

§ 40.

El tacto es un sentido por medio del cual adquirimos las nociones de forma, consistencia, temperatura y peso de los cuerpos, así como las de su volúmen, número, situacion y movimientos.

Es necesario distinguir el tacto de la accion de tocar. El primero existe en todas las partes sensibles de nuestra organizacion, y especialmente en la superficie de la piel y en la de las mucosas inmediatas, como la de la boca, de la nariz, de la conjuntiva, etc. La accion de tocar supone el ejercicio del tacto unido á la contraccion muscular dirigida por la voluntad; es, pues, un fenómeno activo que se ejerce por órganos destinados á este objeto y de que únicamente están dotados ciertos y determinados animales. De ordinario solo *tocamos* con las manos, y por lo mismo pueden ser consideradas, en el hombre, como los órganos de la palpacion; pero todos los demás de la economía donde se distribuyen nervios de sensibilidad son mas ó menos á propósito para recibir las impresiones táctiles, y de consiguiente en todos hay

tacto, con la sola diferencia de que está mas desarrollado en aquellos en que el número de terminaciones nerviosas es mayor ó en que su sensibilidad es mas exquisita. Por eso es apenas perceptible en los tejidos que reciben sus filetes nerviosos del sistema gangliónico del gran simpático, y por eso hay otros que, al menos en circunstancias normales, son completamente insensibles á este género de excitación.

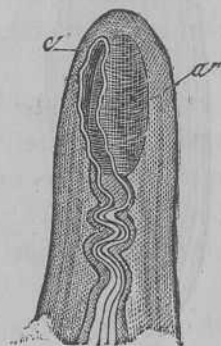
Ya que la piel es la parte del organismo donde el tacto se manifiesta con mayor delicadeza y perfeccion, y donde las terminaciones de los nervios sensitivos son menos desconocidas, diremos algo acerca de su estructura, para comprender mejor la funcion que desempeña.

La piel cubre el cuerpo protegiéndole contra las influencias exteriores y está compuesta de dos partes principales: el *corion* ó *dermis* y la *cutícula* ó *epidermis*, entre las que se encuentra una capa de moco particular designada con el nombre de *cuerpo mucoso de Malpighi*.

La epidermis, completamente insensible y desprovista de vasos y de nervios, sirve de cubierta al dermis; se gasta y se renueva continuamente, adquiriendo mayor espesor en algunos puntos, y presenta gran número de orificios llamados poros que comunican con los conductos perspiratorios, con las glándulas sebáceas y con los folículos de los pelos.

El corion ó dermis se halla debajo de la epidermis; está formado de un tejido fibro-areolar en el que se distribuyen gran número de nervios y de vasos sanguíneos y linfáticos; se divide en dos capas, una profunda ó *corion propiamente dicho*, y otra superficial llamada *papilar*. En esta última se notan numerosas eminencias designadas con el nombre de *papilas*, muy vasculares y sensibles, á las que se considera como elementos esenciales del órgano del tacto.

En algunas de estas papilas, principalmente en las que corresponden á la palma de las manos y á la planta de los piés, se encuentran unos corpúsculos ovoideos, estriados transversalmente, llamados por Wagner y Meissner, *corpúsculos del tacto*.

FIGURA 30.^a

Corpúsculo de Meissner en una papila.

a corpúsculo. *b* entrada del nervio en la papila. *c* su terminacion, no bien conocida.

En el interior de estos pequeños abultamientos se distribuyen algunas fibrillas nerviosas, cuyo modo de terminacion no se conoce todavía. Tomsa sostiene que cada corpúsculo consta de una sola fibra nerviosa enroscada sobre sí misma y constituyendo una especie de pelota; Rouget los considera como compuestos de una masa granulosa, alrededor de la cual gira en espiral un tubito nervioso que al fin penetra en su interior donde termina, y Grandry añade que este tubito se abulta formando ampolla en su extremidad terminal.

Además de los corpúsculos del tacto se encuentran en algunos puntos del tejido celular subcutáneo, otros abultamientos algo mayores, de tres ó cuatro milímetros poco mas ó menos, llamados *corpúsculos de Pacini*,

en cuyo interior se distribuyen los filetes nerviosos perdiéndose en una especie de esferilla de materia granulosa.

FIGURA 31.^a

Corpúsculo de Pacini.

a cápsulas encajadas formando la base del corpúsculo. *b* cápsula central, inmediatamente aplicada sobre el tubo nervioso, formándole una vaina continua con el neurilema del pedículo. *c*, *d* pedículo del corpúsculo formado por un tubo nervioso y su neurilema. *e* tubo nervioso que termina en el corpúsculo.

Una cosa parecida sucede, segun W. Krause, á otros muchos tejidos, principalmente al mucoso, donde tambien se encuentran corpúsculos análogos, si bien no tan voluminosos, dentro de los que se halla una sustancia blanda y homogénea, por entre la cual se distribuye la fibrilla nerviosa para terminar en ella despues de haberse adelgazado. Preciso es confesar, sin embargo, que no se tiene seguridad en la exactitud de ninguno de estos hechos; que no siempre están de acuerdo los fisiólogos acerca de los mismos, y que hay muchos puntos

de la economía, las vísceras y los músculos, por ejemplo, en que los órganos terminales de los nervios sensitivos son completamente desconocidos.

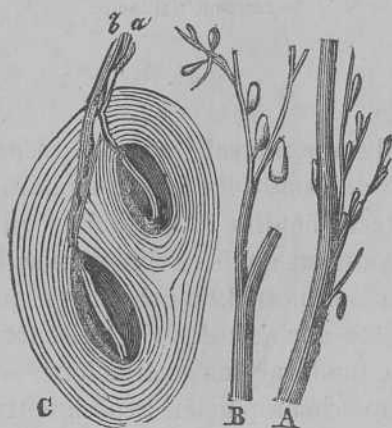


FIGURA 32.*

Corpúsculos de Pacini.

A, B dos nervios con algunos corpúsculos de Pacini de diferentes dimensiones. c un corpúsculo de Pacini considerablemente aumentado. a, b dos tubos nerviosos que penetran en la masa del corpúsculo.

De todos modos, del conjunto de observaciones recogidas parece desprenderse con alguna verosimilitud que la mayor parte de las papilas de la piel y de las mucosas inmediatas contienen fibrillas nerviosas; que estas fibrillas terminan por extremidades libres, ligeramente abultadas á manera de ampolla, ya formen parte de los corpúsculos de Meissner, de los de Pacini ó de los que Krause ha descubierto en otros tejidos; y que cuanto mayor es el número de estas terminaciones nerviosas mas desarrollada se halla la sensibilidad táctil.

CAPÍTULO II.

Mecanismo del tacto.

§ 41.

Nada absolutamente sabemos con respecto al mecanismo íntimo del tacto. La forma papilar de la superficie tegumentaria facilita la excitacion que los agentes exteriores producen en las raicillas nerviosas, y es de presumir que la almohadilla elástica en que descansan, formada por los corpúsculos de Meissner y de Pacini, contribuya á moderar las excitaciones algo violentas que en algunos casos pueden experimentar; pero, ¿qué pasa entre el cuerpo que impresiona y las raicillas nerviosas que reciben y transmiten la impresion? La ciencia no ha conseguido todavía aclarar este misterio.

Por otra parte, á poco que meditemos acerca de las impresiones que nos comunican las superficies tegumentarias y los demás tejidos sensibles, notaremos que son de dos clases diferentes: las unas ocasionan dolor; las otras se limitan á suministrar la noción de las propiedades de los cuerpos perceptibles por el tacto. Ahora bien, ¿existen aparatos periféricos distintos para recibir y transmitir estas diferentes impresiones, ó puede desempeñar esta doble funcion una misma fibra nerviosa segun la clase de estímulo á que se la sujete? La cuestion es difícil de resolver, y aunque la generalidad de los fisiólogos admite que desde la periferia se dirigen hácia los centros nerviosos dos clases de conductores, los unos para transmitir las impresiones del tacto y los otros para las dolorosas, por nuestra parte no podemos aceptar esta doctrina.

En nuestro concepto, toda excitacion intensa de los nervios sensitivos, cualesquiera que estos sean, dá lugar á esa sensacion desagradable á que llamamos dolor. El nervio óptico y la retina, insensibles á toda clase de estímulo que no sea el de las ondas luminosas, duelen, sin embargo, cuando la luz es demasiado viva; y en este caso, no cabe ni aun la sospecha de que la impresion dolorosa se trasmita por otros nervios diferentes, puesto que no los hay que sean sensibles á la accion de los rayos luminosos. Lo que sucede á las terminaciones periféricas del nervio óptico, sucede tambien á los demás nervios de sensibilidad especial, y si estos son capaces de trasmitir en unos casos sus impresiones especiales, y en otros las dolorosas, no hay motivo para que con los del tacto se verifique una cosa diferente.

Hay además pruebas directas cuya importancia no es posible desconocer. Un cuerpo con temperatura moderada impresiona agradablemente los nervios del tacto; pero si su calor se eleva gradualmente, llega un momento en que se hace incómodo y no se puede resistir. Lo mismo sucede con la compresion; si se aplica suavemente sobre la piel un cuerpo cualquiera, apreciamos todas sus propiedades tactiles; pero si la presion que ejerce sobre los tejidos aumenta poco á poco, llega tambien un momento en que se hace molesta y dolorosa, bastando el menor contacto en un sitio privado de epidermis, para que sea insoportable: y sin embargo, tanto en estos casos como en otros muchos que podriamos citar, los mismos nervios son los que dan lugar á las sensaciones del tacto y á las de incomodidad ó de dolor.

Por su parte los nervios de sensibilidad general, á los que se considera como destinados exclusivamente á trasmitir las impresiones dolorosas, pueden comunicar tambien las tactiles. En el fondo de una herida, la excitacion que las piezas del apósito producen, se convierte

por el sensorio en sensaciones de forma, de dureza, de temperatura, etc., iguales á las que adquirimos por el tacto. Lo único que hay de particular es que una gran parte de los nervios sensitivos, principalmente los de los intestinos, de los huesos, de los vasos, etc., tienen una sensibilidad tan obtusa, que solo puede despertarse por medio de fuertes influencias patológicas, y cuando esto sucede, el estímulo es ya demasiado considerable y solo produce dolor.

Probablemente será esta la causa de que cuando se excita un nervio sensitivo en un punto distinto del de su extremidad periférica se perciba dolor y no sensación táctil, siendo lo mas notable que no se siente en la parte en que el nervio ha sido excitado, sino en la que corresponde á sus filetes terminales. Introduciendo el codo en agua muy fria no se siente dolor en este sitio, sino en las terminaciones del nervio cubital, es decir, en los dedos; y cuando se irrita el tronco nervioso del muñon de un miembro amputado, el dolor se percibe en el miembro que falta y no en el muñon.

Por lo demás, observando detenidamente los fenómenos que se presentan en la anestesia producida por el cloroformo ó por el éter, se adquieren nuevas pruebas de que las sensaciones táctiles y las dolorosas no son mas que manifestaciones distintas de la sensibilidad general, segun los distintos grados de excitacion á que se la sujeta. Cuando principia la anestesia, es decir, cuando la sensibilidad empieza á debilitarse, no se sienten ya las impresiones táctiles ordinarias; cuando la pérdida de sensibilidad es mas pronunciada, los cortes, las quemaduras, el desgarrar de los tejidos, no producen dolor y en cambio ocasionan sensaciones de contacto, de presion, de temperatura; y cuando la anestesia es completa, ni aun esto se percibe, desapareciendo lo mismo el tacto que las sensaciones dolorosas. Se citan, sin

embargo, varios casos de pérdida completa de la sensibilidad en lo que se refiere al dolor,—*analgesia*,—sin alteracion de ninguna clase en la sensibilidad tactil; y si estos hechos estuvieran suficientemente comprobados y pudiéramos considerarlos como completamente exactos, seria preciso admitir que las terminaciones de los nervios tactiles pueden, en algunas circunstancias, ser insensibles á las excitaciones violentas y, á pesar de todo, conservar su sensibilidad ordinaria para las excitaciones débiles.

Pero si tanto la sensibilidad general como la tactil tienen origen en los mismos nervios, y si la diferencia que entre una y otra se observa depende únicamente de los distintos grados de excitacion á que pueden estar sujetos, ¿para qué sirve el que las raicillas nerviosas terminen en formas diferentes? Si todas tienen un objeto común, ¿para qué esos aparatos periféricos, desiguales en las diferentes partes de la piel? Antes de contestar á esta observacion, cuya importancia conocemos, es preciso fijar bien un hecho que está relacionado con la misma.

Por medio del tacto percibimos *simultáneamente* tres impresiones distintas: la del *contacto* de los cuerpos exteriores, la de la *presion* que ejercen sobre la piel y la de su *temperatura*. Ahora bien, puesto que estas impresiones se comunican á la vez á los centros nerviosos, y puesto que una misma fibrilla no puede transmitir á *un tiempo* dos impresiones diferentes porque la una destruiria el efecto de la otra, parece lógico suponer que para la trasmision de cada una de ellas existe un conductor separado; y si se acepta esta idea, es fácil comprender el objeto de los corpúsculos de Meissner, el de los de Pacini y aun el de los de Krause, ó lo que es igual, el objeto de los diferentes modos de terminacion de las raicillas nerviosas sensitivas.

Esta explicacion se halla en completa armonía con lo que hemos dicho al hablar de los demás sentidos. El nervio acústico está destinado á recibir la impresion de las ondas sonoras; pero mientras la rama coclear, que forma la fibras de Corti, parece estar encargada de suministrar la nocion de los tonos, la vestibular, que se distribuye en el vestibulo y en los conductos semicirculares, dá á conocer su intensidad. La retina recibe las impresiones de la luz; pero los conos de la membrana de Jacob son los elementos nerviosos destinados á la percepcion de los colores, y los bastoncillos tienen otro objeto diferente. Lo mismo sucede con respecto al tacto: los nervios de sensibilidad general comunican, segun los casos, el dolor ó las impresiones tactiles, pero solo el diverso modo con que terminan sus filetes, influye en que nos den la nocion del contacto ó la de temperatura ó la de presion. En resumen: así como se cree que las impresiones del tacto y las dolorosas se comunican por conductores nerviosos distintos, nosotros opinamos que unos mismos conductores sirven para los dos objetos á la vez; y así como se admite que las impresiones del tacto se trasmiten por una sola clase de raicillas nerviosas, nosotros sostenemos que deben ser diferentes, pues solo de este modo es posible apreciar simultáneamente y con claridad las cualidades que se refieren á la presion, á la temperatura y al contacto de los cuerpos.

§ 42.

La delicadeza de la *sensacion de contacto* no es igual en todas las regiones del cuerpo, porque tampoco lo es el número de filetes nerviosos que en ellas se terminan. Para clasificar estas regiones, segun el orden de su sensibilidad respectiva, Weber tuvo la feliz ocurrencia de aplicar las puntas de un compás, mas ó menos separa-

das, sobre el punto de la piel cuya sensibilidad deseaba conocer: este procedimiento sencillísimo, empleado despues por todos los fisiólogos, se funda en que si dos cuerpos se ponen en contacto simultáneamente con la superficie tegumentaria, siendo igual la distancia que los separa, producen dos impresiones distintas, ó una sola, segun el mayor ó menor grado de sensibilidad de la region explorada. De este modo se ha llegado á demostrar que cuando entre las puntas del compás hay un milímetro de distancia, se percibe la impresion como si fuese de una sola, cualquiera que sea la parte del cuerpo á que se apliquen, excepto en la punta de la lengua, donde se sienten clara y distintamente las dos. Para conseguir este último resultado en la cara palmar del tercer falange de los dedos, la distancia ha de ser de dos milímetros; de cuatro, en la mucosa de los labios; de siete, en la punta de la nariz; de once, en la palma de la mano, los carrillos y los párpados, y mayor sucesivamente en otros puntos de la piel, hasta llegar á cincuenta y cinco ó sesenta milímetros en el cuello, en el pecho, en los brazos y en las piernas, lo que indica que la sensibilidad de estos puntos es cincuenta y cinco ó sesenta veces menor que la de la lengua.

Es notable, sin embargo, que la superficie cutánea presente, en un mismo sitio, mayor ó menor sensibilidad, segun sean algunas circunstancias accidentales que al parecer no deberian ejercer la menor influencia en este resultado. Colocando las puntas del compás transversalmente con relacion al eje del cuerpo, se sienten separadamente, á menor distancia que en la direccion longitudinal. Si se aplica la una despues de la otra, las impresiones se perciben asimismo á menor distancia que si el contacto de las dos fuera simultáneo. Tambien aumenta la sensibilidad si la piel se cubre de agua ó aceite y su temperatura es igual á la del cuerpo; y en

cambio, dos impresiones percibidas separadamente, se funden, por decirlo así, en una sola si se hacen cosquillas en la porcion tegumentaria comprendida entre los dos puntos excitados, ó si se la irrita por medio de corrientes de induccion.

Para explicar, en parte, estos fenómenos, seria necesario suponer que cada raicilla nerviosa ejerce su accion fisiológica dentro del perimetro en que termina, el cual constituye precisamente su esfera de actividad. Admitido esto, se comprende que cuando se reciban dos impresiones dentro del perimetro de una misma raicilla, la sensacion que ocasionen sea única, porque corresponden á puntos idénticos de la misma expansion nerviosa. Cuando las impresiones se producen en dos perímetros distintos, pero tan próximos que se tocan ó se cubren en parte, no podrán tampoco ser trasmitidas al cerebro aisladamente, y de consiguiente la sensacion á que den lugar será única como en el caso anterior. Por último, cuando las impresiones se producen en perímetros diferentes, que no se tocan, porque hay entre ellos algun elemento *sensible no excitado*, la sensacion será doble y las dos impresiones se percibirán con separacion, á no ser que ese elemento *intermedio se estimule*, como cuando se hacen cosquillas, porque en este caso las dos impresiones vuelven á refundirse en una sola sensacion. Es, sin embargo, tan vago todo lo que sabemos con respecto á este punto, y son tantas las diferencias individuales que se observan, que no es posible todavía formar un verdadero cuerpo de doctrina. El mismo cosquilleo de que acabamos de hablar no sabemos en qué consiste, ni por qué ciertas regiones de la piel son mas sensibles que otras á este género de excitacion, acompañado, de ordinario, de risa involuntaria y hasta convulsiva.

§ 43.

Con respecto al *grado de presion* que los cuerpos producen, tampoco lo apreciamos con igual exactitud en todas las superficies sensibles. Por regla general puede decirse que las regiones tegumentarias en las que percibimos mejor las impresiones de contacto, son tambien las mas á propósito para darnos á conocer las variaciones de presion; la punta de la lengua, sin embargo, tan sensible para las primeras, tiene una sensibilidad mucho menor para estas últimas. El medio empleado comunmente para medir la sensibilidad de presion en las diferentes partes del cuerpo, consiste en observar el minimum de peso susceptible de ser apreciado en una determinada extension de la superficie cutánea. Por este procedimiento se ha visto que, en un milimetro cuadrado de la piel de la cara, se siente el peso de dos miligramos, y solo el de diez ó de quince en la pulpa de los dedos, de donde se deduce que esta forma del tacto es mas delicada en la primera region que en la segunda. Es necesario distinguir la presion que los cuerpos ejercen sobre el tegumento, de la resistencia que oponen al esfuerzo muscular empleado para comprobar su cohesion ó para oponerse á su caida provocada por la gravedad. Con este objeto, cuando queremos conocer su consistencia ó su peso, apreciamos estas cualidades por el mayor ó menor esfuerzo que necesitamos emplear.

Para adquirir la nocion de *la forma* de los cuerpos, es preciso que estén en contacto con diferentes puntos de la superficie tegumentaria, y teniendo en cuenta la posicion de las partes de la piel á que tocan, la desigualdad de presion que en ellas producen y los sitios en que el contacto es nulo, apreciamos la forma que

deben tener por los datos que la experiencia nos ha suministrado. Fácil es por lo mismo comprender el gran número de ilusiones ó de errores en que incurriríamos en todo lo que se refiere á la distancia, á la extension y á la forma de los objetos si el tacto no fuera auxiliado por la vista.

§ 44.

Por medio del tacto conocemos tambien si los cuerpos que tocamos tienen una temperatura igual, mayor ó menor que la superficie cutánea con que se ponen en relacion. Sentimos calor cuando su temperatura es mas elevada que la nuestra, y frio en el caso contrario; pero como estas sensaciones dependen exclusivamente de la cantidad de calórico que en cada uno de estos casos perdemos ó ganamos, y como esto consiste mas en el grado de calor que nosotros tenemos que en el que tienen los objetos, nos engañamos con muchísima frecuencia en todo lo que se refiere á su temperatura real. Por eso un cuerpo á la temperatura de 30° ó 35° nos parece caliente ó frio segun los puntos de la piel á que se aplica; por eso el agua, que al tiempo de meternos en el baño nos impresiona desagradablemente por su frialdad, se nos figura mas templada algunos momentos despues, y por eso los subterráneos, el interior de las catedrales ó de otros edificios en que la temperatura varia pocos grados, nos parecen calientes en invierno á pesar de que nos habian parecido frios en verano.

Influye tambien mucho en la sensacion que percibimos, el que los cuerpos sean buenos ó malos conductores, el que tengan mayor ó menor capacidad para el calórico y otro gran número de circunstancias diferentes. Á temperatura igual, el aire parece mas caliente

que el agua, porque es peor conductor del calor, y no puede quitarnos tanto como esta en el mismo tiempo. Por la misma razon el mármol y los metales parecen mas frios que los otros cuerpos aunque tengan los mismos grados de calor termométrico. Cuando la atmósfera está en calma se nos figura que su temperatura es mayor que cuando hay corrientes de aire, porque en este último caso la evaporacion es mas considerable y perdemos mucha mayor cantidad de calor. Entre dos metales, el cobre y el mercurio, por ejemplo, nos parecerá mas caliente el primero, aunque su temperatura sea igual, porque su calor específico es mayor y cede por lo mismo en la unidad de tiempo mayor cantidad que el segundo.

El tacto no solo nos suministra nociones inexactas con respecto á la temperatura de los cuerpos, sino que cuando esta sube ó baja mas allá de ciertos límites, la impresion táctil desaparece y únicamente percibimos una sensacion de *dolor*. El contacto del mercurio congelado causa una sensacion de quemadura igual á la que produce un hierro incandescente.

La sensibilidad de la superficie tegumentaria en lo que se refiere á las variaciones de temperatura no es igual en todos los puntos de su extension. La cara palmar de los dedos, la lengua y los labios son menos impresionables, bajo este concepto, que los párpados, la pituitaria ó los carrillos. Por otra parte, la sensibilidad de un punto determinado de la piel aumenta á medida que es mayor la superficie de contacto: así, un cuerpo que toque el tegumento en una grande extension puede parecer mas caliente que otro de mas elevada temperatura, pero que solo esté en contacto con una superficie mas limitada.

Segun Darwin, en las parálisis incompletas de sensibilidad, el tacto pierde antes la facultad de distinguir

la forma y las asperidades de los cuerpos que las diferencias de calor, lo que, hasta cierto punto, confirma nuestra opinion de que las impresiones de contacto, de presion y de temperatura se reciben y trasmiten al sensorio por distintas fibrillas nerviosas. Algo significa tambien, con respecto á este punto, el que las regiones de la piel y de las mucosas mas sensibles al contacto no sean las que nos permitan apreciar mejor las variaciones de temperatura.

§ 45.

El tacto se deteriora notablemente con la edad. La piel de los viejos experimenta modificaciones importantes; la epidermis es menos flexible, la traspiracion cutánea imperfecta, y el corion se presenta flojo y arrugado por haber desaparecido la capa subcutánea de gordura. No es por lo mismo extraño que el tacto se debilite con los años si se tiene en cuenta sobre todo que tambien se debilita la sensibilidad general. Aun sin necesidad de estas causas, es decir, aunque la piel no sufra las alteraciones que acabamos de indicar, la sensibilidad tactil del niño es mayor que la del adulto. Czermak, primero, y Goltz, despues, han demostrado que la distancia á que han de estar las ramas del compás para que las dos impresiones tactiles sean percibidas separadamente, es menor en los niños, cualquiera que sea la region del cuerpo que se compare con relacion á la del adulto, lo que quizá depende de que el número de fibras nerviosas primitivas en un mismo perimetro, es mayor en la infancia que cuando los tejidos han adquirido su completo desarrollo.

El frio, disminuyendo el calibre de los vasos capilares periféricos; las congestiones sanguíneas de la piel que resultan de un ejercicio violento, dilatando mas de lo conveniente los mismos vasos y tal vez compri-

miendo las papilas y terminaciones nerviosas, y el aumento de grosor de la epidermis á consecuencia de ciertas profesiones, son otras tantas causas que debilitan ó destruyen por algun tiempo la sensibilidad tactil.

En cambio hay otras circunstancias que dan al tacto mayor delicadeza y perfeccion, siendo la mas importante de todas su ejercicio, con cuya influencia, favorecida por la costumbre y la educacion, llega á veces á un grado de finura sorprendente. Los ciegos pueden leer con facilidad palpando con los dedos los caracteres impresos en relieve, ó los signos convencionales marcados en el papel con la punta de un punzon. Saunderson, ciego de nacimiento y profesor de matemáticas de la Universidad de Cambridge, conocia por medio del tacto algunas medallas contrahechas con tal perfeccion, que los inteligentes no las sabian distinguir de las verdaderas con la vista, y segun el testimonio de Boyle, han existido ciegos que por medio del tacto distinguian los colores, fundándose la explicacion de este fenómeno en que la diferencia del colorido depende de la disposicion y del número de las pequeñas desigualdades que hay en la superficie de los cuerpos, por cuyo medio reflejan este ó el otro rayo luminoso absorbiendo todos los demás, y en que estas desigualdades pueden llegar á ser percibidas cuando el tacto adquiere toda la perfeccion de que es capaz.

El tacto es tal vez el sentido mas generalizado entre los animales, y desde el pólipo, que, limitado al solo tacto, palpa, por decirlo así, cuanto le rodea, hasta el hombre, dotado de la mano, de este instrumento prodigioso por su finura y movilidad, susceptible de variar de figura á cada instante y de adaptarse exactamente á la superficie de los cuerpos, todos poseen algun órgano ó tejido dotado de sensibilidad tactil mas ó menos desarrollada.

§ 46.

Importancia del tacto.—Desde los tiempos mas remotos el tacto ha sido para los naturalistas y fisiólogos un objeto de entusiasta admiracion, considerándole como el encargado de rectificar los demás sentidos, cuyos errores corrige, y como el único que puede suministrar-nos ideas exactas y precisas. Se le ha llamado el sentido geométrico, y algunos filósofos le han considerado como el mejor regulador de la inteligencia de los animales, habiendo hallado en la cola del castor y en la trompa del elefante la sensibilidad tactil que se necesita para explicar por ella ese grado de sagacidad y esa especie de cultura que les caracteriza y de que no participa ningun otro cuadrúpedo.

Condillac y Buffon han contribuido en los tiempos modernos á vulgarizar estas ideas, y desde que este último aseguró que solo por el tacto adquirimos conocimientos completos y reales, y que los defectos de los demás sentidos no serian mas que ilusiones ni producirian mas que errores en nuestro espíritu, si el tacto no nos enseñara á juzgar con exactitud, pocos son los que no han admitido esta opinion como una verdad completamente demostrada. ¿Es cierto, sin embargo, lo que asegura el sábio naturalista francés?

Por de pronto bueno es dejar consignado que las ideas que el sentido del tacto excita en el cerebro no son de orden mas elevado que las que originan los demás sentidos. La buena fé de Richerand le ha obligado á confesar que la idea de la figura de un cuerpo, transmitida por el sentido del tacto, ni es mas elevada ni mas ínfima que la de su color transmitida por la vista; el sabor y el olor de una sustancia son cualidades tan superiores como su temperatura y su densidad. La excelencia del

tacto no puede fundarse, por lo mismo, en la elevacion de las ideas que ofrece al alma, porque no se diferencia en este punto de lo que sucede á los demás.

El tacto no puede tampoco reemplazar á ninguno otro sentido. Las sensaciones referentes á los colores, á los sabores, á los olores y á los tonos, no son, como Buffon supone, impresiones táctiles modificadas, sino sensaciones específicas, debidas á la excitacion que la luz y los sonidos, etc., ejercen sobre nervios especiales, cuyo estímulo solo ellos sienten y que no producen el menor efecto en ninguno de los restantes. De consiguiente, ¿qué es lo que el tacto puede enseñar ó rectificar en lo que se refiere á los colores y á los sonidos, etc., si estas sensaciones le son completamente extrañas? Verdad es que en algunos casos, como cuando tratamos de apreciar por medio de la vista la forma ó la distancia de los objetos, el tacto contribuye á que los juicios sean mas exactos; pero las nociones que nos suministra este último sentido respecto á la distancia ó extension, y aun á la forma de los cuerpos, adquieren tambien mayor grado de precision, si la vista las ratifica y las confirma. No hay motivo, pues, por esta parte para dar al tacto una preponderancia que en realidad no tiene.

Tambien es un error suponer que el tacto suministra siempre ideas exactas y precisas, pues lejos de ser así, está expuesto, lo mismo que los demás sentidos, á ilusiones especiales. Ya hemos visto con cuánta facilidad nos engaña en todo lo que se refiere á la temperatura, y casi podemos incurrir en las mismas equivocaciones con respecto á la nocion del contacto. Nosotros, segun ha dicho y con razon Müller, no sentimos el objeto que nos toca, sino la parte del tegumento que ha sido *tocada*, de manera que si cambiamos artificialmente la posicion relativa de las superficies sensibles, formamos juicios equivocados en lo relativo al número, á la distancia y

aun á la figura de los cuerpos. Poniendo el dedo medio sobre el indicador, y colocando una bolita de cera entre el borde externo del primero y el interno del segundo, *parece que se tocan dos bolitas diferentes*; lo mismo sucede cruzando las rodillas y colocando entre las dos un cuerpo esférico, ó poniéndole entre los labios y estirando el borde libre del superior hácia la derecha y el del inferior hácia la izquierda ó vice-versa. En cualquiera de estos casos, en vez de uno, se sienten dos cuerpos y como si estuvieran mas ó menos separados. Por una causa análoga, cuando en las operaciones rinoplásticas se forma una nariz artificial con un colgajo de la piel de la frente, las impresiones que recibe la nueva nariz no se perciben en el sitio donde está, sino en el que ocupaba anteriormente la piel.

Si el tacto no excita en el sensorio ideas mas elevadas que los demás sentidos; si no puede suministrarnos ninguna de las impresiones específicas que solo estos reciben; si nos proporciona á veces datos equivocados y contribuye á que formemos juicios inexactos, ¿en qué consiste su superioridad? En nuestro concepto, su preeminencia estriba en la grande extension de la superficie que ocupa; en que reside en todas las partes sensibles de nuestra organizacion, informándonos de las cualidades de los objetos que nos interesa conocer; en que es, por decirlo así, el origen de las sensaciones internas, y en que, como son muchas y muy variadas las impresiones que recibe, tanto del exterior como del interior, proporciona á la inteligencia mayor número de materiales que todos los demás.

SECCION SEXTA.

Sensaciones internas.

CAPÍTULO PRIMERO.

Necesidades ó deseos instintivos.

§ 47.

Hemos dicho que todas las partes del organismo que reciben nervios de sensibilidad están dotadas de la facultad de transmitir al cerebro las impresiones que les causa el contacto de los cuerpos que con ellas se ponen en relacion; y como la trama de los tejidos está constantemente regada por el plasma de la sangre, modificado sin cesar por las reacciones químico-vitales que se efectúan en la economía, las raicillas nerviosas periféricas que con él se ponen en contacto experimentan excitaciones distintas segun los casos, dando lugar á que desde el interior mismo de los órganos se trasmitan al cerebro, sin la intervencion de ninguna causa externa, gran número de impresiones que ejercen en el individuo una influencia aun mas poderosa que las comunicadas por los órganos de los sentidos.

Ya hemos visto que estas últimas dan origen á las sensaciones externas, por cuyo medio nos comunicamos con los objetos que nos rodean, adquiriendo la inteli-

gencia los materiales que necesita para sus mas elevadas concepciones. Las que ahora vamos á estudiar, las que nacen en el interior de nuestros órganos constituyendo las sensaciones internas, nos revelan algo de lo que pasa dentro de nosotros mismos, y á causa de los deseos y de las propensiones que provocan, nos incitan sin cesar al cumplimiento de ciertas necesidades orgánicas, dando origen á los *instintos*, á los *sentimientos*, á las *pasiones* y á todo lo que contribuye á formar el fondo moral de nuestro carácter. Las sensaciones externas ejercen una influencia decidida en el desarrollo de la inteligencia, y á ellas se debe principalmente la extension de los conocimientos que la humanidad adquiere sin cesar y que acumula de día en día para legarlo siempre como patrimonio científico á las generaciones venideras. Las internas no aumentan en nada, al menos directamente, el círculo de esos conocimientos; pero como las necesidades que dispiertan excitan al entendimiento para que busque los medios de satisfacerlas, vienen á ser el acicate que aviva nuestro ingenio, dando lugar, siquiera sea de un modo indirecto, al progreso de las artes, de las industrias y de las mismas ciencias; mientras que por otra parte contribuyen á que el hombre pueda ser bueno y honrado, ó á que, dejándose arrastrar por la pendiente del crimen, se convierta en un objeto de aversion y de desprecio si para satisfacer esas necesidades emplea medios ilícitos que la moral reprueba y que las leyes no deben consentir.

Se halla esta doctrina en tan perfecto acuerdo con la conciencia universal, y está tan arraigado el convencimiento de que las buenas ó malas inclinaciones se engendran, por decirlo así, en el seno de los tejidos, que ya se dice en lenguaje vulgar,—traduccion, mas exacta de lo que generalmente se cree, de nuestra manera de sentir,—que hay hombres de buena cabeza, pero de me-

diano corazon ó de malísimas entrañas. No queria decir otra cosa S. Pablo cuando aseguraba en su carta á los Romanos que sus miembros estaban en guerra abierta con su razon, ni es otra la causa de que en todos tiempos y en todos los países se haya considerado como el mas noble atributo de la especie humana el que el hombre se venza á sí mismo y el que sepa dominar sus inclinaciones para no dejarse arrastrar por ellas con la impetuosidad que los animales.

De acuerdo en esta parte con Richerand, creemos que las eternas disputas acerca de las distinciones entre el alma sensitiva y la racional, lo mismo que los combates que se han admitido entre la irascibilidad ó concupiscencia y el principio intelectual, no han sido mas que la expresion enérgica y constante de la lucha establecida entre los impulsos instintivos y las determinaciones racionales; entre las necesidades, á veces imperiosas, del organismo, y el juicio que las reprime y las subyuga conteniéndolas en los límites de la razon.

Se vé, pues, que segun nuestra manera de pensar, así como los órganos de los sentidos reciben las impresiones exteriores y las trasmiten al cerebro para que sean percibidas y queden convertidas en ideas, así las vísceras y tejidos reciben tambien las excitaciones internas y las trasmiten al sensorio para que por la percepcion se trasformen en instintos, ideas de otra índole que constituyen con las anteriores los verdaderos elementos de esas misteriosas y sublimes combinaciones que hacen del hombre el sér mas inteligente y al mismo tiempo el de pasiones mas vehementes de toda la creacion.

Conviene tener en cuenta, sin embargo, que así como seria absurdo sostener que las sensaciones externas constituyen por sí solas todo lo que se refiere á la inteligencia y á la voluntad, no lo seria menos el creer

que las sensaciones internas se bastan á sí mismas para constituir los instintos y pasiones. Nuestro sabio y eminente amigo el Dr. Mata dice con razon, siquiera sea para sacar deducciones que nosotros no apoyamos, que la perfeccion fisica de cada sentido y su exquisita sensibilidad solo sirven para recibir bien las impresiones de los objetos exteriores, acabando aquí toda su actividad y reduciéndose á eso todo su objeto funcional, sin que tengan ninguna otra influencia en los órganos de las percepciones, ni consideradas en sí, ni con relacion á la facultad perceptiva á que corresponden ó al talento que por ellas se pueda desplegar.

Observad á muchos hombres, dice: ved el estado de cada uno de sus sentidos; relacionadle luego con el de sus manifestaciones de instinto, sentimiento é inteligencia, y hallareis que no hay ninguna relacion constante entre la perfeccion ó imperfeccion de los sentidos y la mayor ó menor perfeccion de las demás facultades á quienes sirven. Una buena vista, por ejemplo, no hace un buen pintor, ni un buen escultor, ni buenos geógrafos; no dá, en fin, talento alguno ni aptitud artistica, cientifica ó industrial. Los idiotas, los imbéciles y los locos tienen sentidos; sin embargo, ved cómo están sus facultades. Todos los animales los poseen tambien; esto no obstante, distan mucho de tener iguales actividades.

¿Y qué es lo que se deduce de lo que con su acostumbrada maestria asegura el Dr. Mata? En nuestro concepto, lo que se deduce es que las impresiones provocadas en los sentidos por los agentes exteriores valen por sí solas muy poco; y que si no hay un conductor que las trasmita al cerebro; si este centro nervioso no las percibe, ó si no las elabora funcionando como instrumento material de nuestra inteligencia, no es posible que tengan lugar sus admirables manifestaciones.

Una cosa análoga sucede con las sensaciones internas. Para que tengan origen en la trama de los tejidos, es preciso que haya un agente excitador que provoque la impresion, y es indispensable, además, que se comunique al cerebro y que este órgano la perciba, porque solo cuando hay percepcion pueden sentirse esos impulsos, cuyo punto de partida está en el interior del organismo, pero cuyo centro radica en la masa cerebral, sin la que, así como no son posibles las ideas ni las operaciones intelectuales que á ellas se refieren, no lo son tampoco los instintos ni los sentimientos que, en el variado juego de sus infinitas combinaciones, constituyen el carácter moral de cada uno de los sujetos. Por eso los idiotas, los imbeciles y aun algunos locos, aunque conserven en su integridad mas completa las funciones nutritivas, en unos casos no tienen instintos y en otros los tienen pervertidos.

La dificultad está en que, así como para las sensaciones externas estamos dotados de órganos especiales perfectamente conocidos, encargados de recibir las impresiones exteriores y de trasmitirlas al sensorio, conocemos mal ó desconocemos por completo los aparatos destinados á recibir y trasmitir á los centros nerviosos las impresiones que se producen en el interior. Esto, no obstante, veamos si es posible clasificar las sensaciones internas, ateniéndonos exclusivamente al resultado de las observaciones que podemos hacer en nosotros mismos.

§ 48.

Clasificacion de las sensaciones internas.—Á poco que fijemos la atencion, será imposible confundir las sensaciones que experimentamos en el estado de salud con las que percibimos en el de enfermedad. Esa sensacion

vaga, indefinible, que no podemos localizar en ningun sitio determinado y que cada uno de nosotros expresa de una manera exacta cuando dice que *se encuentra bien*, es demasiado distinta de la que se siente cuando *nos encontramos mal*, ya sea general é indeterminado el malestar ó ya pueda localizarse, sobre todo si se siente dolor en una ú otra parte del organismo. En el primer caso, el cerebro percibe la impresion que cada una de las expansiones nerviosas periféricas le trasmite, y como todo se efectúa de una manera regular, la impresion percibida es agradable y experimentamos esa sensacion de bienestar que es el signo mas evidente de la salud. Podria decirse que cada molécula sensible pone en conocimiento del sensorio que en el perimetro sujeto á su influencia no ocurre novedad. En el segundo caso existe forzosamente algun trastorno, y á él se debe la sensacion de malestar que acompaña á todas las enfermedades y que solo podemos localizar cuando el grito de angustia ó de dolor del órgano que padece es ya bastante intenso.

Dejando aparte las sensaciones patológicas que, aunque interesantísimas para el médico, no son del dominio de la fisiología, las que tienen lugar en el estado de salud pueden dividirse en tres grupos perfectamente caracterizados.

Corresponden al primero las que se verifican cuando hay en los órganos necesidad de obrar, por cuya razon se llaman *necesidades ó deseos instintivos*. Ya hemos visto, al hablar de la digestion, cuáles eran las causas productoras del hambre y de la sed. Por una razon semejante, la vejiga de la orina, excitada por el líquido que la distiende, provoca las ganas de orinar; las materias fecales acumuladas en el recto nos hacen sentir la necesidad de defecar; el sémen contenido en las vesículas seminales dispierta los apetitos venéreos, y

causas análogas, mas ó menos conocidas, contribuyen á la necesidad de respirar, á la del ejercicio muscular, etc. Los que se empeñan en atribuir estas sensaciones al cerebro, con independencia de los órganos en que toman origen, podrian recordar que si se evacua la orina, aunque sea por medio de una sonda, desaparecen las ganas de orinar, y que la extirpacion de los testículos, haciendo imposible la secrecion del sémen, extingue para siempre los instintos propios de la generacion.

Corresponden al segundo grupo las que se perciben durante la accion de los órganos, y que, aunque bastante oscuras de ordinario, son vivísimas en algunos casos. Si el cerebro no percibiera por los nervios de sensibilidad los grados de tension, de presion y aun de contraccion de los músculos voluntarios, y si no pudiera apreciar los resultados de la actividad muscular ó de la impulsión comunicada por los nervios motores, ni los movimientos serian coordinados y regulares, ni podriamos sostenernos en la posición vertical, ni se adquiriria fácilmente la noción de algunas de las condiciones físicas de los cuerpos. Cuando se cortan las raíces posteriores de los nervios de la médula espinal, ó cuando las fibras que desde la médula se dirigen al cerebro se hallan alteradas, como en la *tabes dorsal*, es decir, cuando las impresiones que los nervios sensitivos reciben en los músculos no pueden trasmitirse hasta el cerebro, la regularidad de los movimientos desaparece reemplazándola la ataxia locomotriz, sin que sea tampoco posible reconocer el peso ni la forma de los cuerpos. Las impresiones que acompañan las diferentes excreciones, como las del esperma, de la orina, de la leche, etc., corresponden tambien al mismo grupo, aunque son mucho mas vivas que las anteriores y se perciben por lo mismo con mayor intensidad.

Corresponden, por último, al tercero, las que se des-

arrollan cuando los órganos han trabajado por mas ó menos tiempo, constituyendo ese sentimiento de fatiga tan perceptible despues de grandes esfuerzos intelectuales, de un ejercicio muscular prolongado, etc.

Cualquiera que sea el grupo á que pertenezcan las sensaciones fisiológicas que se desarrollan en el interior de la economía, contribuyen á uno de estos dos objetos: la conservacion del individuo ó la conservacion de la especie, y de ahí el que los instintos y sentimientos que de estas sensaciones se derivan no sean sino inclinaciones, propensiones, necesidades, por cuyo medio se satisface este doble fin de la naturaleza.

Los instintos que se observan en el hombre y que pueden considerarse como diferentes, por ser distintos los deseos que causan, por existir con independencia los unos de los otros y por manifestarse con diversos grados de energía, son: entre los que tienen por objeto la conservacion del individuo, *el apego á la vida, el instinto gastronómico, el de la defensa, el de la lucha, el de la astucia, el de la propiedad y el de la construccion*; y entre los que sirven para la conservacion de la especie: *el amor, el cariño filial, el amor al país, la sociabilidad*. Digamos algunas palabras acerca de cada uno de estos instintos en particular.

§ 49.

De los instintos en particular.—Apego á la vida.—La existencia de todos los animales está rodeada de peligros, y como no siempre puede evitarlos la reflexion, se necesita un instinto conservador que esté constantemente en acecho para sustraerlos á su influencia destructora, protegiéndolos en su debilidad y escudándolos contra los riesgos que les cercan. Á él se debe el movimiento instintivo con que se retrocede á la vista de

un precipicio ó de cualquiera otra causa que infunda algun temor. El caballo se encabrita y procura huir en cuanto percibe cualquier otro animal que pueda causarle el menor daño; el camello, segun cuentan, se oculta y casi se entierra en las arenas del desierto para resguardarse del sopro abrasador del Simoun; si se toca un escarabajo se hace inmediatamente el muerto, y no hay ningun animal en que no se observen esos impulsos espontáneos con que procuran evitar todo lo que puede ser un peligro para su existencia.

El apego á la vida es tan enérgico en el hombre como en los irracionales, y si hay ocasiones en que arrostra el peligro sin vacilar ó en que se expone con heroismo á una muerte casi cierta, es porque cede al impulso de otros instintos mas vehementes, como cuando la tímida gallina sacrifica valerosamente su vida por defender la de sus polluelos. Verdad es que el hombre tiene el triste privilegio de ser el único entre todos los animales que á veces pone fin á sus dias, con deliberada intencion y por motivos que parecen racionales; pero, ¿es la falta de este instinto ó su razon extraviada lo que le convierte en suicida? ¿No es un hecho notabilísimo que solo se observe el suicidio en los séres dotados de razon, es decir, en los únicos que pueden tenerla pervertida?

El *instinto gastronómico* está caracterizado por ese impulso interior que nos hace desear los alimentos y las bebidas, dándonos á conocer al mismo tiempo los que son mas convenientes. El niño que acaba de nacer toma con la boca el pecho de la madre, sin que nadie le haya enseñado este medio de alimentacion. Cuando termina la lactancia, hacemos uso, instintivamente, de sustancias vegetales y animales, sólidas y líquidas, porque así lo exigen las condiciones orgánicas de nuestro aparato digestivo y las necesidades nutritivas de todo el organismo. Este instinto, segun se asegura, sirve á los anima-

les para elegir el alimento que les conviene, aun sin conocer las propiedades de las sustancias elegidas. Los bueyes, por ejemplo, de cuatrocientas noventa y tres clases de plantas diferentes, comen solo, segun Linneo, doscientas setenta y cinco, y dejan como inútiles ó peligrosas doscientas diez y ocho; una cosa análoga sucede á las cabras, á las ovejas y á los demás herbívoros, y aunque este fenómeno singular no dependa exclusivamente del instinto; aunque el olfato y el gusto basten por sí solos para eliminar un gran número de sustancias si su olor ó su sabor es malo, siempre sorprende que escojan, casi desde el momento de nacer, las que son mas apropiadas á sus necesidades fisiológicas y que rechacen las demás.

Conviene, sin embargo, no exagerar la importancia de estas observaciones. Sostener, como lo hacen algunos, que á este instinto y al del apego á la vida se debe el conocimiento innato de los remedios para la curacion de las enfermedades, es empeñarse caprichosamente en revestir con las apariencias de realidad lo que no son mas que quiméricas ilusiones, porque ni en el hombre ni en los animales hay nada que se parezca á ese don maravilloso. Abandonados á su instinto, comen cuando tienen hambre, beben cuando tienen sed, se echan si las fuerzas les flaquean, buscan el fresco si el calor les incomoda, ó el calor si sienten frio; pero no hay un solo hecho que autorice á suponer que saben escoger, entre las diferentes sustancias de que se hallan rodeados, las que son mas apropiadas á la curacion de sus dolencias. No basta decir que el perro, por ejemplo, come algunas yerbas cuando se encuentra enfermo, porque tambien las come cuando no lo está, y porque el único efecto que le producen, y no siempre, es provocar el vómito si el estómago se encuentra lleno de materiales que le estorban. No basta tampoco asegurar que los

pueblos salvajes, sin estudio, sin conocimientos médicos y viviendo en medio de selvas seculares á las que no llega ni aun el rumor de nuestra civilizacion, hallan en la naturaleza yerbas eficaces para prolongar su vida y curar todas las enfermedades, sin que sea fácil comprender cómo han podido conocer sus virtudes medicinales, plegando todos los dias su tienda para seguir al sol en su curso rápido; pues á poco que se fije la atencion se verá que en esas hiperbólicas descripciones hay mas entusiasmo por lo maravilloso que exactitud, ya que ni los salvajes plegan todos los dias su tienda, ni siguen al sol en su rápida carrera, ni carecen del estudio médico que suministra la experiencia y trasmite la tradicion, ni curan todas las enfermedades, ni dejan de morir como todos los demás. En los pueblos nómadas, lo mismo que en nuestras aldeas y cabañas, no existen los millares de causas patológicas que engendra sin cesar el refinamiento de lo que se llama civilizacion; las organizaciones son mas vigorosas, las enfermedades menos frecuentes y mas sencillas, y allí, como en todas partes, la experiencia enseña, á costa de algunos sacrificios, y probablemente tambien de algunas víctimas, qué remedios son, entre los que se hallan á su alcance, los que pueden emplearse con mas probabilidades de que produzcan algun bien.

Esto no obstante, la obcecacion llega á dominar de tal manera á cierta clase de pseudo-fisiólogos, que cuando la fuerza irresistible de los hechos les ha obligado á confesar que el conocimiento innato de los remedios *está embotado* en el hombre, todavia sostienen que sale á veces de su letargo, sobre todo en los ensueños, para enseñarnos á curar nuestras dolencias, y hasta citan, en apoyo de su opinion, casos verdaderamente estupendos. Esculapio, se dice, apareció en sueños á Varron y le ordenó que comiera cebolla y ajonjolí para curarse. Un

sacerdote de Esculapio se curó de un dolor de costado sangrándose, segun le habia prevenido en sueños el Dios á quien servia. El mismo Dios mandó que bebiese sangre de toro un hombre que padecia esputos de sangre, y se curó. Otro vió en sueños la raíz de la rosa silvestre llamada *cynorrhodon*, presintiendo al mismo tiempo su eficacia para la curacion de la rabia, y se salvaron en lo sucesivo cuantos la usaron en la forma prevenida. Hoy mismo, fundándose en estos ó parecidos datos, ¿no hay quien asegura que el sonámbulo magnético puede propinar á los enfermos los remedios mas convenientes para la curacion de sus dolencias? Es verdaderamente incomprensible que personas de regular criterio puedan admitir de buena fé que existe en nosotros un instinto cuya perspicacia curatriz solo se *despierta* cuando estamos *dormidos*; pero aun es mas extraño que á estos delirios, que deberian estar relegados al olvido, se les pretenda dar un carácter científico que no han tenido jamás.

La conservacion del individuo exige en muchas ocasiones el *instinto de la defensa*, y de ahí ese impulso que nos incita á la lucha siempre que se atenta contra nuestra propiedad ó nuestras personas. Por otra parte, la vida es una série no interrumpida de deseos, y como no siempre es fácil realizarlos, ponemos en juego toda nuestra actividad para vencer los obstáculos que se oponen á su cumplimiento. La energía de este instinto no es igual en las diversas épocas de la vida; prepotente é irreflexivo en la juventud, se debilita y extingue con los años. En el hombre es tambien mas activo que en la mujer, razon por la cual arrostra con mas firmeza los peligros y demuestra mayor rigor y energía en la realizacion de sus propósitos. En los animales hay tambien notabilísimas diferencias; débiles y tímidos los unos, su salvacion está en la huida; vigorosos y valientes los

otros, no retroceden ante ninguna fuerza ni reparan nunca en la talla ni en el vigor de su adversario.

El *instinto de la lucha*, indispensable para la defensa, obliga con frecuencia, lo mismo al hombre que á los animales, á tomar la iniciativa en el ataque, y de consiguiendo á la agresion como único medio de satisfacer sus necesidades. Para vivir es preciso alimentarse, y como las sustancias orgánicas son las que proporcionan la mayor parte de los principios reparadores, es indispensable destruirlas á fin de que sirvan de alimento. Para los animales carnívoros, la agresion es una necesidad irremediable. El águila distingue de lejos con su vista penetrante la pobre víctima que ha de suministrar la carne fresca que conviene á su organizacion, y la naturaleza la ha dotado de músculos robustos para los vuelos rápidos, á fin de que pueda alcanzar su presa: de garras y encorvado pico para sujetarla y desgarrarla, procurándose de este modo los medios de satisfacer un apetito sanguinario y cruel, pero que proviene de una imprescindible necesidad orgánica. En igual caso se encuentran el tigre, la pantera y todos los animales que hacen uso de carnes frescas y palpitantes. Si á su vista se sienten tan agradablemente impresionados no es, como podria sospecharse, por solo el gusto de matar: ceden á las exigencias de su estómago, que solo puede digerir alimentos azoados, y que solo con ellos puede suministrar á la sangre los materiales de reparacion indispensables para el sostenimiento de la vida. El manso corderillo, que pace tranquilamente en nuestras praderas, no se diferencia, bajo este concepto, de esos animales sanguinarios sino en la clase de seres que destruye; su aparato gástrico no puede digerir mas que sustancias vegetales; su organizacion entera encuentra en ellas los materiales reparadores que necesita, y su instinto, en armonía con su organizacion, solo

es agresivo con los seres vegetales que le sirven de alimento.

El hombre, que siente como todos los animales la necesidad de vivir, rechaza y destruye, por instinto, cuanto le perjudica en su existencia, y ya para conjurar los peligros que le cercan, ya para resistir las agresiones de que puede ser objeto, ya para procurarse los alimentos y bebidas que reclama imperiosamente su economía, remueve en unas ocasiones los obstáculos que se oponen al logro de sus deseos, neutraliza, en otras, sus efectos, y en la lucha con los agentes animados ó inanimados que desea dominar, los destruye si puede, siendo tanto mas agresivo y tanto mas cruel con las víctimas que á veces sacrifica, cuanto mayor es su ignorancia y mas se acerca al estado de barbarie, por no haber aprendido con el ejemplo ó la educacion, que no se debe querer para los otros lo que no se quiera para sí mismo, único medio de refrenar en parte esos instintos egoistas que tan fatales consecuencias acarrear en todas las esferas de la vida.

• Á la par que el instinto de la defensa y el de la lucha ó agresion, se observa en todos los animales el de la *astucia*, con cuyo auxilio se vencen obstáculos ó se allanan dificultades que la fuerza por sí sola no habria podido superar, evitando al mismo tiempo, con diestra habilidad, toda clase de celadas. La zorra pone en juego medios sorprendentes para salvar los peligros ó satisfacer sus deseos y necesidades: penetra en los gallineros rodeándose de las mas exquisitas precauciones, y si algunas veces se vé perseguida y hostigada por los perros, hasta se orina en el rabo y lo sacude para ahuyentarlos con su punzante mal olor. El gato permanece inmóvil horas enteras acechando el momento en que pueda sorprender su presa. El lobo practica aberturas subterráneas para penetrar en los apriscos, y el hom-

bre mismo pesa con detenimiento el alcance de sus palabras, oculta sus intenciones, evita que se trasluzcan sus secretos, y, en vez de caminar franca y resueltamente á la realizacion de sus intentos, emplea, por desgracia, la hipocresía y la doblez, sin desdeñar en muchas ocasiones las intrigas mas bastardas.

El deseo de adquirir y conservar los objetos necesarios á la existencia para utilizarlos siempre que convenga, constituye el *instinto de la propiedad*, origen fecundo del trabajo y de la economía cuando para satisfacerlo se emplean medios lícitos y honrados, así como puede dar lugar á la sórdida avaricia, al fraude, á la rapacidad y al robo, si se aspira á la posesion de lo que ya pertenece á otros ó si se ponen en juego para conseguirlo medios fraudulentos ó criminales.

Si el hombre no hubiera tenido la seguridad de utilizar en su provecho lo que gana con el sudor de su frente, ó si lo que ahorra hoy á costa de fatigas y privaciones no pudiera destinarlo á las necesidades de mañana, la tierra permanecería inculta, sin que nadie hubiera encallecido sus manos ni encorvado su cuerpo para fertilizarla por medio del trabajo, y ni la agricultura, ni la industria, ni el comercio ofrecerían en la actualidad ese venero inagotable de riquezas que la sociedad vá acumulando cada dia para poner al alcance de las mas modestas fortunas todo lo que constituye el aseo, la comodidad y el bienestar.

El instinto de la propiedad se observa en todas las edades y en todas las condiciones de la vida. El niño considera como suyos los juguetes con que se acallan sus rarezas, y, á medida que avanza en años, aumenta tambien el deseo de adquirir, haciéndose aun mas vehemente cuando tiene que atender á la subsistencia de la familia ó cuando el cariño de los hijos le obliga á pensar en el porvenir, acumulando para ellos los recur-

sos que pueden hacer mas agradable su existencia. El salvaje, por su parte, defiende la propiedad de las pieles con que se abriga, de la caza de que se alimenta, de la rústica cabaña que le resguarda de la intemperie; y hasta las hormigas, las abejas, los castores, las ardillas y otros muchos animales hacen provisiones en las épocas oportunas y las conservan en la prevision de lo futuro.

A la par que los impulsos interiores de que acabamos de hablar, se desenvuelve, lo mismo en el hombre que en los animales, el *instinto de la construccion*, con cuyo auxilio preparan los objetos que necesitan para sustraerse al rigor de las estaciones, ó para el mas fácil logro de sus deseos. El hombre fabrica, aunque se halle privado de toda clase de conocimientos científicos, armas, vestiduras, herramientas, etc.; se construye una morada; edifica templos á sus dioses, y hasta inventa máquinas para centuplicar su fuerza y aumentar el rádio de su influencia, adquiriendo, á pesar de su debilidad física, la superioridad que necesita para dominar los séres mas robustos y hacer de ellos sus esclavos.

Aunque en los animales está menos desarrollado este instinto, á él se debe la pasmosa habilidad con que las aves construyen su nido, los castores sus madrigueras, el gusano su capullo, la abeja sus panales, la hormiga sus palacios subterráneos, y la araña su delicada tela, entre cuyas mallas quedan aprisionados los insectos de que se alimenta ó los que pueden atentar á la seguridad de su morada.

No basta, sin embargo, á los fines del Criador, que los individuos se conserven: es preciso que las especies no se extingan, y como todo lo que vive está destinado á perecer, el instinto impulsa á todos los séres á la reproduccion para que al terminar la existencia de los padres se continúe, por decirlo así, en la vida de los hijos.

Entre los instintos conservadores de la especie

figura en primer término el *amor físico*, esa inclinación recíproca de ambos sexos que aparece en la época de la pubertad y que constituye, hasta la proximidad de la vejez, una de las mas apremiantes necesidades de la organización. Contenida en sus justos límites, contribuye al plan de la Providencia garantizando la conservación de la especie; pero si la razón no la refrena, puede dar lugar al libertinaje, al adulterio y á los mas deplorables y vergonzosos excesos.

A la misma categoría de fenómenos impulsivos corresponde el *cariño filial*. No hay nada comparable á la amorosa ternura con que los padres se consagran al cuidado de sus hijos, y ese purísimo sentimiento, manantial inagotable de los placeres mas vivos y de los dolores mas acerbos, no se debe á la educación ni al raciocinio, sino que brota espontáneamente, lo mismo en el estado de civilización que en el de barbarie, y así en el hombre como en los irracionales. Las aves mas tímidas arrostran los mayores peligros en defensa de su pollada; los animales menos agresivos se hacen temibles si alguno intenta arrebatarse sus hijuelos, y ese magnífico lienzo en que se representa la pobre madre lanzándose despavorida para arrancar á su hijo de entre las garras del león que se lo habia arrebatado, demuestra bien el enérgico vigor y la sublime audacia de que la mujer es capaz cuando corre algún peligro el fruto de sus entrañas. Por desgracia, este instinto, laudable en su origen como todos los demás, adquiere tal preponderancia en algunas ocasiones, que los padres no aciertan á distinguir los defectos de sus hijos, y mal dirigidos sus impulsos naturales y sin freno ni corrección que los reprima, pueden ser en lo sucesivo el germen de los mas graves disgustos.

Además del amor físico y del cariño filial, el hombre tiene *amor al país, á la patria, á la localidad en que*

ha nacido, observándose por lo regular el mismo instinto en todos los animales. Hay algo en la organizacion que exige á cada especie ambientes y condiciones especiales para que puedan ejecutarse las funciones con regularidad; y así como el pez vive necesariamente en el agua, el cuadrúpedo en la tierra y el ave en el aire, porque su estructura orgánica no les permite existir fuera del elemento para el cual están constituidos, así tambien, dentro de los mismos medios que cada una de estas especies necesita, se encuentran todavía condiciones secundarias, mas ó menos indispensables á ciertos y determinados animales, que por lo mismo es preciso que las reuna el lugar de su morada. Entre las aves, el águila anida en la cumbre de las montañas, la perdiz en la llanura, la cigüeña en las torres ó tejados, la golondrina en los sotabancos ó desvanes, y estos ó aquellos pajarillos en la copa de los árboles, en las ramas de los arbustos ó debajo de las matas.

Lo mismo sucede á los peces: los unos necesitan la límpida corriente del agua de la montaña; los otros balsas cenagosas; estos la proximidad de las rocas azotadas sin cesar por la rompiente de las olas, aquellos las mansas ensenadas donde apenas se sienten las agitaciones del proceloso elemento donde moran.

Entre los animales terrestres hay la misma predileccion por determinados sitios y lugares; unos desean aire y luz; otros se esconden en la tierra; estos prefieren sitios elevados, aquellos bajos, etc. Y lo particular es, que esta predileccion de cada especie se transmite de padres á hijos sin que cambie ó varíe jamás. Donde nacen, allí viven y allí mueren. Podrán emigrar en algunas ocasiones si les falta el alimento ó si el rigor de la estacion les mortifica; pero difícilmente dejan de volver á su primitiva morada cuando cesan las causas que les obligaron á dejarla.

El hombre puede vivir en todos los climas y acomodarse á las circunstancias de la localidad en que se encuentra; pero, ¿quién es el que no recuerda con placer el lugar en que ha nacido; y el prado, la fuente, la colina, á cuya inmediacion se deslizaron los primeros años de su vida? ¿Quién es el que hallándose lejos de su país no ha suspirado alguna vez por las blandas auras que le mecieron en su cuna, ó no ha sentido ese abatimiento y esa tristeza precursores de la nostalgia, que tantas victimas ocasiona cuando no se tiene el consuelo de respirar el aire de la patria? ¡La patria! ¿Quién es el desgraciado que no siente latir su corazon al impulso de esa mágica palabra, ó que no recuerda al menos con respeto la abnegacion y el heroismo que sabe inspirar á algunos de sus hijos?

Hay, por último, en el hombre el *instinto de la sociabilidad*: desde muy niño y cuando sus determinaciones no pueden ser inspiradas por el cálculo ni la reflexion, se asocia á otros niños y juegan y se divierten juntos, contrayendo sencillas amistades, segun las analogías de edad, de educacion ó de carácter. Las travesuras de los muchachos se hacen siempre de una manera colectiva, y aunque haya alguno que descuelle entre los demás desempeñando el principal papel, no le faltan nunca cooperadores secundarios. La soledad tiene algo de repulsivo para nuestra organizacion: necesitamos á nuestro lado seres de la misma especie que sepan comprendernos, que sientan como sentimos, que tomen parte en nuestras alegrías y pesares, que enjuguen nuestras lágrimas en las adversidades de la vida, que cierren nuestros párpados en la hora de la muerte. ¡La muerte! lo que en ella hay de mas tétrico y pavoroso es la soledad de la tumba, es el silencio absoluto del sepulcro. Atendida la aversion que sentimos á estar solos, ¿puede ser extraño que Robinson se asociara, al hallarse aislado en medio

de los bosques, con el primer loro que se resignó á hacerle compañía? ¿Puede sorprendernos que algunos presos mitiguen su desgracia educando los ratones ó las arañas, que llegan al fin á considerar como compañeros de infortunio, y que muchos de los detenidos en las prisiones celulares se hayan vuelto locos despues de algunos años de reclusion? No: las agrupaciones humanas no son hijas del cálculo: el pacto social de Rousseau es una quimera: el hombre se reune á los demás hombres por instinto, y las instituciones y las leyes solo han contribuido á dirigir esa inclinacion natural de la manera mas útil á todos los asociados.

En los animales está menos desarrollada la sociabilidad. Las hormigas, las abejas, los castores, los monos, los gamos, los peces, los pájaros viajeros, etc., etc., se asocian y viven reunidos, pero hay otras muchas especies que permanecen constantemente aisladas y que solo se reunen para satisfacer el impulso de la reproduccion.

§ 50.

Sentimientos.—Además de las necesidades instintivas de que acabamos de hacer mencion, hay otras que podríamos llamar sociales, porque los impulsos que provocan carecerian completamente de objeto si el hombre no viviera en sociedad. De origen exactamente igual á las primeras y dependiendo como ellas de conmociones orgánicas interiores, cuya tendencia es siempre la conservacion del individuo ó la de la especie, se les llama *sentimientos*, no porque sean esencialmente diferentes de los instintos, sino porque son mas propios del hombre que de los animales y porque los deseos que excitan para la realizacion de su propósito parecen menos personales y egoistas, por lo mismo que se refieren á un objeto social.

El *amor propio*, manantial fecundo de todo lo que puede enaltecer nuestra personalidad ó nuestro nombre, nos impulsa incesantemente á ser dignos en nuestras acciones y en nuestra conducta, á cumplir con exactitud nuestros deberes, á ser virtuosos y honrados, y á estar siempre dispuestos á ejecutar cuanto pueda merecer el aprecio y la consideracion de los demás. Hay, sin embargo, en el fondo de este sentimiento, lo mismo que en el de todos los restantes, algo mas de egoismo del que á primera vista se podria suponer. Esa estimacion que tanto ambicionamos y que tantos sacrificios cuesta adquirir, nos permite llevar erguida nuestra frente; estar sumisos, sin bajeza, á los poderes constituidos; obrar con independencia y sin altivez; rechazar todo yugo, toda tiranía, toda arbitrariedad que coarte nuestros legítimos derechos, lo mismo cuando se nos impone en nombre de la tiara del sacerdote, que en el del cetro de la majestad ó en el del gorro frigio de la plebe. No es de extrañar, por lo mismo, que, aguijoneados por el amor propio, busquemos esa estimacion general que tantas ventajas proporciona, aun sin contar la facilidad con que por su medio se puede lograr decorosamente una posicion social que asegure el porvenir de nuestros hijos.

Al mismo objeto conduce, aunque por diferentes medios, el *deseo del aplauso* ó de la *aprobacion*. Tanto este sentimiento como el del amor propio inducen al individuo á buscar el aprecio y la consideracion de los demás, y como consecuencia casi necesaria, una posicion social y la mayor suma posible de goces y comodidades; pero mientras el orgullo, consecuencia inevitable del amor propio exagerado, rechaza todos los medios que no sean dignos y decorosos, la vanidad, hija legítima del deseo del aplauso, no repara en humillaciones ni bajezas. Para el vanidoso lo esencial es la apariencia, y mientras pueda darse aire de importancia, queda satisfecho.

Para el orgulloso lo esencial no es la apariencia, sino la realidad; le gusta el aplauso, pero quiere antes haberlo merecido, y sobre todo no lo mendiga jamás. También le gustan el fausto y las riquezas; pero mientras la vanidad se oculta avergonzada si no puede ostentarse con lujosos atavíos, el orgullo no se humilla aunque solo pueda presentarse con evidentes señales de pobreza.

La *benevolencia*, sentimiento esencialmente humanitario, nos impulsa á la caridad, á la filantropía, á la beneficencia y á todo cuanto puede contribuir al bienestar de nuestros semejantes y al alivio de sus necesidades. Hacemos á los demás lo que deseamos que ellos hagan con nosotros, y procurando el bien del prójimo, adquirimos un derecho á igual solicitud, logrando instintivamente por este medio, cierto orden de goces y satisfacciones que, en último resultado, contribuyen á la mejor conservacion del individuo ó de la especie.

El sentimiento de la *justicia* ó la *conciencia* nos permite apreciar lo que es bueno y lo que es malo, lo justo y lo injusto, dándonos así á conocer el carácter de moralidad de las acciones. Basado en el mismo principio que el anterior, creemos *malo* todo aquello que, siéndolo, lo hacemos á los demás á pesar de la pena, del dolor ó de la repugnancia que nos causaria si se hiciese lo mismo con nosotros, y consideramos *bueno* lo que vá encaminado á producir en nuestros semejantes las alegrías ó satisfacciones que nosotros deseáramos disfrutar. Por eso cuando obramos mal, cuando nuestra conducta no es buena, la idea del daño que hemos ocasionado ó que no hemos procurado evitar, nos conmueve penosamente, dando lugar á lo que se llama *remordimientos de conciencia*, y por eso no hay nada tan satisfactorio para el hombre honrado ni que le produzca una conmoción tan agradable y duradera, como el convencimiento de que ha obrado bien.

La *veneracion* nos impele á tributar respeto, consideracion y deferencia á todo lo que nos parece grande y poderoso por la suma de bienes que puede dispensar ó por la influencia que puede ejercer en nuestro destino. Veneramos á Dios, cualquiera que sea el culto con que se le adore: veneramos las imágenes que en una ó en otra forma lo representan en la tierra: veneramos á sus ministros y sacerdotes, á los padres, á los maestros, á los ancianos: veneramos la justicia y de consiguiente á los que, constituidos en autoridad, deben ejercerla. Á veces veneramos hasta el nombre de los héroes que se han inmolado por la humanidad ó por la patria y las cosas ó lugares consagrados á alguno de los objetos que son ó que nos parecen venerables.

Sin el sentimiento de la veneracion, quizá no existiria esa propension que nos inclina á dar fé y á tributar cierto respeto á todo lo *maravilloso*, ya que por la sola circunstancia de ser inexplicable lo consideramos como consecuencia de un poder superior al que es preciso temer y respetar. Solo así se comprende que hayan podido acogerse como verdades demostradas ese sinnúmero de absurdos de distinto género con que en todos tiempos se ha entretenido la ciega credulidad de las gentes y con que hoy mismo se la explota todavía.

La rápida reseña que acabamos de hacer de los principales instintos y sentimientos que se observan en el hombre, demuestra que esos impulsos espontáneos, engendradores de repugnancias y deseos y que determinan los actos necesarios para la conservacion del individuo y de la especie, no son exactamente iguales en todos los animales, sino que cada especie tiene algunos que le son, por decirlo así, característicos.

Como los instintos son la expresion de las necesidades y estas se hallan en armonía con la organizacion, cuando esta es igual, en el fondo, como sucede á los

individuos de una misma especie, los instintos son tambien iguales; cuando es semejante, como la del leon, el tigre, el gato, la pantera, por ejemplo, los instintos son del mismo modo semejantes, y cuando es distinta, lo son asimismo los instintos. El águila, dotada de medios poderosos de agresion y de defensa, y de un aparato digestivo que solo puede utilizar las sustancias animales, no es posible que tenga iguales inclinaciones que el manso cerbatillo. El oso blanco, protegido admirablemente contra el frio por su robusta piel y dotado además de todos los elementos necesarios para producir grandes cantidades de calor, busca por instinto las regiones del Norte, mientras que la tímida codorniz abandona en la proximidad del invierno los climas en que se encuentra para buscar otros mas templados.

Esta es la causa de que en un mismo individuo cambien sus instintos y necesidades á medida que se modifica ó altera su organizacion. Los del niño no son iguales á los del adulto, ni los de éste á los del viejo: tambien se diferencian los del hombre y los de la mujer. Hasta que llega la época de la pubertad no aparecen los instintos propios de la reproduccion. Cuando las enfermedades alteran el aparato digestivo se alteran tambien las necesidades y los deseos instintivos que dependen de este aparato. La edad, el sexo, el clima, los alimentos y bebidas, el estado social y, sobre todo, la educacion, no solo modifican los instintos por la influencia que ejercen en el organismo, sino porque á medida que se cultiva el espíritu y que la moral se perfecciona, adquieren los impulsos orgánicos formas menos rudas y los objetos de nuestras voliciones se hallan mas en armonía con la expresion de la verdad, de la justicia, de la belleza y de la utilidad comun. El sentimiento de la veneracion, por ejemplo, es hoy, en el fondo, exactamente igual á lo que era en los tiempos primitivos,

pero para adorar á Dios no le sacrificamos ya victimas humanas. El amor fisico es, en su esencia, idéntico en todos los países, y sin embargo, á medida que estos adquieren mayor grado de cultura ó una instruccion moral y religiosa mas perfecta, el cumplimiento de ese instinto se realiza bajo formas menos repugnantes. Las vírgenes no son ya consagradas á los ídolos ó á los sacerdotes; los magnates no conservan el derecho á la *prima venus* que se abrogaron algunos señores feudales; no hay ya ningun pueblo que entregue sus mujeres á la prostitucion con los extranjeros por la estúpida creencia de que eran tanto mas dignas de ser amadas cuanto mas solicitados habian sido sus favores y cuanto mayor número de veces los habian prodigado; y si hay algun país en que la mujer es todavía esclava, si el Asia y el África conservan sus serrallos, y si las odaliscas del Gran señor son todavía codiciadas por algunos magnates miserables que se creen enaltecidos con su mano, por fortuna, en el resto del mundo civilizado, la mujer ha llegado á ser la compañera inseparable del esposo, la madre de sus hijos, el encanto de la familia y tanto mas digna de consideracion y de respeto cuanto mas pura es y mas honrada.

Lo mismo podriamos decir de los demás instintos. Innatos en el hombre, dependientes de su organizacion, y de consiguiente idénticos en el fondo en todos los tiempos y en todos los países y lugares, la educacion y el ejemplo pueden modificarlos, no en su esencia, pero sí en su forma, haciendo que sean mas nobles, mas dignos y mas morales los objetos á que se dirigen las voliciones y repugnancias que provocan. Pero volvemos á repetirlo: aunque las sensaciones internas son las que ocasionan los instintos, así como las externas dan lugar á las ideas, nada de esto seria posible sin la intervencion de los nervios que trasmiten las impresiones vis-

cerales y la del cerebro que las percibe. Por eso el hombre, sujeto como todos los animales á los sentimientos y necesidades instintivas, las reprime y contraría muchas veces, subordinándolas á las prescripciones de la razon, de la que el mismo cerebro es el instrumento material.

CAPÍTULO II.

De las pasiones.

§ 51.

Pasion, palabra derivada del verbo latino *pati*, que significa padecer ó sufrir, es toda necesidad vehemente que excita deseos inmoderados, tiranizando la voluntad é impeliéndonos á obrar en un sentido determinado.

Puesto que las pasiones se derivan de las necesidades, y puesto que estas pueden ser animales, sociales é intelectuales, habrá tambien pasiones que correspondan á cada uno de estos grupos. Por otra parte, como segun ya hemos dicho, hay gran número de circunstancias que influyen en nuestras necesidades, como la edad, el sexo, el temperamento, la educacion, etc., es indudable que estas mismas causas ejercerán un influjo mas ó menos poderoso en la manifestacion de las pasiones. Así se vé, por ejemplo, que el niño es, por regla general, confiado, imprudente, curioso, inconstante: el hombre, circunspecto, prudente, desconfiado, ambicioso: la mujer, variable, vanidosa, poco precavida: los sugetos de temperamento linfático, apacibles, sufridos, de carácter suave: los biliosos, coléricos y tenaces: los sanguíneos, arrebatados y violentos: que el uso de bebidas alcohólicas y otros excitantes exacerban, por regla general, todas las

pasiones, y que las calma y modera la frugalidad y la temperancia, sucediendo una cosa análoga en ciertos estados patológicos, pues ya se sabe la frecuencia con que se desarrollan la hipocondría y la irascibilidad á consecuencia de algunas afecciones gastro-hepáticas. Quizá por esto es por lo que Bichat decia que las pasiones tienen su asiento en la vida orgánica; pero una cosa es que residan en los órganos las causas de las pasiones y otra las pasiones mismas. Para nosotros, segun hemos indicado ya, las excitaciones internas que parten de los diferentes puntos de la economía son las que dan lugar, cuando el cerebro las percibe, á los instintos y sentimientos, y como cuando estos se hacen prepotentes constituyen la pasión, claro es que para que esta se manifieste se necesita el concurso de dos causas distintas: la influencia orgánica de donde parte el estímulo y la del cerebro que lo percibe y elabora. Por eso es tan frecuente que ciertos estados de excitacion cerebral favorezcan ó depriman, segun los casos, los instintos y las pasiones.

Hay que tener en cuenta, por otra parte, que así como los estados viscerales pueden ser causa de las pasiones, estas pueden serlo á su vez de trastornos ó alteraciones en los órganos. La *cólera*, segun su mayor ó menor intensidad y segun la accion que ejerce en los nervios vaso-motores, produce, en unos casos, la congestion de sangre en la cabeza; además, la cara se pone encendida, los ojos se inyectan, se agitan los músculos, contrayéndose desordenadamente, y hasta la razon se perturba; mientras que, en otros, la piel de la cara palidece y la sangre se reconcentra en el corazon, que salta tumultuosamente y casi nos ahoga. El pudor colora las mejillas, la envidia deprime las fuerzas, lo mismo que la tristeza y la melancolía, al paso que la alegría es expansiva y parece prestar al organismo nuevo vigor. Broussais dice que jamás se vieron en Francia tantas

afecciones orgánicas del corazón como durante la revolución francesa y algunos años después, lo que indica la grandísima influencia que las pasiones de todo género pueden ejercer en la economía.

§ 52.

Clasificación de las pasiones.—Las pasiones han sido divididas de mil maneras diferentes, según el punto de vista bajo el cual cada autor las examina. M. Alibert, que las hace derivar de cuatro instintos principales, las clasifica en cuatro grupos.

Corresponden al primero, que llama instinto de conservación, el egoísmo, el orgullo, la vanidad, la fatuidad, la modestia, el valor, el miedo, la prudencia, la pereza, el fastidio y la intemperancia.

Al segundo, llamado de imitación, la emulación, la envidia y la ambición. Al tercero ó de relación, la amistad, la estimación, el respeto, la consideración, el desprecio, la mofa, la compasión, la admiración, el entusiasmo, el reconocimiento, la ingratitud, el odio, el resentimiento, la venganza, la justicia y el amor á la gloria y á la patria; y al cuarto ó de reproducción, el amor conyugal, el paternal y el filial.

Cualesquiera que sean las ventajas ó los inconvenientes de esta clasificación, lo mismo que las de otras muchas que se han hecho, no podemos aceptarlas. En cuanto á nosotros, ya que, según hemos dicho, las pasiones no son sino necesidades sentidas con violencia, admitimos tantas clases de pasiones cuantas son las de las necesidades de que dependen, y de consiguiente las dividiremos en animales, intelectuales y sociales.

Entre las necesidades orgánicas ó animales, la exageración del apego á la vida puede dar lugar *al miedo ó al terror*: el instinto gastronómico, *á la gula, á la intem-*

perancia y á la borrachera continuada: el de la defensa, á la cólera, á la audacia, al valor: el de la lucha, á la crueldad, á la venganza, al espíritu de destruccion: el de la astucia, á la hipocresía, á la falsedad, á la perfidia: el de la propiedad, á la avaricia, al robo: el de la construccion, al despilfarro, á la prodigalidad para la adquisicion ó construccion de objetos diferentes: el amor físico, á la sensualidad, al libertinaje, á la lujuria: el cariño filial, al fanatismo paternal: el amor á la patria, al patriotismo irreflexivo, á la nostalgia: la sociabilidad, al tédio, al aburrimiento, etc., etc.

Entre las necesidades sociales la exageracion del amor propio puede dar lugar al *orgullo, á la ambicion, al despotismo: el deseo del aplauso, á la vanidad, á la bambolla, á la populacheria: la benevolencia, á la caridad, á la filantropía, á la beneficencia: la veneracion, al fanatismo en las diferentes formas que puede adquirir: la justicia, á la severidad, á la intolerancia: la fé en lo maravilloso, á la candidez y á la propension á creer hasta las cosas mas absurdas, etc.*

Entre las necesidades intelectuales, el amor á las artes ó á las ciencias puede dar lugar *á la bibliomanía, al fanatismo por las colecciones científicas, al exceso del estudio, etc.*

Así como la exageracion de ciertas necesidades puede contribuir al desarrollo de las pasiones en la forma que acabamos de indicar, su decaimiento puede hacer que preponderen otros instintos, combinándose de mil maneras diferentes y dando por resultado pasiones tan distintas y variadas como lo son casi los sugetos.

El interesantísimo estudio de los instintos y de las pasiones humanas es demasiado complejo para que sus detalles puedan tener cabida en una obra elemental, cuyo primordial objeto no es tampoco la psicología. Por eso nos hemos limitado á presentar un ligerísimo bos-

quejo, en el que hemos procurado dar á conocer las bases que, en nuestro concepto, deben tenerse en cuenta para que sean mejor comprendidos esos magníficos trabajos á que se han consagrado y se consagran todavía las especialidades de este género. Para nosotros, lo esencial es que se reconozcan las necesidades del organismo como punto de partida ó como origen de los instintos y pasiones; por lo demás, el fijar con exactitud el número de esas necesidades á fin de deducir el de las pasiones elementales ó simples, y el averiguar de qué manera pueden combinarse las unas con las otras para dar lugar á las que podríamos llamar pasiones compuestas, tiene solo una importancia secundaria.

SECCION SÉPTIMA.

De las funciones intelectuales.

CAPÍTULO PRIMERO.

Funciones intelectuales en general.

§ 53.

Hemos dicho que las sensaciones internas dan lugar á los instintos y sentimientos, y las externas á las ideas, desde el momento en que las unas y las otras son percibidas y sufren esa elaboracion desconocida que solo pueden efectuar los órganos de la inteligencia.

Al tratar este nuevo orden de cuestiones, aunque de la manera rapidísima que exigen la índole y el objeto especial de nuestra obra, no podemos dejar de lamentarnos del incalificable divorcio que, desde los tiempos de Descartes, se ha establecido entre la parte psíquica y la material del hombre. Mientras que para explicar los fenómenos del entendimiento, ciertos sistemas filosóficos prescinden por completo de la influencia importantísima que en ellos ejerce el organismo, otros los hacen depender exclusivamente de las condiciones materiales de la organizacion.

Estas diferentes escuelas, cuya lucha es aun mas encarnizada en nuestros dias de lo que lo ha sido en tiempos anteriores, en vez de estudiar al hombre con todos los

elementos que le constituyen, se forjan uno á su capricho revistiéndole luego de los atributos y caracteres que les acomoda. A ser cierto lo que por ellas se sostiene, ó el sér humano es solo una especie de alcornoque que piensa porque tiene sustancia cerebral y porque segrega ideas, así como el hígado segrega bilis, ó es un espíritu impalpable, encerrado por pura extravagancia en nuestra miserable organizacion, sin que esta intervenga para nada en las manifestaciones del pensamiento, relegada como debe estar á sus funciones puramente materiales.

Aun sin entrar en el análisis de estas encontradas opiniones, bueno es recordar, al menos á los que admiten, por sus creencias religiosas, que el hombre se compone de espíritu y materia, que el intentar dividirlo en dos mitades diferentes equivale á mutilarlo. El alma no puede manifestar ninguna de sus facultades á no ser por medio de órganos especiales: así lo ha querido Dios al unirla misteriosamente á nuestro cuerpo. No intentemos, pues, separar lo que es inseparable. No pretendamos con ridículo orgullo enmendar la obra de la Providencia, y puesto que el espíritu humano ni siente, ni piensa, ni quiere sino por medio de la organizacion, en la que, por decirlo así, se halla encarnado, no la desdeñemos como si fuera un objeto baladí: estudiemos su influencia en la manifestacion de las facultades psíquicas, y en vez de empeñarnos en descubrir los atributos del espíritu en el espíritu mismo, pretension completamente irrealizable, porque no existe con vida real é independiente que permita analizarlo como si fuera un objeto de historia natural, examinémosle en sus manifestaciones orgánicas, únicas accesibles á nuestros medios de investigacion, y al inquirir cuáles son y en qué consisten las facultades de la inteligencia, no eliminaremos ninguno de los elementos que á ellas contribuyen: aceptaremos al hombre tal cual es y no tal como

los filósofos quieren suponerle, y aunque seamos materialistas porque reconozcamos la participacion que en esta clase de fenómenos toma la materia, seremos tambien espiritualistas porque no negaremos al espíritu la legítima intervencion que en los mismos le corresponde.

De acuerdo con estos principios, aunque hemos sostenido que no son posibles las sensaciones, tanto internas como externas, sin agente que impresione, sin superficie sensible que reciba la impresion, sin conductor que la trasmita y sin centro nervioso ó cerebro que la perciba, no hemos hecho mas que expresar fielmente el procedimiento empleado por la naturaleza, pero sin que al considerar al cerebro como encargado de percibir las impresiones, de convertirlas en ideas, de retenerlas, reproducirlas y combinarlas, lo mismo que de experimentar sentimientos, inclinaciones y deseos, queramos decir por eso que obra con independencia de la parte inmaterial. De todos modos, como nuestro objeto se limita á dar una sucinta idea de las funciones de la inteligencia, veamos primero el orden en que se manifiestan y la clasificacion mas sencilla y aceptable para estudiar despues cada una de ellas separadamente.

Dadas las impresiones que los diferentes cuerpos producen en todos los tejidos sensibles, y trasmitidas al cerebro por conductores nerviosos destinados á este objeto, lo primero que se necesita es que sean percibidas, y de consiguiente la primera de las facultades del entendimiento en el orden con que unas á otras se suceden es la *perception*. Percibiendo las impresiones que los sentidos reciben de los diversos objetos del mundo exterior es como adquirimos idea de sus atributos y propiedades: percibiendo las impresiones internas es como tenemos conocimiento de esos impulsos que tienden á nuestra conservacion y que nos revelan

el estado normal ó patológico de nuestra economía; y como no podemos percibirnos en las distintas partes que nos constituyen sin que notemos la diferencia que hay entre esta impresion y la que los cuerpos extraños nos causan, de ahí la noción de nuestra conciencia, de nuestra personalidad, de nuestro *yo*.

Las impresiones transmitidas por los sentidos son particulares, concretas, objetivas; de consiguiente lo son tambien las ideas que producen, y el conocimiento de los fenómenos aislados y sin enlace que por este medio adquirimos no nos permitiría apreciar sus semejanzas y diferencias si no pudiéramos compararlos, juzgarlos y establecer sus relaciones respectivas. Á esta facultad que compara y que, por decirlo así, juzga y decide acerca de las relaciones de las cosas, se la llama *juicio ó entendimiento*.

Á pesar de estas facultades, nuestra existencia estaría limitada á las impresiones del momento si las ideas adquiridas y si los juicios y deducciones que hacemos de las cosas desaparecieran de nuestra mente sin poderlas recordar. Para que esto no suceda existe la *memoria*, con cuyo auxilio se reproducen los hechos y los datos reunidos anteriormente, aumentándose de este modo la esfera de nuestros conocimientos y abriendo á la inteligencia mas vastos horizontes para que pueda ejercer su actividad.

Hay, por último, la *voluntad*, expresion de nuestros instintos é inclinaciones, y como podemos determinar-nos á obrar en uno ó en otro sentido, optando entre el impulso del deseo y el sentimiento del deber, manifestamos al hacerlo así nuestro libre arbitrio, nuestra libertad.

No se nos ocultan las graves objeciones que pueden hacerse á la clasificacion aceptada por nosotros; pero como la anarquía de lenguaje que se nota con respecto

á todos ó á casi todos los actos cerebrales y las diversas acepciones en que se emplean unas mismas palabras por distintos psicólogos demuestran la confusion que existe todavía en esta clase de estudios, no es posible evitar el gran número de dificultades con que se tropieza para hacer una clasificacion metódica y conveniente. Solo así se explica que Platon admitiera en el alma tres atributos diferentes: la razon, instrumento de los conocimientos humanos, el apetito irascible y el concupiscible. Aristóteles, el intelecto paciente, el agente, el especulativo, el práctico y además las facultades que son comunes á otros animales. Descartes, la voluntad, el entendimiento, la imaginacion y la sensibilidad. La generalidad de los teólogos, la memoria, el entendimiento y la voluntad. Condillac, la sensacion, la atencion, la comparacion, el juicio, la reflexion, la imaginacion y el racionio, del que, además, hace depender la memoria. Destutt-Tracy, la sensibilidad propiamente tal, la memoria, el juicio y la voluntad; de manera que, segun su doctrina, sentir es tener conciencia de una impresion; recordar, sentir recuerdos; juzgar, sentir relaciones; querer, sentir deseos. Víctor Cousin, la conciencia con su triple manifestacion de sentir, pensar y querer. Jouffroy, Maine de Biran, Kant Reid, etc., etc., otros atributos y otras facultades, análogas si se quiere á las admitidas por sus predecesores, pero nunca idénticas. Completan, por último, este cuadro los frenólogos que dividen las manifestaciones de la inteligencia en facultades intelectuales, instintos y sentimientos, subdividiendo las primeras en facultades perceptivas y facultades reflexivas, y cada una de estas en otra porcion de grupos secundarios.

En la imposibilidad, pues, de conciliar opiniones tan distintas, admitimos, como hemos dicho, la *percepcion*, el *juicio*, la *memoria* y la *voluntad*, no porque esta

clasificación esté exenta de defectos, sino porque es la que nos parece menos mala. Por lo demás, los que deseen adquirir nociones mas extensas acerca de esta materia importantísima, pueden consultar las obras dedicadas á esta especialidad, entre las cuales hay algunas notabilísimas publicadas recientemente en Alemania, y entre las de los frenólogos de nuestro país, las del Sr. Cubí ó las del Sr. Pers y Ramona, y sobre todo el *Tratado de la razon humana*, del Dr. D. Pedro Mata, donde, con ese vigor de raciocinio que le caracteriza, examina los diferentes sistemas filosóficos y traza los fundamentos de una nueva filosofía, basada en los principios de la escuela frenológica.

CAPÍTULO II.

Funciones intelectuales en particular.

§ 54.

La *percepcion* es el conocimiento que adquirimos de las impresiones trasmitidas al cerebro por los nervios de sensibilidad. Las impresiones percibidas se trasforman en ideas y por ellas apreciamos los atributos y propiedades de los cuerpos. Ahora, puesto que estas propiedades se diferencian las unas de las otras, ¿hay una facultad perceptiva que las aprecia todas, ó hay tantas clases de percepcion cuantos son los atributos del cuerpo que nos impresiona? Esta última opinion, sostenida por los frenólogos, es la que ha dado lugar á que admitan doce facultades perceptivas diferentes: la que sirve para distinguir con separacion unos objetos de los otros facilitando su clasificación, la de las formas, la de la extension, la del peso ó resistencia, la

del colorido, la de los lugarés, la de los números, la del órden, la de los hechos, la del tiempo, la de los sonidos y la del lenguaje. La circunstancia de que no se perciban con la misma facilidad las distintas propiedades á que acaba de hacerse referencia, y la de que unas sean percibidas y las otras no, ó al menos la de que no sean percibidas de una manera igual, hacen verosímil la suposicion de que existe cierta independendencia entre las diferentes formas de percepcion y justifican, hasta cierto punto, la multiplicidad de facultades perceptivas que se admite.

De cualquier modo que sea, y lo mismo si se acepta una percepcion única que si se cree en la existencia de diversas facultades perceptivas, siempre resulta que no pudiendo formarnos idea de los atributos de los cuerpos sino percibiendo las impresiones que causan en los nervios sensitivos, se deduce lógicamente la exactitud del principio aristotélico, segun el cual, *nihil est in intellectu quod prius non fuerit in sensu*. Es indudable, en efecto, que las ideas concretas, objetivas, las que nos suministran la nocion simple de lo que existe por sí, las que no separan del objeto las cualidades que le pertenecen, las llamadas contingentes, solo pueden adquirirse por medio de los sentidos; pero si bien bajo este punto de vista el axioma de Aristóteles es incontestable, ocurren, no obstante, dudas muy fundadas con respecto á las ideas abstractas, ó que solo expresan relaciones. ¿Son los sentidos los que nos suministran las ideas de sabor, vicio, virtud, belleza, sabiduría, inmensidad, eternidad, etc.? De una manera directa no es posible, porque la sabiduría, por ejemplo, es impalpable, no se vé y no afecta tampoco ni al oido, ni al gusto, ni al olfato. De aquí ha nacido el convencimiento de que hay ciertas ideas que no se pueden adquirir por medio de los sentidos, y de aquí tambien el que los

psicólogos las hayan dividido en dos clases: *innatas* y *adquiridas*, siendo las primeras las que existen ya formadas en el entendimiento con independencia completa de las impresiones que podemos percibir. Pero, ¿existen en realidad ideas innatas? En nuestro concepto ni las hay ni es posible que las haya si con esto se quiere significar que no dependen directa ni indirectamente de impresiones percibidas con anterioridad. Digamos dos palabras, siquiera sea separándonos algo de nuestro propósito, en apoyo de esta opinion.

Las ideas abstractas expresan siempre relaciones de causa á efecto ó de semejanza y diferencias entre los distintos objetos de la naturaleza. Y ¿cabe en lo posible abstraer, separar las cualidades de dos ó mas cosas diversas sin que antes hayan sido percibidas? Si tenemos idea del calor, es porque antes hemos sentido la impresion que producen los cuerpos frios y calientes: si no hubiera cuerpos blancos y su color no hubiera impresionado la retina, no hubiéramos podido adquirir la idea de blancura: sin objetos mas ó menos bellos no hubiera nacido la idea de belleza, etc.

Las *categorías*, que Kant toma como ideas primitivas, invariables, necesarias y *a priori*, no son mas que ideas abstractas que expresan, lo mismo que las anteriores, las relaciones que hay entre varias ideas objetivas, ó lo que tienen de comun, bajo ciertos aspectos, las ideas concretas y particulares. La idea de cantidad solo ha nacido en nosotros despues de haber percibido varios objetos diferentes. Al ver ó al tocar un árbol, por ejemplo, y al percibir que es distinto y que tiene una existencia independiente de la de otros árboles que crecen á su inmediacion, lo que en realidad hacemos es percibir individualidades, concretos, un árbol, mas otro, mas otro, etc., y como cada uno de ellos es *uno* distinto de los demás, para expresar lo que estos *unos*

tienen de comun, se ha formado el sustantivo abstracto *unidad*, así como *pluralidad* para expresar la idea de muchos sin decir cuántos, y *totalidad* para comprenderlos á todos.

La afirmacion, la negacion y la limitacion correspondientes á la segunda de las categorías de Kant, se hallan en igual caso. Para afirmar, negar ó limitar, es preciso que sea algo lo afirmado, negado ó limitado, y ese algo ó es un objeto concreto ó es una idea abstracta, derivada de otras concretas percibidas con anterioridad. Lo mismo sucede con la *relacion* y la *modalidad*, comprendidas en la tercera y cuarta categoría, y con toda esa sonora logomaquia con que al fin consigue formar un verdadero laberinto aun para las inteligencias mas privilegiadas.

Se dice que un cuerpo que vemos en el espacio puede tener diferentes dimensiones, distintas formas, etc., ó puede dejar de existir, pero que el espacio existe siempre y *necesariamente*: que nuestro pensamiento no puede marcarle los últimos limites, y de aquí la idea de *lo infinito*, de *la inmensidad*, tan *necesaria* como la del espacio mismo. Tambien se añade que pueden existir ó dejar de existir los hechos del pasado, del presente y de lo futuro; pero el tiempo en que se realizan esos hechos tiene una existencia *necesaria*: nuestro pensamiento no puede marcar los últimos limites del tiempo; y esa imposibilidad envuelve la idea de *lo infinito*, de *la eternidad*, tan *necesaria* como la del propio tiempo, deduciéndose de todo que estas ideas *necesarias* son innatas, que no se deben á la intervencion de los sentidos ni se derivan de impresiones percibidas anteriormente. No negaremos la importancia de estas observaciones; pero puesto que el espacio no es mas que el lugar ocupado ó que pueden ocupar los cuerpos, si al percibir estos por medio de nuestros sentidos no

adquiriéramos la idea de las distancias que los separan y de la extension que ocupan, no nos seria dable deducir que podrian ocupar otra mayor ó menor y de consiguiente no nos formariamos idea del espacio que, ó es esto, ó es solo una idea negativa; lo que queda despues de suprimir por abstraccion todos los objetos existentes, es decir, la nada. Tampoco el tiempo puede impresionar los sentidos, porque es impalpable, y de ahí el que la idea que de él tenemos parezca innata; pero sin la percepcion de los diferentes fenómenos que en la naturaleza se van sucediendo sin cesar, no tendríamos idea de las cosas pasadas, que recuerda la memoria, ni de las presentes, que sentimos en el acto, ni de las futuras, que, como dice S. Agustin, nos revela la esperanza, es decir, no tendríamos idea del tiempo, que, ó no es nada, ó es lo pasado, lo presente y lo porvenir.

Sin tener, pues, la pretension de que nuestras opiniones sean irrefutables, y mucho menos en materias tan espinosas, creemos que las ideas objetivas, las que representan cualidades sensibles, nacen inmediatamente de las sensaciones ó, lo que es igual, de las impresiones percibidas, y que las ideas abstractas, las necesarias, las generales, se derivan *necesariamente* de las primeras á consecuencia de nuevas operaciones intelectuales y de consiguiente que no son tampoco innatas. Admitimos, pues, como exacto el principio de Aristóteles, segun el cual no hay nada en él entendimiento que no haya penetrado por los sentidos; debiendo advertir únicamente que así como este profundo filósofo no admite mas sentidos ni por lo tanto mas sensaciones que las externas, nosotros admitimos tambien las sensaciones internas que dan lugar, á su vez, á ideas de otro género, permitiendo que conozcamos nuestras necesidades, nuestro estado de salud ó de enfermedad y esos impulsos vagos que se convierten al fin

en instintos y sentimientos cuando el cerebro los percibe y cuando determina los objetos capaces de satisfacer los deseos que provocan. De todos modos, como solo buscamos la verdad, y como por otra parte reconocemos la posibilidad de estar equivocados, recomendamos con el mayor interés el profundo y erudito *Discurso sobre la naturaleza del hombre*, pronunciado en el Ateneo Catalan por nuestro eminente amigo y compañero D. José de Letamendi, no solo por la importancia de este trabajo científico, sino porque sostiene principios que no siempre están de acuerdo con los que nosotros sostenemos.

§ 55.

Del juicio ó entendimiento.—Hasta ahora hemos visto que las diferentes impresiones que los nervios sensitivos reciben en el interior ó en el exterior del organismo se trasforman, por la percepcion, en ideas y en instintos y sentimientos, pero que las primeras son objetivas, concretas, y los segundos vagos y sin objeto determinado. Hemos visto, además, que con el auxilio de estos materiales podemos apreciar las relaciones, lo que no es sensible, fenomenal ni concreto, las diferencias, semejanzas, analogías y dependencias genésicas, relacionando al mismo tiempo las necesidades instintivas con los objetos ó las ideas que pueden satisfacerlas, y como este trabajo no es obra de la percepcion, llamamos *juicio ó entendimiento* al conjunto de las facultades que lo verifican.

El juicio, en efecto, se ejerce de dos maneras diferentes: unas veces comparando entre sí las ideas objetivas, ó las objetivas y las abstractas, ó las unas y las otras con los impulsos interiores, ó estos impulsos entre sí ó con toda clase de recuerdos, para apreciar en último resul-

tado las analogías y diferencias de las cosas, á fin de formar las ideas generales, las que expresan relaciones, las sintéticas, y de que los impulsos internos relacionándose con el todo del individuo y con el mundo exterior, determinen el objeto de sus voliciones y contribuyan á la conservacion del individuo y de la especie. Otras veces, examinando las relaciones de dependencia que existen entre los diferentes fenómenos percibidos, para llegar, si es posible, al conocimiento de las causas que los producen, ó para no cejar en las investigaciones á fin de conseguirlo. Esta es la razon principal de ese apetito insaciable de saber que hace amar la ciencia por la ciencia con exclusion de todo fin interesado ó que tienda á utilizarla.

La percepcion y el juicio constituyen lo que Cousin y otros psicólogos llaman la *conciencia*; lo que Jouffroy y los filósofos alemanes han dado en llamar el *yo*; lo que Descartes simbolizaba con su famoso *cogito ergo sum*. Á poco que meditemos se comprenderá que no es posible que tengan lugar las percepciones si no hay *algo* ó *alguien* que perciba y si no hay alguna cosa percibida. Pues bien, lo percibido son las impresiones internas y externas, los objetos del mundo exterior y las impresiones que tienen lugar en nuestro organismo como consecuencia de nuestra propia actividad: el *algo* que percibe es el cerebro, por sí solo y con independendencia de todo espíritu, segun la filosofía materialista; el espíritu, con exclusion completa de toda intervencion material, segun la filosofía espiritualista; el cerebro, mas el alma que en él se halla, por decirlo así, infundida, segun la filosofía que podríamos llamar cristiana. ¿Y cuál es la consecuencia de esta percepcion? que el juicio, comparando entre sí los fenómenos percibidos y distinguiendo los que tienen lugar dentro y los que tienen lugar fuera del organismo, nos dá el conocimiento de nuestra propia per-

sonalidad, de nuestra conciencia, de nuestro *yo*, haciendo que nos distingamos de todas las personalidades diferentes.

De la memoria.—El cerebro no solo puede percibir las impresiones y comparar y juzgar las ideas primitivas, dándonos de este modo la noción de las que solo expresan relaciones, sino que tiene la facultad de reproducir las unas y las otras por medio de la memoria. Á la reproduccion de las ideas, sin recuerdo de haberlas tenido anteriormente, se llama *reminiscencia*.

Los sentidos, dice Le Pileur, nos revelan el mundo exterior; la inteligencia aprecia las sensaciones, y elevándose desde las nociones materiales á las concepciones abstractas, abraza todo lo que al hombre le es dado aprender y saber; pero solo la memoria es la que le permite registrar, como en un repertorio, los hechos y los datos, alimento del espíritu, comparar y juzgar, expresar su pensamiento por medio de la palabra y participar del de los demás. Sin la memoria, el hombre no conocería las relaciones de parentesco, ni la amistad, ni el agradecimiento, y ya se recuerden con su intervencion las sensaciones ó los juicios, nos hace atravesar el tiempo y el espacio con una velocidad de que nada puede darnos idea en el órden material. Obedeciendo á la voluntad, la memoria reproduce el conjunto y los detalles de una doctrina científica, la controversia mas árdua y mas delicada en sus distinciones, la série de los sistemas filosóficos, en una palabra, todo lo que la ciencia ó la erudicion mas profunda han podido ir reconcentrando en el espíritu. Con razon dice el mismo Le Pileur que la memoria es el lazo necesario de las facultades intelectuales.

La memoria está muy desarrollada en la infancia y la juventud, debilitándose á medida que se avanza en edad, hasta perderse casi por completo en la vejez.

Cuanto mas vivas son las sensaciones, mas fácilmente se recuerdan, siendo por lo mismo muy confusa la memoria de las sensaciones internas.

Así como hay percepcion de formas, de extension, de peso, de colorido, etc., así tambien la memoria se ejercita de un modo casi exclusivo sobre objetos muy diversos. Hay memoria de palabras, de lugares, de nombres, de tonos, etc., siendo raro que un mismo individuo la posea en igual grado en todas sus distintas manifestaciones.

Se citan algunos ejemplos de memoria sorprendente. Escipion, el africano, conocia por su nombre la mayor parte de sus soldados. El pastor Alvarez, natural de la Vega de los Viejos, recita, desde el principio hasta el fin, la historia de España, compuesta en verso por el Padre Isla. El Padre Maestro Feijóo habla de un lego que sabia de memoria toda la *Biblia*. Mangiamelo, pastor siciliano, calculaba de memoria con tanta rapidez como los mas consumados profesores podian hacerlo con la pluma, y casi en nuestros dias el cardenal Mezzofanti hablaba cerca de cincuenta lenguas y gran número de dialectos.

Se ha intentado señalar el sitio del cerebro en que reside la memoria; pero esta doctrina, lo mismo que la referente á la localizacion de las demás facultades, forma parte del sistema frenológico, del que daremos una idea al estudiar las funciones del sistema nervioso.

De la voluntad.—Los impulsos y deseos que se experimentan como consecuencia de las impresiones percibidas, constituyen lo que se llama *voluntad*. Conviene distinguir la voluntad sentida de la voluntad realizada. Por la primera no hacemos mas que experimentar deseos; por la segunda ponemos en ejecucion los medios á propósito para satisfacerlos. La primera es un acto completamente involuntario, no depende de nosotros; deseamos, por la misma razon que vemos, que oímos, que sentimos; la segunda supone un juicio, una deter-

minacion voluntaria, y por lo mismo nos hace responsables de nuestras acciones.

Decimos que supone una determinacion voluntaria, porque el hombre en el estado fisiológico se decide á obrar á consecuencia de motivos racionales, ya optando por la satisfaccion de sus deseos, á pesar de las exigencias del deber, ó ya por el cumplimiento del deber, á despecho de la excitacion de sus deseos. Hay, sin embargo, circunstancias en que la vehemencia del deseo es tan considerable y se hace tan prepotente, que no es dable refrenarlos y como en estos casos la voluntad queda cohibida, desaparece ó al menos disminuye la responsabilidad, que es lo que sucede en el paroxismo de las pasiones, en algunas clases de locura y en ciertos y determinados estados patológicos. Por una razon análoga, cuando el entendimiento es tan obtuso que no tiene fuerza bastante para dirigir ó reprimir ni aun los impulsos ordinarios, no cabe tampoco responsabilidad en las acciones. En este caso se encuentran los niños, los imbeciles, los idiotas, etc.

De la rápida reseña que acabamos de efectuar se deduce que las facultades intelectuales pueden reducirse á sentir, pensar y querer. Siente el hombre porque percibe las impresiones internas y externas que le transmiten los nervios sensitivos; piensa porque compara, porque aprecia las relaciones y asocia de mil maneras diferentes las ideas, los impulsos, las conmociones, los recuerdos; y quiere porque toma determinaciones, optando voluntariamente entre las instigaciones del deseo y los impulsos del deber. La esencia de todas estas operaciones es completamente desconocida, y lo único que sabemos es que no pueden tener lugar sin la intervencion material de los órganos de la inteligencia y principalmente del cerebro.

§ 56.

Influencia de la organizacion en las facultades intelectuales.—Si para el ejercicio y manifestacion de estas facultades es indispensable la intervencion del cerebro, no debe sorprendernos que todo lo que sea capaz de modificarlo ó alterarlo influya á su vez, siquiera sea de una manera secundaria, en los actos de la inteligencia, y de consiguiente que ejerzan una accion mas ó menos manifiesta sobre los mismos, la edad, el sexo, el temperamento, el clima, los alimentos y bebidas, los estados de salud y de enfermedad y otro gran número de condiciones individuales.

En la infancia podrán ser activas las percepciones, porque los órganos de los sentidos, lo mismo que la mayor parte de aquellos en que tienen origen los instintos de conservacion, han adquirido ya su completo desarrollo; podrá ser tambien muy activa la memoria en lo que se refiere á ideas puramente subjetivas; pero como la masa encefálica no reúne en esa época de la vida ni el desarrollo, ni la consistencia, ni las demás condiciones físicas que ha de tener en lo sucesivo, el entendimiento no juzga todavía con el vigor que ha de adquirir mas adelante, ni la voluntad se decide á consecuencia de motivos racionales, sino que queda casi entregada á la influencia de los impulsos instintivos. Por eso, á medida que se avanza en edad, el juicio se perfecciona hasta que en la vejez adelantada pierde su virilidad, quedando limitado á las condiciones que tiene en la niñez.

No cabe la menor duda de que la mujer es susceptible de adquirir ese conjunto de conocimientos que denota el mayor grado posible de actividad en todas las facultades psíquicas; pero como su mision es distinta de la del hombre, como la naturaleza ha dotado á cada sér

de una organizacion que está en armonía con su destino y como por insignificantes que parezcan esas diferencias orgánicas, basta á veces la preponderancia de un órgano ó aparato para que su influjo se deje sentir en todos los demás, la experiencia diaria demuestra que la sensibilidad mas exquisita de la mujer contribuye á que sus percepciones y conceptos sean mas rápidos, mas viva su imaginacion, sus sentimientos mas delicados y mas dulces, pero menos profundo su talento.

Los temperamentos ejercen tambien una influencia manifiesta, aunque no tan exagerada como se ha querido suponer. El predominio del sistema nervioso puede contribuir á que los sugetos sean mas impresionables y á que las percepciones se verifiquen con mayor facilidad y rapidez; pero la comparacion, el juicio, el verdadero talento no son patrimonio exclusivo de ningun temperamento determinado. El desarrollo del sistema linfático y el consiguiente predominio de los jugos blancos, dan cierta flojedad á la fibra, que se traduce por una impresionabilidad menos exagerada y por concepciones mas lentas; pero si la imaginacion pierde algo en viveza, no son por eso menos sólidos los juicios. Cuando el sistema sanguíneo es el que predomina, la accion vivificadora del liquido nutritivo se hace sentir en toda la economía; excitante natural de los elementos anatómicos que constituyen los tejidos, y depósito de los materiales que sirven para la nutricion y las secreciones, cuando es abundante y rico en principios reparadores, el trabajo fisiológico se ejecuta con vigor en todos los aparatos, sin que sea de extrañar, bajo este concepto, que el cerebro funcione con mayor actividad en los sugetos de temperamento sanguíneo que en los de cualquier otro, suponiendo iguales todas las demás circunstancias en que se encuentran.

En cuanto á los climas, la simple observacion de lo que pasa en cada uno de nosotros demuestra la accion

enervante de los que son muy cálidos. Cuando el calor pasa de ciertos límites, ni hay aptitud para los movimientos, ni la hay tampoco para los trabajos intelectuales. Como la presión atmosférica disminuye á medida que la temperatura aumenta, los humores se dirigen hácia la periferia, y comprimida, siquiera sea ligeramente, la masa cerebral por la sangre que se acumula en la cabeza, no se ejecutan con su ordinaria regularidad las funciones del sistema nervioso, dando lugar á esa laxitud y á ese cansancio que experimentamos generalmente cuando la columna barométrica desciende de su nivel acostumbrado. Circunstancias análogas influyen en esa especie de apatía que caracteriza á los habitantes de los países meridionales, y aunque no desconocemos el grandísimo influjo que, además del clima, pueden ejercer otro gran número de causas diferentes, es innegable que los aires, las aguas, los lugares, etc., influyen de una manera poderosa en el carácter y en las costumbres de los pueblos, como ya lo habia hecho observar Hipócrates. Las condiciones topográficas de la localidad en que se vive pueden ocasionar en el organismo cambios aun mas radicales que los que acabamos de indicar. En los Alpes, en los Pirineos, en los Andes, etc., hay ciertos valles donde el cretinismo es endémico y donde las organizaciones mas robustas degeneran de padres á hijos hasta llegar á las que solo son propias de los imbéciles ó de los idiotas.

Lo mismo puede decirse, con corta diferencia, respecto de los alimentos. Puesto que sin buena alimentacion no puede haber buen quilo ni sustancias á propósito para la reparacion de los tejidos, el cerebro, lo propio que los demás órganos, se resiente en sus funciones cuando la sangre que le riega no contiene los elementos indispensables para atender á sus necesidades nutritivas, ó cuando lleva consigo sustancias extra-

ñas que la impurifican. No hay nadie que desconozca la influencia de las bebidas alcohólicas: tomadas con moderacion, el estimulo cerebral, producido por la sangre ligeramente alcoholizada, comunica un vigor pasajero á las facultades de la inteligencia, pero basta el menor abuso para que se trastorne la razon. El ópio, aunque sea en cortas cantidades, ocasiona un letargo ó soñolencia incompatible con las manifestaciones regulares del pensamiento; el café produce un efecto contrario, y el éter, el cloroformo y las demás sustancias anestésicas destruyen la sensibilidad y hacen imposibles la percepcion, la comparacion y el juicio, quedando anulada la conciencia y llegando á veces hasta á ocasionar la muerte si para su administracion no se toman las precauciones necesarias.

En cuanto al estado de salud ó de enfermedad, para que se reconozca el influjo que ejerce en las manifestaciones del pensamiento, basta recordar la frecuencia con que sobreviene el delirio en ciertos estados patológicos; la pérdida completa del conocimiento á consecuencia de golpes en la cabeza, y esta especie de postracion intelectual á que llegan los enfermos debilitados por las enfermedades, de la que solo salen cuando la organizacion adquiere su vigor acostumbrado.

§ 57.

Inteligencia de los animales. — Si los filósofos no han conseguido ponerse de acuerdo en ninguna de las cuestiones de mas importancia que se refieren á la inteligencia del hombre, aun es mayor, si cabe, la divergencia de pareceres que se observa en lo que tiene relacion con la inteligencia de los animales. Desde Descartes, que los consideraba como autómatas desprovistos de la facultad de sentir y de toda clase de conocimiento,

hasta G. Leroy y otro gran número de naturalistas de nuestros días, que los creen capaces de elevarse á las concepciones mas abstractas del espíritu, no hay escuela posible que no haya tenido partidarios y admiradores: «Es cosa muy notable,» dice el primero de estos filósofos, «que no haya hombre, por estúpido que sea, »que no pueda coordinar algunas palabras y componer »un discurso por el cual deje comprender su pensamiento, y que, por el contrario, no haya animal que »haga otro tanto, aun entre los mas perfectos y mejor »organizados... Y esto no solo atestigua que los animales tienen menos razón que los hombres, *sino que no tienen ninguna*. Tambien es muy digno de observarse »que por mas que haya muchos animales que en algunos de sus actos manifiesten mas industria que nosotros, ninguna manifiesten en los demás; por manera, »que lo que ejecutan mejor, no prueba que tengan inteligencia, porque, si así fuese, seria mayor que la »nuestra y todo lo ejecutarían con mas perfeccion, *sino que no la tienen y que la naturaleza es la que obra por ellos segun la disposicion de sus órganos*; así es como »vemos que un reloj, que no es mas que un compuesto »de ruedas y de muelles, cuenta las horas y mide el »tiempo con mas exactitud que nosotros con todo nuestro saber.» Verdad es que el mismo Descartes añade que no niega á los animales *ni la vida ni el sentimiento*, sino la facultad de pensar; pero aunque confiesa que sienten, no admite que tengan conciencia de sus sensaciones.

Buffon, adelantando un paso mas, concede que tienen sensaciones y conciencia de su existencia actual; pero no de su existencia pasada ni la facultad de comparar, que, segun su opinion, es la potencia que produce las ideas. Para Buffon, pues, aunque los animales sienten, no tienen memoria ni entendimiento ni voluntad.

En cambio, Reaumur asegura, hablando de los insectos, que está inclinado á creer que tienen cierto grado de inteligencia; Condillac afirma que los animales sienten, que tienen memoria, que tienen ideas, que comparan y que juzgan, y el citado Leroy y otros muchos fisiólogos les conceden hasta las operaciones intelectuales mas elevadas.

Dejando á un lado las exageraciones sistemáticas, y procurando circunscribirnos á la observacion imparcial de los hechos, sin violentar su verdadera significacion ni acomodarlos á las exigencias de esta ó de aquella escuela, no puede negarse que los animales superiores tienen aptitud para ver, oír, oler, gustar y tocar, puesto que están dotados de órganos y aparatos á propósito para recibir las impresiones que producen los objetos exteriores, ó lo que es igual, puesto que tienen sentidos. Tampoco puede negarse que tienen nervios sensitivos cuyas ramificaciones se distribuyen en las diferentes partes de su cuerpo, y por lo mismo que pueden recibir las impresiones internas, ó las que se producen en todos los puntos del organismo dotados de sensibilidad. Ahora bien: ¿pueden los animales percibir estas distintas impresiones? ¿tienen de ellas conciencia? ¿las sienten? El simple buen sentido, que vale en muchas ocasiones tanto, cuando menos, como las mejores teorías, se resiste á contestar á esta clase de cuestiones, porque es preciso que la razon se halle trastornada para negar que los animales ven, que oyen, que huelen, etc. Y cuando decimos que oyen ó que ven, cuando decimos que sienten, lo que expresamos es—si no se quiere que estas palabras carezcan de toda clase de significacion y solo sirvan de estorbo—que oyen como nosotros oímos, que ven como nosotros vemos, y de consiguiente que perciben las impresiones y adquieren las ideas como nosotros las percibimos y adquirimos.

Es indudable tambien que comparan las sensaciones percibidas, porque si no las compararan no podrian distinguir las sustancias agradables de las que no lo son, no evitarian el contacto de los objetos que les han causado algun daño en ocasiones anteriores, no vacilarian entre el temor del castigo y el aliciente del deseo, absteniéndose, como se abstienen en algunos casos, de satisfacer sus mas imperiosos apetitos. Y como comparando los objetos percibidos y distinguiendo las percepciones que proceden de fuera del organismo de las que tienen su punto de partida en el interior, es como se adquiere el conocimiento de la propia personalidad, parece lógico suponer que los animales no confunden su existencia con la de los demás seres, ni el *yo* con todo lo que forma parte del *no yo*.

No puede desconocerse tampoco que tienen memoria y voluntad, pues sin ellas no serian posibles ni la comparacion de ideas relativas á impresiones percibidas en tiempos diferentes, ni la preferencia con que eligen las que mas les satisfacen. El perro, por ejemplo, que distingue y reconoce los lugares donde antes ha vivido y los caminos por donde ha pasado; que tan sensible se muestra á los beneficios recibidos; que sufre resignado los castigos que se le imponen, lamiendo cariñosamente la mano que le maltrata como si ofreciera no incurrir en nuevas faltas; que se exalta de alegría á la presencia de su dueño; que se entristece y llora si le pierde, dejándose á veces morir de sentimiento y de dolor sobre su tumba, no puede negarse que tiene memoria, que tiene entendimiento, que tiene voluntad, que siente, que piensa, que quiere en el sentido recto y natural de estas palabras.

Pero entonces, se dirá: ¿en qué se diferencia la inteligencia del hombre de la de los animales? Cuvier supone que reciben, por medio de sus sentidos, impre-

siones semejantes á las que nosotros percibimos; que conservan, lo mismo que nosotros, la traza de estas impresiones, formando con ellas asociaciones numerosas y variadas, de las que deducen juicios y con las que aprecian relaciones, pero que carecen de la facultad que tiene el espíritu del hombre de replegarse sobre sí mismo y de estudiarse y comprenderse. Para Cuvier ese pensamiento que se considera á sí propio; esa inteligencia que se vé y que se estudia; ese conocimiento que se conoce, es lo que forma el verdadero mundo intelectual, patrimonio exclusivo del hombre, porque es el único de todos los seres creados á quien le es dado *sentir que siente, conocer que conoce y pensar que piensa.*

Sin negar la importancia de las ideas de Cuvier, á poco que se medite acerca de este punto, se reconocerá que *pensar, sentir y querer* son términos esencialmente reflexivos y que no cabe pensar sin saber que se piensa, ni sentir ó querer sin saber que se siente ó que se quiere. En esta cuestion no caben términos medios; ó se acepta que los animales sienten y quieren, en cuyo caso tienen conciencia de sus sensaciones y deseos, ó se les niega resueltamente toda clase de sentimiento y voluntad. Suponer, como algunos han supuesto, que los animales parece que tienen inteligencia y no la tienen, á semejanza de lo que le sucede al hombre cloroformizado, que parece que piensa y no piensa, parece que siente y no siente, parece que quiere y no quiere, podrá ser una salida ingeniosa, pero que, ó carece de significacion, ó significa lo contrario de lo que con ella se intenta demostrar. En el estado de anestesia queda anulado el ejercicio de la conciencia, porque así como no es posible sentir sin saber que se siente, no es posible tampoco tener conciencia de sensaciones que no se han llegado á percibir, y como el hombre cloroformizado no siente ni percibe *nada*, no puede tener conciencia de *nada*. Ahora

bien; ¿qué es lo que de este hecho se intenta deducir? ¿Que los animales, en su estado ordinario, se hallan en condiciones análogas á las en que se encuentra el hombre cloroformizado y que, por lo mismo, parece que sienten y no sienten, parece que quieren y no quieren, parece que piensan y no piensan, y de consiguiente que solo hay en ellos un verdadero simulacro de raciocinio? Entonces tendremos que admitir que parece que *ven* y sin embargo no ven; que parece que *oyen* y á pesar de todo no oyen; que se quejan y parece que *sienten dolor* cuando se les hiere con el bisturí, y no obstante nada sienten; que parece que *quieren defenderse* y *morder* y que hasta muerden en realidad si no se toman las debidas precauciones, pero que todo eso no son mas que apariencias, porque en los animales solo hay un simulacro de sentimiento y de voluntad. ¿No es verdaderamente incomprensible que para sostener ciertas doctrinas se venga á parar á semejantes deducciones? ¿No seria mas lógico y provechoso, que en vez de mutilar y desfigurar los hechos para acomodarlos á las exigencias de un sistema, se modificara el sistema mismo para que en él cupieran con holgura los hechos que por su medio se pretenden explicar?

Negar que los animales sienten, que piensan y que quieren, es negar la evidencia de lo que á cada instante estamos presenciando; pero como hay muy diferentes modos de sentir, de pensar y de querer, no se deduce por eso que sus facultades intelectuales sean tan perfectas como las del hombre. Por de pronto, no todos los animales tienen los mismos sentidos y por lo tanto no todos perciben las mismas impresiones ni adquieren las mismas ideas. Los infusorios no tienen aparatos oculares y de consiguiente son ciegos, excepto los correspondientes á un limitadísimo número de especies en los que se observan pequeños puntos que parecen ojos. Los

zoófitos y los moluscos no tienen aparato auditivo, si se exceptúan algunos cefalópodos superiores, como la jibia, el pulpo, el calamar, etc. No conocemos el órgano olfatorio de los articulados, ni de los moluscos, ni de los radiarios, y es lógico deducir que carece de olfato la inmensa mayoría de los invertebrados. El sentido del gusto debe estar muy embotado en las aves, y no sabemos si los invertebrados tienen noción de los sabores. Los espongiarios é infusorios, lo mismo que los zoófitos, carecen de sistema nervioso y es lo mas probable que no tengan tacto ó que solo sea rudimentario. Estas diferencias orgánicas ocasionan necesariamente gradaciones infinitas en la percepcion de las sensaciones, y de consiguiente variedades extraordinarias en cuanto á la facultad de sentir.

Lo mismo sucede con respecto á las facultades reflexivas: es indudable que los animales comparan las diversas impresiones, aunque hayan sido percibidas en épocas ó tiempos distintos; pero esta comparacion y por lo tanto el juicio que forman acerca de las analogías y diferencias de las cosas ó de las relaciones de dependencia que existen entre los diversos fenómenos percibidos, no pueden dar en todos ellos iguales resultados, porque dependen, por una parte, del mayor ó menor caudal de ideas que cada uno puede adquirir, y por otra, de la mayor ó menor perfeccion de los centros nerviosos encargados de este trabajo intelectual. De ahí la diferencia enorme que se observa entre la inteligencia de los mamíferos y la de las aves, entre la de las aves y la de los reptiles, entre la de los reptiles y la de los peces, y entre la de los animales de un mismo género, de una misma especie y de una misma familia. En los mamíferos, por ejemplo, el perro, el caballo, el elefante, el orangutan, el chimpanzé, el gorilo, etc., sobre no tener todos igual energia intelectual, la tienen además

muy superior á la de la oveja, á la del cerdo ó á la del borrico.

En el hombre se reunen gran número de causas para que su inteligencia sea superior á la de todos los animales. La variedad inmensa de percepciones que adquiere por medio de los sentidos, mas perfectos, considerados en su conjunto, que los de cualquier otro animal, y el caudal inagotable de ideas que la humanidad ha ido acumulando en el trascurso de los siglos y de las que él se aprovecha agregándolas á las suministradas por su experiencia propia, le proporcionan materiales de que nadie mas que él puede disponer, contribuyendo á que la comparacion y el juicio ejerzan su actividad sobre mas vastos y dilatados horizontes: si á esto se añade el mayor desarrollo y perfeccion del cerebro y de las demás partes del sistema nervioso de que el alma se vale para sus manifestaciones, quedará explicada la causa de que el hombre pueda elevarse desde las nociones materiales á las ideas mas abstractas, á la comprension de lo bello, de lo bueno, de lo justo, y de que, con sus facultades reflexivas prepotentes, adquiera el libre arbitrio, expresion la mas sublime de la voluntad humana y de la libertad, y atributo esencial y característico de la razon.

No: los animales no pueden elevarse á la concepcion de las ideas generales ó abstractas: la bondad, el vicio, la virtud, el deber, la justicia, lo infinito, etc., son nociones que no caben dentro de los límites de su escasa comprension, y aunque poseen algunos de los elementos de que la razon se forma, no serán nunca seres racionales. Sienten, pero es demasiado reducido el número de percepciones y de ideas que pueden adquirir; piensan, pero la comparacion y el juicio se limitan al estrecho círculo de los materiales adquiridos y á los groseros medios de ejecucion de que disponen para este trabajo

intelectual; quieren, pero su voluntad no puede ser dirigida por la reflexion, y entregados casi por completo á sus deseos instintivos, no tienen libertad ni cabe moralidad ni responsabilidad en sus acciones. Solo el hombre es libre, porque nadie mas que él tiene el conjunto de facultades reflexivas que constituyen la razon, con la que puede refrenar sus instintos, sus deseos y sus pasiones.

SECCION OCTAVA.

De los movimientos.



CAPÍTULO PRIMERO.

Diferentes clases de movimientos.

§ 58.

La materia organizada está en continuo movimiento, porque no es posible la vida, caracterizada principalmente por la nutricion, sin que las moléculas elementales se agiten sin cesar, atrayéndose ó repeliéndose para dar lugar, en último resultado, á esa série de combinaciones químico-vitales que son indispensables á fin de que se realicen los fenómenos morfológicos. Estos movimientos, que podriamos llamar *moleculares*, y entre los cuales podriamos comprender los fenómenos de *diffusion*, de *imbibicion*, de *trasudacion*, de *endosmose*, etc., se efectúan tan lentamente, que ni es posible observarlos de una manera directa, ni los conocemos sino por los cambios que la organizacion experimenta á la larga en su estructura material.

Hay, además, otros movimientos debidos á la *elasticidad* de que en mayor ó menor grado gozan todos los tejidos, y principalmente aquellos en cuya composicion entran fibras *dartoicas*, *reticulares* ó *laminosas*, en virtud de cuya propiedad las partes distendidas ó comprimidas

recuperan su forma primitiva en cuanto cesa la causa de la distension ó compresion.

Hay, por último, otra clase de movimientos que no se hallan tan íntimamente relacionados con las funciones nutritivas; que pueden observarse directamente, con la vista natural ó auxiliada del microscopio; que solo ocasionan cambios pasajeros en la situacion ó en la forma de las partes en que se notan, recuperando de nuevo su primitiva posicion en cuanto aquellos cesan, y que únicamente pueden ejecutarse por elementos anatómicos ó por tejidos *contractiles*.

De las tres variedades de movimientos que acabamos de indicar, los moleculares han sido ya objeto de nuestro estudio al dar á conocer las funciones nutritivas.

Los debidos á la elasticidad dependen exclusivamente de una propiedad fisica que no merece un exámen especial, bastando tener presente que las fibras elásticas no están caprichosamente distribuidas en las diferentes partes del organismo, sino que se encuentran con preferencia en aquellos puntos en que concurre alguna de las circunstancias siguientes: primera, cuando se necesita el empleo de una fuerza permanente para contrarrestar el esfuerzo de una causa que obra en sentido contrario y de una manera constante tambien, puesto que no sirven para este objeto las contracciones musculares por la intermitencia de su accion; así se vé, que los ligamentos amarillos tienen á las vértebras íntimamente unidas entre sí, á pesar de que el peso de las vísceras, situadas delante de la columna vertebral, tiende sin cesar á separarlas; segunda, cuando se efectúan rítmicamente, en un órgano ó tejido, movimientos de expansion y de contraccion, en cuyo caso estos últimos son producidos por los músculos, mientras que los primeros dependen de la reaccion de las fibras elásticas que habian sido comprimidas y recuperan su primitiva posicion;

así, al cesar el esfuerzo contractil de los músculos del corazón, el tejido elástico contenido en el endocardio, comprimido durante el sistole, contribuye al diástole de las cavidades cardíacas sin mas que volver á tomar la forma que tenia anteriormente; tercera, cuando los órganos experimentan cambios considerables de volumen como consecuencia del ejercicio regular de sus funciones; por eso la cápsula fibrosa del bazo, las arterias, la membrana mucosa de las vías respiratorias y sobre todo la piel, poseen fibras elásticas en cantidad considerable, sin las cuales no podrian recuperar sus primeras dimensiones despues de haber sido fuertemente distendidas; y cuarta, cuando es preciso que los tejidos entren en vibracion para dar lugar á la produccion de los sonidos, siendo esta la causa del gran número de fibras elásticas que contienen las paredes de la laringe y los demás órganos que contribuyen á la formacion de la voz. Los movimientos erectiles que se observan en el pene, en el clítoris, en las ninfas, etc., dependen tambien de la grande elasticidad de los alvéolos ó espacios celulares donde la sangre se acumula, distindiéndolos ó aumentando su volumen.

Los movimientos debidos á la contractilidad, que son los mas interesantes y los que ahora nos proponemos estudiar, se manifiestan exclusivamente en los tejidos contractiles, entre los que se hallan, segun las observaciones mas modernas, las fibras musculares lisas y estriadas, los corpúsculos de la linfa, del moco, del pus, las células epiteliales, los espermatozoides, y la sustancia semitransparente que se halla en el interior de algunos infusorios, de algunos pólipos y de otros animales inferiores.

Los órganos contractiles que acabamos de mencionar, aunque muy distintos entre sí, están formados, al parecer, en todo ó en parte, de una sustancia comun á

la que se ha llamado *sarcoda* ó *protoplasma*; de manera, que casi puede decirse que los únicos tejidos susceptibles de entrar en contraccion son aquellos que contienen sustancia sarcódica, la cual, segun los aparatos en que se encuentra, puede dar lugar á tres clases principales de movimientos: sarcódicos, vibrátiles y musculares.

Se vé, pues, que los diferentes movimientos que se observan en la organizacion, pueden ser: ó moleculares, ó debidos á la elasticidad, ó producidos por la contractilidad, y que estos últimos son: ó sarcódicos, ó vibrátiles, ó musculares. Conviene estudiar separadamente cada uno de los que corresponden á este último grupo.

CAPÍTULO II.

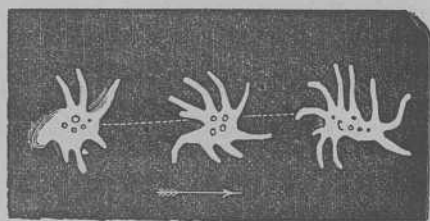
Movimientos sarcódicos y vibrátiles.

§ 59.

Movimientos sarcódicos.—Ya hemos dicho que la contractilidad no es una propiedad exclusiva del tejido muscular, como se habia creido hasta estos últimos tiempos. Algunos infusorios, constituidos principalmente por una sustancia homogénea y granulosa, y sin ninguna clase de elementos musculares, experimentan cambios de forma variadísimos, apareciendo en la superficie de su cuerpo una especie de apéndices ó prolongaciones, á manera de estrellas, que, como los cuernos del caracol, se estiran y se encogen, desapareciendo á veces del todo para reproducirse mas tarde, por cuyo medio se traslada el animal de un punto á otro y efectúa diferentes movimientos.

Esta clase de movimiento, observada principalmente

en los amibos, fué designada por Mr. Dujardin con el nombre de *movimiento sarcódico*, y mas tarde MM. Schultze, Brücke y Kühne, no solo notaron movimientos análogos en otro gran número de animales inferiores, sino hasta en los elementos celulares de los animales mas perfectos, llamando *protoplasma* á la sustancia contenida en esas células contractiles, y movimiento *amiboideo*, por su semejanza con el que presentan los amibos, al que en ellos se ejecuta.

FIGURA 33.^a

Prolongaciones que presenta un amibo en movimiento.

El movimiento sarcódico ó amiboideo se ha observado hasta ahora en los glóbulos blancos de la sangre, en los corpúsculos del pus, del moco y de la saliva, en las células cartilaginosas y en las pigmentarias de la capa profunda de la epidermis ó de las mallas de la coroides. Segun Kolliker, entre las células aisladas de los animales adultos, solo hay las nerviosas, y los glóbulos sanguíneos en las que no se haya observado ningun fenómeno de motilidad, asegurando Strecker y otros fisiólogos que algunos elementos tubulosos, como por ejemplo las raicillas mas finas de los capilares sanguíneos, están formados de una capa de protoplasma á la que se deben las contracciones y dilataciones de estos vasos, semejantes á las que se producen en aquellos cuyas cubiertas ó paredes contienen fibras musculares.

Los movimientos sarcódicos de las células, caracte-

rizados principalmente, lo mismo que los de los amibos, por la presencia de apéndices ó prolongaciones que aparecen y desaparecen de su superficie, son extraordinariamente irregulares en su forma, y aunque por regla general no bastan para que la totalidad de la célula cambie de lugar y se traslade de un punto á otro, hay casos en que, segun se asegura, tienen suficiente influencia para efectuar esta traslacion. M. Lortet sostiene que los leucocitos de la sangre reciben por este medio una impulsión bastante grande para que puedan pasar á través de las membranas, y M. Cohnheim ha creído ver que, en las partes inflamadas, los indicados leucocitos atraviesan las paredes de los vasos capilares, acumulándose á su alrededor y formando focos purulentos.

Estos hechos dan lugar á sospechar que el contenido de las células animales está formado de una sustancia análoga, en su composición química, á la del tejido muscular, no solo por prestarse á movimientos semejantes á los de las fibras musculares, sino porque los estímulos que dispiertan su actividad son los mismos que obran tambien sobre los músculos. Esta presunción tiene aun mayores probabilidades de exactitud, desde que M. Kühnze ha conseguido formar con la sustancia sarcódica una especie de músculo artificial, pues llenando un intestino de hydrófilo con protoplasma fluido, distendido en agua, de un myxomyceto, ha conseguido que este extraño aparato entre en contracción, á la manera de los músculos, bajo la influencia de una corriente de inducción.

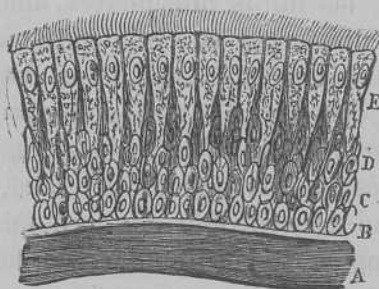
§ 60.

Movimiento vibrátil.—La membrana mucosa que reviste el conducto respiratorio desde las narices á las vesículas pulmonales, comprendiendo tambien la parte

superior de la faringe; la que tapiza los órganos genitales de la mujer en toda la extensión del útero y de las trompas; la conjuntiva y algunos otros puntos menos conocidos, están cubiertos de un epitelio cilíndrico simple ó estratificado, cuya capa celular superficial contiene pequeños apéndices ó filamentos, extraordinariamente finos, que han recibido el nombre de *pestañas vibrátiles*, á causa de su semejanza con las de los párpados y del continuo movimiento vibratorio de que se hallan animadas.

FIGURA 34.^a

Células vibrátiles de las ramificaciones bronquiales en el hombre.

FIGURA 35.^a

Epitelio vibrátil de la tráquea en el hombre. A porción exterior de las fibras elásticas longitudinales. *B* capa homogénea exterior de la mucosa. *C* células profundas de epitelio de figura redondeada. *D* células intermedias prolongadas. *E* células superficiales provistas de pestañas vibrátiles.

Las pestañas vibrátiles, que en el hombre solo se encuentran en los sitios que acabamos de indicar, son mucho mas abundantes y se hallan esparcidas por mu-

cho mayor número de puntos en los animales de organización inferior. Los corales, los acalefos y los bivalvos las contienen, entre otras partes, en toda la superficie exterior del cuerpo, y los anélidos en la cara interna del intestino. Hay, sin embargo, muchos invertebrados que no presentan el menor vestigio de estos apéndices vibrátiles, lo que indica que de la falta ó presencia de estos filamentos movibles no puede deducirse la mayor ó menor perfección orgánica de los animales.

El movimiento vibrátil puede observarse con facilidad por medio del microscopio. Para esto se roza suavemente con la extremidad de una pluma ó con el mango de un escalpelo la superficie del tabique nasal ó la de cualquiera membrana que contenga filamentos vibrátiles, y la mucosidad que por este medio se recoge, lleva consigo algunas células de epitelio que pueden ser examinadas colocándolas en el objetivo del microscopio. Cada célula tiene de ocho á doce pestañas, cuya longitud media es próximamente de 0^{mm}, 0005, y cuyo diámetro es de quince á veinte veces menor, si bien en los animales inferiores tienen mayores dimensiones. Estas vellosidades se mueven de una manera espontánea, elevándose y deprimiéndose alternativamente como si fueran espigas agitadas por el viento. Además de esta clase de agitación, que es la mas común, M. Valentin ha observado otras tres variedades en las indicadas vellosidades ó pestañas, si bien son mucho menos frecuentes que la anterior. Consiste la primera en un movimiento infundibuliforme llamado de *embudo*, en virtud del cual cada filamento describe una especie de cono cuya base corresponde á la extremidad superior, que es la que está libre; la segunda está caracterizada por un movimiento de vaiven, llamado *perpendicular* ú *oscilatorio*, á consecuencia del cual la extremidad libre oscila como un péndulo alrededor del punto fijo que se halla en la ex-

tremidad inferior; en la tercera, el movimiento que se produce se llama *ondulatorio*, porque cada pestaña describe ondulaciones análogas á las que se observan en una bandera ó gallardete agitado ligeramente por la brisa.

La rapidez con que estos movimientos se verifican es muy variable. Hay casos en que las pestañas vibrátiles se inclinan y se elevan doscientas ó doscientas cincuenta veces por segundo; pero ni el número de oscilaciones que ejecutan es igual en todos los animales, ni lo es tampoco al principio ó al fin de la observacion. De ordinario, las oscilaciones son mas numerosas al empezar el experimento ó cuando las células son frescas, que cuando hace tiempo que se han separado del epitelio en que se encuentran.

Cuando se colocan corpúsculos ligeros sobre una superficie vibrátil, son arrastrados poco á poco en una direccion determinada, lo que indica que el movimiento vibratorio es mas enérgico en un sentido que en otro, pues á no ser así las partículas movibles recuperarían su primera posicion despues de cada movimiento alternativo de vaiven y no cambiarían de lugar. Segun lo que hasta ahora ha podido observarse, la direccion del movimiento, lo mismo en el aparato respiratorio que en el útero y en las trompas, es en el sentido de los orificios exteriores, es decir, de dentro hácia afuera. Lo contrario sucede en la faringe, pues las partículas depositadas en la mucosa de este órgano son arrastradas hácia el estómago. Para que sea perceptible este fenómeno á la simple vista, es preciso que se haga el experimento en un animal vivo, poniendo al descubierto alguna de las mucosas vibrátiles, y principalmente la de la faringe de la rana, que es donde se observa con mayor facilidad. Depositando polvo de carbon, filamentos de hilo ó lana, pequeños pedazos de papel, ó cualquiera otra sustancia

análoga, siempre se establece el movimiento en dirección del estómago, siendo á veces bastante intenso para arrastrar hasta pequeños fragmentos de plomo, según asegura Th. Liégeois.

FIGURA 36.^a

Polvo de carbon depositado en la mucosa faríngea de una rana, arrastrado por las pestañas vibrátiles hácia el estómago.

Los movimientos vibrátiles se verifican con independencia completa del sistema nervioso, puesto que el epitelio en que tienen lugar no recibe ningun filete y, además, porque no solo se efectúan en el hombre á las cincuenta ó sesenta horas de haber muerto, y hasta quince dias despues en los animales de sangre fria, sino que se observan del mismo modo en células completamente aisladas y que no tienen la menor conexion con el individuo.

Como los movimientos vibrátiles tienen cierta analogía con los de los espermatozoides que se encuentran en el sémen, se cree que estos pretendidos animalillos no son mas que pequeños aparatos de vibracion, pro-

visto cada uno de una sola pestaña que forma la cola, mientras que la cabeza corresponde al cuerpo de la célula. Tanto Virchow como Kölliker han visto, en efecto, que las disoluciones ligeramente alcalinas aumentan la energía y rapidez del movimiento, lo mismo en los filamentos espermáticos que en las pestañas vibrátiles, y por su parte M. Bizzorero asegura que el de los unos y de los otros se paraliza ó se destruye si se les sujeta á la influencia del alcohol, del cloroformo, del éter sulfúrico, del tanino, de la creosota, de la tintura alcohólica de yodo ó de cantáridas, de las disoluciones concentradas de curare, etc., etc.

El movimiento vibrátil y el de los espermatozoides se halla sometido á las mismas influencias que el sarcódico, lo que indica que los tres son de la misma naturaleza y que dependen de la contraccion de la sustancia sarcódica ó protoplásmica que forma parte de las pestañas vibrátiles, de los espermatozoides y de los tejidos considerados como sarcódicos. Por otra parte, como entre el protoplasma y la sustancia muscular hay tan grande analogía que casi parecen iguales, resulta que los movimientos sarcódicos, los vibrátiles, los de los espermatozoides y los musculares son idénticos en el fondo, puesto que resultan de la contraccion de una sustancia protoplásmica comun.

Á beneficio de las pestañas vibrátiles que los infusorios y otro gran número de animales inferiores tienen en la superficie del cuerpo, pueden moverse activamente en el líquido en que se hallan suspendidos, renovando al mismo tiempo las capas próximas que acaso impurifican con los productos de la espiracion y atrayendo y absorbiendo mas fácilmente las que son mas puras. En el hombre y en los animales superiores, el movimiento vibrátil de la mucosa pulmonal tiene probablemente por objeto arrastrar hácia el exterior las mucosidades segre-

gadas en las últimas ramificaciones bronquiales y las sustancias extrañas que penetran con el aire, mientras que el de la mucosa que tapiza el útero y las trompas contribuye, al menos en la especie humana, al descenso del óvulo desde el ovario hasta las partes genitales externas, cuando no queda fecundado en el camino. Conviene, á pesar de todo, no exagerar la importancia de estos movimientos, muy difíciles de observar durante la vida, y de consiguiente demasiado poco conocidos para que podamos señalarles con alguna seguridad el papel que desempeñan en el mecanismo de las funciones.

CAPÍTULO III.

Movimientos musculares.

§ 61.

Los movimientos sarcódicos y vibrátiles que hemos dado á conocer tienen poquísima importancia al lado de las contracciones musculares que se observan en todos los animales superiores.

Los músculos se han dividido en *estriados* y *lisos*, en razon á la estructura de los elementos histológicos que entran en su composicion. Á los primeros se les llama tambien músculos de la *vida animal* ó *músculos voluntarios*, porque sirven preferentemente á las funciones de relacion, y porque, excepto el corazon y las fibras de la parte superior del exófago, se hallan sometidos á la influencia de la voluntad; á los segundos se les designa con el nombre de músculos de la *vida orgánica* ó *involuntarios*, porque si se exceptúan las fibras carnosas de la vejiga de la orina, no obedecen á la voluntad, y porque están mas especialmente destinados á las funciones nutritivas.

Los músculos de fibra estriada forman generalmente una especie de cordones ovalados, ó anchos y aplanados, de color rojo, con estrías longitudinales bastante perceptibles. Están adheridos, directamente ó por medio de tendones, á los cartilagos y huesos que han de mover, y les cubre una vaina de tejido conjuntivo llamada *perymisio externo*.

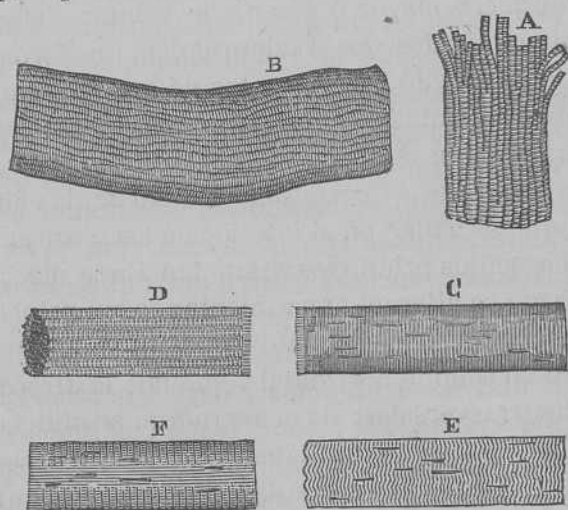
Cada uno de estos músculos está formado de la reunion de cierto número de hacecillos, perceptibles á simple vista, que á su vez están compuestos de hacecillos mas pequeños, y estos de otros aun menores, visibles únicamente por medio del microscopio, llamados *hacecillos primitivos*. Los hacecillos primitivos están envueltos en una membrana muy fina llamada *sarcolema* ó *mirolema*; se reunen los unos á los otros formando hacecillos secundarios ó terciarios, que son los que se perciben á simple vista, y los tabiques celulares en que se hallan encerrados, compuestos de tejido conjuntivo, constituyen lo que se conoce con el nombre de *perymisio interno*.

El hacecillo primitivo, cuyo diámetro varia entre 0^{mm}, 01 y 0^{mm}, 07 no es, sin embargo, como podria sospecharse, el elemento anatómico de los músculos estriados, porque examinado con el microscopio se nota, á favor de la transparencia del sarcolema, que está compuesto de muchas fibrillas de 0^{mm}, 001 de diámetro, pocas ó mas.

Á estas fibrillas se les deberia dar el nombre de tubos, porque son huecas y contienen en su interior una masa líquida que es la sustancia propia del músculo: la pared de estos tubos consiste en una membrana elástica, completamente cerrada y llamada tambien sarcolema, como la que envuelve el hacecillo primitivo.

La fibrilla ó tubo elemental, examinado con el microscopio, presenta el aspecto de un cilindro, con estrías trasversales muy aproximadas, finas, regulares, que

provienen, segun M. Brücke, de glóbulos ó partículas elementales, birefringentes, mas espesas que la sustancia fundamental, sobrepuestas unas sobre otras en forma de capas. Las partículas de cada fibra de un mismo hacesillo se corresponden mutuamente, segun Bowman, de modo que se encuentran todas en una serie de planos trasversales y sobrepuestos como pequeños discos, produciendo de este modo las estrías trasversales. M. Rollett asegura que la mayor parte de estos tubitos ó fibras elementales recorren el músculo en toda su longitud y se fijan directamente en los tendones y en los huesos, terminándose los demás en el interior del mismo músculo; pero aunque esto suceda en los que son cortos, es probable que en los largos no midan toda su longitud y no pasen de tres ó cuatro centímetros, que es lo que opinan Krause, Kölliker y otros fisiólogos.

FIGURA 37.^a

Diferentes aspectos de hacesillos primitivos de músculos de la vida animal mirados con el microscopio.

Segun Rouget las indicadas fibrillas se enroscan en forma de espiral, constituyendo una especie de hélice

cuyas vueltas ó circunvoluciones están mas ó menos aproximadas, segun que el músculo se halle en estado de contraccion ó de relajacion.

Hemos dicho que la sustancia contenida en el interior de los tubitos elementales es líquida, fundádonos, de acuerdo con el parecer de Hermann, en que se perciben en ella algunas veces movimientos ondulatorios; en que aparece, como en los demás líquidos, el fenómeno de Porret, es decir, que el contenido pasa al polo negativo cuando lo atraviesa una corriente eléctrica, y en que Kühne ha visto moverse un nematoide á un lado y otro sin experimentar ninguna resistencia, en una fibra muscular de rana recientemente preparada. Por lo demás, el contenido del tubo puede solidificarse por la influencia de algunos reactivos.

Los hacecillos primitivos que resultan de la reunion de un número mayor ó menor de tubitos elementales presentan, mirados con el microscopio, una forma cilíndrica, igual á la de los elementos de que se forman; estrias longitudinales que marcan en toda su extension los puntos de union de estos tubitos y estrias trasversales dependientes de los corpúsculos ó partículas birefringentes que se hallan en el interior de los mismos. Cuando los hacecillos primitivos se sujetan á una maceracion prolongada se alteran, experimentando un principio de putrefaccion, y los elementos que los constituyen se desunen en sentido horizontal siguiendo la direccion de las fibras trasversales; de manera que se obtienen por este medio discos de un diámetro igual al del hacecillo primitivo. Esto es lo que ha dado lugar á que Bowmann, Brücke y otros fisiólogos sostengan que los indicados hacecillos no están compuestos de tubos longitudinales, sino de discos sobrepuestos, cada uno de los cuales corresponde á una estria trasversal; pero como estos discos no se han podido ver nunca estando los músculos

frescos, sino cuando empiezan á descomponerse, y como por otra parte la estructura fibrilar del hacecillo primitivo se percibe siempre con toda claridad por medio del microscopio, creemos que la teoría de los discos de Bowmann es inaceptable en el estado actual de la ciencia y que la única admisible es la de la composicion tubular aceptada por nosotros.

Las arterias que se distribuyen en los músculos se convierten de una manera casi insensible en una red capilar, extraordinariamente fina, que envuelve por todas partes á los hacecillos primitivos. Las venas están provistas de válvulas numerosas.

Los nervios al llegar á los tubitos musculares pierden su cubierta, la cual queda confundida con el sarcolema: la sustancia medular nerviosa desaparece bruscamente, y el cilindro-eje, ó fibra blanda central, penetra en el interior del tubito terminando en una sustancia homogénea, finamente granulosa y provista de gruesos núcleos.

El tejido muscular estriado se encuentra en los músculos de las extremidades superiores é inferiores, de las paredes torácicas y abdominales, del periné, del cuello, de la cara, de la lengua, del velo del paladar, de la faringe, del tercio superior del exófago, y por último, en los músculos de la órbita, de la oreja y del corazon, siendo de notar que los hacecillos musculares de este órgano se anastomosan entre sí.

Los músculos de fibra lisa ó involuntarios no están compuestos de hacecillos primitivos, sino de pequeñas fibras ó tubos, adheridos unos á otros y formando grupos irregulares. Estos tubos son *lisos* ó, lo que es igual, no presentan estrias trasversales: son menos rojos que los de forma *estriada*, mas cortos y se les considera como células prolongadas que contienen un núcleo casi cilíndrico.

Macerados en alcohol ó tratados por el ácido acético, presentan un aspecto nudoso y se encogen en *zig-zag*,

imitando las estrias trasversales de los tubos estriados. Se les da el nombre de *fibras musculares lisas* ó *fibro-células contractiles*, y su diámetro, variable en los diferentes puntos de su extension, es de dos centésimos de milímetro, poco mas ó menos. Las fibras lisas están repartidas en cantidades muy variables y diseminadas ó entrelazadas con tejidos de otra naturaleza, como en el espesor del dermis, en las paredes de los vasos, etc., y como no siempre se manifiestan con los caracteres del tejido muscular, se ha desconocido por mucho tiempo su existencia.

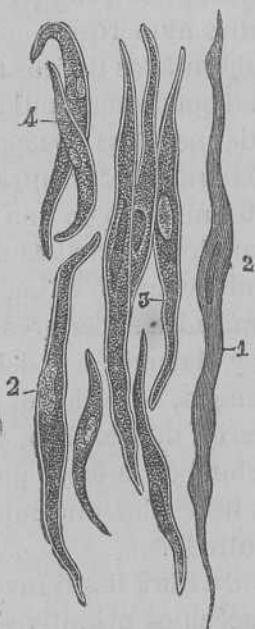


FIGURA 38.^a

Fibras musculares de la vida orgánica, ó fibro-células.

1 fibra muscular del intestino delgado. **2** fibra muscular de la cubierta del bazo. En estas dos fibras el guarismo **2** indica el núcleo. **3** y **4** diversas fibras musculares.

El tejido muscular liso se encuentra en los dos tercios inferiores del exófago, en toda la extension del tubo di-

gestivo, en los espacios celulares del bazo, en las paredes del conducto respiratorio hasta las celdillas pulmonales, en los vasos arteriales y venosos, incluyendo los capilares gruesos y medianos, pero no los mas finos; en los conductos excretorios y en los receptáculos de las glándulas, en el cordón de los testículos, en las vesículas seminales, próstata, uretra y pene; en la vagina, matriz, trompas y ovarios; en el dartos, en la piel, en el iris y en el músculo ciliar de los mamíferos.

Los músculos lisos sirven para los movimientos lentos y poco pronunciados de los órganos que no están sujetos á la voluntad; pero, por lo demás, tienen propiedades casi idénticas á las de los músculos estriados, siendo tambien muy grandes, bajo el punto de vista histológico, las analogías que existen entre los unos y los otros.

§ 62.

Plasma de los músculos.—Comprimiendo los músculos de los animales de sangre fria despues de haber extraido la sangre de los vasos y de haberlos lavado con una disolucion de sal comun, ó dejando enfriar los que corresponden á animales de sangre caliente despues de haber sido esta separada, y dividiéndolos, comprimiéndolos y filtrándolos, se obtiene un líquido turbio, neutro ó débilmente alcalino, llamado *plasma de los músculos*, que se altera con mucha facilidad si la temperatura es algo elevada. El plasma muscular se coagula y toma un aspecto gelatinoso, adhiriéndose á las paredes del receptáculo que lo contiene. Pasado algun tiempo, el líquido coagulado se contrae, forma copos y desprende un licor ácido llamado *suero de los músculos*.

Á la sustancia que forma los copos coagulados se llama *miosina*: es albuminoidea, soluble en las disolucio-

nes concentradas de sal comun y en los ácidos débiles, aunque en este último caso se transforma en *sintomina*. En los animales de sangre fria la miosina se coagula espontáneamente á los 40°, y á los 48°, ó 50° en los de sangre caliente.

El suero de los músculos contiene sustancias albuminoideas que se coagulan á temperaturas mayores que la miosina, glucosa en corta cantidad, excepto en los músculos del embrión y de los animales jóvenes donde es ya mas abundante, grasas tambien en corta cantidad, ácidos libres, principalmente el sarcoláctico, creatina, hipoxantina, ácido inósico, indicios de ácido úrico, hemoglobina ó materia colorante roja, diferentes sales, agua y gases, especialmente el ácido carbónico.

A pesar de que se encuentran, en general, en el suero de los músculos las sustancias que acabamos de indicar, no puede asegurarse por eso que se hallen igualmente en los músculos vivos, porque la sola coagulacion de la miosina supone ya una reacción química que cambia la composicion natural del plasma, y además porque este se descompone con extraordinaria facilidad por otro gran número de circunstancias que no son todavía suficientemente conocidas.

CAPÍTULO IV.

De la contraccion muscular.

§ 63.

Las fibras musculares parecen rectas, y paralelas cuando están en reposo; pero si se someten á la accion de un excitante se contraen, aproximándose sus extremidades en el sentido longitudinal, aumentando de

diámetro en la seccion trasversal y presentando gran número de ondulaciones angulosas á manera de *zig-zag*, hasta que adquieren de nuevo su paralelismo en el momento que cesa la causa de la contraccion.

La contraccion muscular es un fenómeno mucho mas complicado de lo que á primera vista podria sospecharse, y para poderla apreciar con alguna exactitud en sus detalles, es preciso estudiar: primero, las condiciones orgánicas que se necesitan para que se manifieste; segundo las causas que pueden provocarla, y tercero, el conjunto de fenómenos fisico-químico-fisiológicos que la acompañan ó que se observan en el instante en que se realiza.

§ 64.

Condiciones orgánicas de la contractilidad muscular.—

Para que los músculos puedan entrar en contraccion bajo la influencia de sus excitantes naturales, no se necesita mas que una sola circunstancia: la integridad de la fibra muscular ó, lo que es igual, el estado normal de su estructura y el agrupamiento regular de los elementos contractiles que entran en su composicion. Pero como para que la fibra muscular se mantenga en sus condiciones fisiológicas es preciso que la sangre la riegue con la regularidad acostumbrada, y que no falte el influjo de los nervios, puesto que á no mediar estas circunstancias se paralizaria el movimiento nutritivo y no seria posible la renovacion de los principios inservibles, se deduce naturalmente que aunque los músculos sean contractiles y aunque la contractilidad dependa de sí mismos y no la deban á ningun otro elemento extraño, ejercen, no obstante, sobre ella una influencia indirecta, por una parte el sistema circulatorio y por otra el nervioso.

No es, sin embargo, esta cuestion tan fácil de resolver como podria presumirse, y á fin de examinarla con mayor exactitud estudiaremos separadamente: primero, si los músculos deben su contractilidad á la sustancia que los constituye ó á la excitabilidad que les comunican los nervios motores, y segundo, hasta qué punto es indispensable la influencia de la sangre y la del sistema nervioso para que esa contractilidad pueda ponerse en ejercicio.

Con respecto á la primera cuestion no queda la menor duda de que si los músculos se han de contraer bajo el influjo de la voluntad, es *indispensable* que comuniquen con los centros de inervacion por medio de sus nervios. Si estos se cortan, los músculos se paralizan, se suspenden los movimientos voluntarios y solo es posible recobrarlos cuando los nervios divididos se unen por medio de una cicatriz. De acuerdo, pues, en este punto, la duda que conviene resolver, es la siguiente: ¿Hay además de la voluntad, es decir, de la incitacion motriz procedente del encéfalo, algun otro agente que excite la contraccion muscular aun cuando *los nervios estén destruidos ó aniquilada su potencia excitadora*? En otros términos: ¿es posible que los músculos entren en contraccion con independencia del influjo nervioso?

Con respecto á este último punto no todos los fisiólogos son del mismo parecer. Haller consideraba la contractilidad muscular como independiente de la influencia de los nervios, fundándose en que los músculos entran en contraccion aunque se hallen interrumpidas sus comunicaciones con los centros nerviosos y aunque estén separados del animal vivo. Es indudable, en efecto, que los músculos de la rana ó de cualquier otro animal se contraen por el solo estímulo de la electricidad ó el de los demás excitantes fisicos ó químicos, aun cuando estén cortados ó ligados los nervios que reciben del tronco,

y es indudable tambien que responden á la accion de estos mismos estímulos y se contraen á pesar de hallarse completamente separados del cuerpo del animal á que pertenecen. El corazon de la rana, por ejemplo, late todavía muchas horas despues de haberlo arrancado de su sitio, y si la contractilidad dependiese de la influencia nerviosa, no deberia manifestarse ni en este caso ni en los demás que acabamos de citar, puesto que los músculos no conservan ningun género de comunicacion con los centros nerviosos. Por otra parte, Haller hace notar que no existe proporcion entre el volúmen de los nervios y la fuerza contractil de los músculos en que se distribuyen, no siendo fácil explicar la causa de que el corazon reciba filetes tan pequeños cuando su fuerza de contraccion es tan considerable.

A pesar de la importancia de estas observaciones, fundadas en hechos que nadie puede poner en duda, no bastan para resolver definitivamente la cuestion, porque como las terminaciones nerviosas periféricas penetran en el interior del hacecillo primitivo y de la fibra ó tubo muscular, no es posible aislar el músculo de los elementos nerviosos que forman parte de su textura, y de consiguiente, aunque se halle completamente separado de los centros de inervacion, puede tener en sí mismo, por un tiempo mas ó menos largo, la influencia nerviosa que necesita para sus contracciones. Esta objecion, bastante atendible por sí sola, adquiere aun mayor importancia recordando que Remak ha descubierto en el trayecto de los nervios que se distribuyen en el espesor de las paredes cardíacas, pequeños gánglios, á los cuales, aunque microscópicos, se les considera como receptáculos de fuerza nerviosa.

Longet, adelantando un paso mas, intentó disipar estas dudas por medio de una série de experimentos que, aunque tampoco demuestran concluyentemente la inde-

pendencia entre la contractilidad muscular y la excitabilidad nerviosa, han preparado el camino para obtener mas decisivos resultados. Cortando el nervio ciático en muchos perros y conejos, ha podido observar que tanto el tronco como los ramos periféricos de este nervio perdian su excitabilidad motriz cuatro dias despues de la operacion, y que sin embargo los músculos en que se distribuyen seguian contrayéndose despues de siete semanas. Idénticos resultados obtuvo haciendo la seccion de nervios exclusivamente motores, como el hipogloso ó el facial, pues en todos sus ensayos halló que la fibra muscular manifestaba su contractilidad, por la sola influencia de los excitantes mecánicos, mucho tiempo despues del aniquilamiento de la excitabilidad nerviosa, de donde dedujo que el estímulo especial, trasmitido por los nervios motores á los órganos musculares, no es mas que uno de los muchos agentes excitadores que pueden provocar la contraccion, pero de ninguna manera la causa de la misma.

Los resultados obtenidos por Longet serian incontestables, si hubiera un medio positivo de averiguar el momento en que la excitabilidad nerviosa queda completamente destruida en los filetes musculares; pero como lo único que Longet ha visto es que el tronco nervioso que habia cortado no respondia á las excitaciones galvánicas al cabo de cuatro dias de haberlo separado de los centros de inervacion, y como las ramificaciones periféricas de ese tronco podian aun conservar su excitabilidad cuando se la creía completamente extinguida, pueden hacerse á sus experimentos las mismas objeciones que se hicieron á los de Haller. Cabe efectivamente en lo posible que los ramúsculos terminales conserven su influencia nerviosa uno ó dos meses despues de separados del tronco principal de que dependen, y de que hayan desaparecido del mismo las señales de su

excitabilidad motriz, con tanto mas motivo cuanto que de los mismos datos de Longet se desprende que esa excitabilidad se vá perdiendo *lentamente* desde el centro á la circunferencia, sin que haya ningun medio para conocer con seguridad el tiempo que debe trascurrir despues de la operacion para que se extinga por completo. Verdad es que observaciones posteriores han demostrado que la seccion de un tronco nervioso ocasiona en sus extremidades periféricas una degeneracion *gránulo-grasosa* que las inutiliza para el desempeño de sus funciones; verdad es, por lo mismo, que todo induce á sospechar que su excitabilidad motriz queda completamente destruida y que si los músculos entran en contraccion lo deben á una propiedad exclusivamente suya, y no á la que los nervios puedan comunicarles; pero como ni las observaciones de Waller, ni las de Krause, ni las de Vulpian, tan interesantes bajo otro concepto, indican el tiempo que se necesita para que esta degeneracion granulosa se presente, ni si ese tiempo es igual en todos los casos; y como por lo mismo no es posible asegurar, con la precision que la ciencia exige, si en los experimentos de Haller habia ó no desaparecido por completo la influencia nerviosa en los músculos que hacia entrar en contraccion, no es posible tampoco asegurar si esa contraccion dependia exclusivamente de la fibra muscular ó si dependia tambien de la nerviosa que á ella se halla unida.

Cl. Bernard ha conseguido resolver estas dudas de una manera casi completa por un procedimiento ingeniosísimo. Toma dos ranas y envenena una de ellas con el *curare*, sustancia sólida, de aspecto resinoso, que se obtiene, segun se cree, del jugo espesado de una planta de la misma familia que la nuez vómica: la otra la decapita. Muertas de este modo las dos ranas, pone al descubierto sus nervios lumbares; los estimula con un

excitante cualquiera, y, mientras que por este medio provoca contracciones musculares en los miembros abdominales de la rana *decapitada*, no produce el menor efecto en la *muerta por el curare*; y no es porque en esta última haya desaparecido la contractilidad, pues si los excitantes se aplican directamente sobre los músculos en vez de hacerlo sobre el nervio lumbar, aparecen inmediatamente las contracciones naturales.

El experimento puede modificarse de diferentes modos, pero casi siempre dá idénticos resultados. Envenenando una rana por medio del *curare*, despues de haber ligado fuertemente una de sus extremidades abdominales para préservarla de la influencia del veneno, el estímulo del nervio crural correspondiente á esta extremidad produce contracciones enérgicas, y sin embargo, el mismo estímulo, aplicado al nervio crural del lado opuesto, es decir, al de la extremidad *envenenada*, no ocasiona la menor contraccion. Y aquí, lo mismo que en el caso anterior, no es que haya desaparecido la contractilidad en los músculos envenenados, porque si el estímulo se aplica directamente á los mismos, entran en seguida en contraccion.

De estos hechos deduce Cl. Bernard que el *curare* destruye por completo la propiedad excito-motora de los nervios sin alterar en nada la contractilidad de los músculos, y toda vez que esta se manifiesta, aunque la influencia nerviosa quede destruída, claro es que no depende la una de la otra, y de consiguiente que la contractilidad muscular no está subordinada á ninguna fuerza extraña, quedando así demostrado, conforme lo habia asegurado Longet, que la excitacion de los nervios motores obra solo como un estímulo cualquiera, sin otra diferencia que la de ser mas enérgico y poderoso que todos los demás.

La cuestion estaria, pues, completamente resuelta

si Cl. Bernard hubiera obtenido *siempre* idénticos resultados, y si los experimentos posteriores hubieran demostrado su exactitud en todos los casos. Desgraciadamente el mismo Bernard confiesa que, sometiendo á la accion de una corriente galvánica *el nervio ciático*, obtuvo contracciones bien distintas y perceptibles en la pierna de un perro envenenado con el *curare*, y como Vulpian, por una parte, y Dechambre, por otra, citan algun otro caso análogo, no queda todavía tan plenamente demostrado, como fuera de desear, que el *curare* destruya siempre la excitabilidad motriz nerviosa.

De todos modos, esta pequeña duda desaparece por completo si se tiene en cuenta que los resultados contradictorios que acabamos de citar pueden depender de faltas, al parecer insignificantes, cometidas al efectuar alguno de los detalles de la experimentacion, porque si la doctrina sostenida en estos últimos tiempos por Longet y por Cl. Bernard no fuera cierta, y de consiguiente si la contractilidad dependiera directamente de la accion nerviosa, no tendria explicacion posible ninguno de los hechos que vamos á exponer. Por de pronto, si se coloca en el objetivo del microscopio un hacedillo primitivo, recientemente separado del animal vivo y en el que no se vea ninguna partícula de sustancia nerviosa, para lo que se elige la extremidad del sartorio de una rana, entra en contraccion, á pesar de todo, por la influencia de los estímulos físicos ó químicos. La sustancia sarcódica, que se encuentra lo mismo en los animales inferiores que en el hombre, no tiene elemento alguno nervioso, y esto no obstante se contrae, segun hemos dicho anteriormente. El corazon del pollo se mueve ya al segundo día del estado embrionario, y por lo tanto mucho tiempo antes de que estén formados los elementos nerviosos á que se atribuyen sus latidos. El cordón umbilical está provisto de un gran número de

fibras contractiles en las tunicas ó paredes de los vasos que lo forman, sin que hasta ahora haya sido posible encontrar en la mayor parte de este cordon el menor vestigio de elementos nerviosos.

Aunque cada uno de estos hechos y de los citados por Haller, por Longet y por Cl. Bernard no tengan por sí solos una importancia decisiva, todos ellos reunidos son ya suficientes para establecer que la contractilidad muscular no depende de la excitacion motora de los nervios y que la accion nerviosa es solo uno de los excitantes mas enérgicos de entre los que son capaces de provocar la contraccion. Esto no significa que los músculos puedan desempeñar sus funciones si les falta la influencia nerviosa ó la de la sangre, sino que esta influencia se limita á la nutricion del órgano ó, lo que es igual, á la conservacion de su integridad anatómica, sin la que no es posible la manifestacion de su contractilidad ni la de ninguna otra de sus propiedades orgánicas, que es lo que ahora vamos á demostrar.

§ 65.

Influencia de la circulacion en la contractilidad muscular.—La influencia de la circulacion en la contractilidad muscular no es igual en todos los animales. En los de sangre fria, los músculos pueden estar privados del riego circulatorio dos ó tres dias, sin que dejen por esto de entrar en contraccion bajo la influencia de los excitantes, mientras que en los de sangre caliente dejan de contraerse, por la misma causa, al cabo de pocas horas.

Desde que Swammerdan y Sténon practicaron la ligadura de la aorta en los animales para reconocer los efectos que producía la falta de la circulacion sanguínea en la contractilidad muscular, todos los fisiólogos

están de acuerdo en que al poco tiempo de practicada la operacion se paralizan las extremidades abdominales en el caso de que sobreviva el animal, lo que no siempre sucede.

Longet, á quien se deben las investigaciones mas exactas acerca de este punto, asegura que el movimiento voluntario de las extremidades posteriores desaparece en los perros al cuarto de hora de haber ligado la aorta abdominal, pero conservando todavía los músculos, por espacio de dos ó tres horas, la facultad de entrar en contraccion por medio de los excitantes. Si pasado este tiempo se restablece de nuevo la circulacion, los músculos recuperan al cabo de pocos minutos sus propiedades primitivas, y poco tiempo despues se restablecen los movimientos voluntarios. Por regla general puede asegurarse que la ligadura de la arteria principal de un miembro ocasiona fenómenos análogos en los músculos en que se distribuye; pero como en todos estos casos es casi imposible evitar el restablecimiento de una circulacion colateral que sustituya mas ó menos ventajosamente la directa, hay ocasiones en que los músculos solo experimentan trastornos pasajeros. Para evitar este inconveniente, M. Vulpian, imitando un procedimiento de que ya se habia servido Cruveilhier, suspende en agua carbon pulverizado ú otro polvo inerte y lo inyecta en la aorta abdominal de un perro á fin de que obstruya los vasos capilares y de que la circulacion se interrumpa por completo. Los resultados obtenidos por este medio no se diferencian de los indicados por Longet, quedando así demostrado que, cuando los músculos no pueden recibir de la sangre los materiales que necesitan para su nutricion ó, lo que es igual, cuando falta alguna de las condiciones indispensables para que conserven su integridad orgánica, pierden rápidamente la propiedad de obedecer á la vo-

luntad, y, poco tiempo despues, la de contraerse por la accion de los excitantes.

La ligadura de la aorta ocasiona tambien en los animales la rigidez cadavérica de los músculos privados de la circulacion sanguínea. M. Stannius habia notado ya esta rigidez en la pata de un conejo á las tres horas de haber interrumpido el acceso de la sangre á la misma, al paso que M. Brown-Séquard ha obtenido idéntico resultado, y observado, además, que la rigidez desaparece con solo restablecer el curso regular de la circulacion, recuperando los músculos la contractilidad perdida y poco despues los movimientos voluntarios. No deja de ser digno de notarse que no se haya observado nunca en el hombre esta rigidez parcial en los casos en que la circulacion sanguínea de un miembro ha estado interrumpida, pues la consecuencia ordinaria de las obstrucciones arteriales es la falta de nutricion de los músculos y con ella su atrofia y su parálisis, excepto cuando la obliteracion arterial llega á ser completa, en cuyo caso lo que sobreviene casi inmediatamente es la gangrena.

La ligadura de las venas y el estancamiento subsiguiente de la sangre venosa, no influye en la contractilidad muscular, y si en algunos casos se entorpecen los movimientos voluntarios, se debe á las colecciones edematosas que se producen á consecuencia de los trastornos circulatorios.

Así como la falta de sangre contribuye á que los músculos pierdan su contractilidad, así la mayor actividad de la circulacion, no pasando de ciertos límites, aumenta su energia. Cortando los troncos lumbares del lado derecho de una rana quedan destruidos los nervios vasomotores de la extremidad posterior del mismo lado; y al cabo de poco rato los vasos capilares se dilatan, aumentando el color rojo de los músculos como efecto de

la mayor cantidad de sangre que les riega. Excitándolos cuando se hallan en este caso, por medio de una corriente eléctrica de poca intensidad, sus contracciones son mas enérgicas que las de los músculos de la extremidad opuesta, en los cuales se conserva la circulación en su estado regular. Lo mismo sucede en la lengua, en los ojos ó en cualquier otro punto donde haya fibras musculares, si se destruyen las porciones del sistema nervioso de donde parten sus nervios vaso-motores, pues la acumulacion de sangre que por este medio se produce, aumenta la intensidad de las contracciones. Es preciso tener en cuenta, sin embargo, que estos efectos son pasajeros, pues al cabo de poco tiempo sobrevienen fenómenos inversos á consecuencia de los trastornos que experimenta el movimiento nutritivo de la fibra muscular.

§ 66.

Influencia del sistema nervioso en la contractilidad muscular.—Ya hemos dicho que el sistema nervioso interviene directamente en todos los movimientos voluntarios, pero que su accion sobre la contractilidad de los músculos es muy secundaria y depende solo de la influencia que ejerce en su nutricion; así es que las lesiones de las diferentes partes del sistema nervioso van generalmente acompañadas de trastornos materiales en la composicion de la fibra muscular, caracterizados principalmente por la atrofia de los hacecillos primitivos y por su degeneracion granulo-grasosa, que ocasionan necesariamente la disminucion ó la pérdida completa de su propiedad contractil. Por lo demás, es casi inútil advertir que la importancia de estos trastornos difiere considerablemente, segun sean el sitio y la extension de las lesiones que los provocan.

Por regla general, cuando se destruye en los perros un nervio exclusivamente motor, como por ejemplo, el facial, pierde su excitabilidad al cabo de cuatro ó cinco dias, mientras que los músculos de la cara en que este nervio se distribuye, aunque paralizados, es decir, aunque insensibles á la accion de la voluntad, conservan tres ó cuatro meses la facultad de contraerse por la accion de los demás estímulos. En los conejos y otros animales, esta propiedad persiste aun mucho mas tiempo, pues Martin Magron y Vulpian han visto casos en que no habia desaparecido al cabo de dos años. La seccion del hipo-gloso, nervio motor tambien, ocasiona la parálisis de la parte de la lengua á que corresponde; pero aunque los movimientos voluntarios de la misma quedan abolidos, los músculos responden todavia á la accion de los estímulos, tres ó cuatro meses despues de la operacion. Estos hechos tienden á demostrar, como ya podia presumirse, que si bien la lesion de los nervios motores dá lugar á la pérdida de los movimientos voluntarios, solo á la larga influyen en la contractilidad de las fibras musculares, y aun así, porque estas se decoloran y se atrofian lentamente como consecuencia de la inaccion en que se encuentran.

Con el objeto de conocer la influencia de los nervios sensitivos en la contractilidad, M. Longet ha cortado en los perros algunos de los ramos del quinto par, que animan los músculos del lábio superior y de las ventanas de la nariz, y ha observado que estos músculos estaban descoloridos al finalizar la quinta semana despues de la operacion, pero que conservaban su contractilidad, aunque no era tan completa como en los del lado sano. Por su parte, M. Vulpian ha visto que á los cincuenta dias de haber cortado el nervio lingual, no habia experimentado el tejido muscular de la lengua ningun cambio apreciable, excepto las papilas fungiformes del lado

correspondiente á la lesion nerviosa, que se hallaban atrofiadas. De aquí parece natural deducir que la influencia de los nervios sensitivos en la nutricion de los músculos y subsiguientemente en su contractilidad, es aun menor que la de los motores.

No sucede lo mismo cuando se cortan ó destruyen nervios mistos. Ya hemos dicho que la seccion del ciático, efectuada por Longet en repetidas ocasiones, habia dado lugar á que observara que la excitabilidad de este nervio desaparecia al cuarto ó quinto dia de la operacion, mientras que los músculos de la pierna correspondiente conservaban su contractilidad hasta el fin de la sexta ó séptima semana; M. Duchenne asegura que cuando la seccion de los nervios mistos es completa, queda destruida en el hombre la contractilidad de los músculos que reciben sus filetes en un periodo mucho mas breve, y sobre todo, que la pérdida de la contractilidad coincide constantemente con el principio de una atrofia, que al poco tiempo llega á ser mas ó menos considerable. Esta observacion, confirmada por Vulpian, Marshall, Hall y otros fisiólogos, dá lugar á que se sospeche que los nervios mistos ejercen en la nutricion de los músculos una influencia mucho mayor que los nervios sensitivos ó los motores.

Las lesiones del cerebro, á consecuencia de las cuales sobrevienen parálisis en las extremidades, no afectan de una manera perceptible la contractilidad muscular y solo á la larga se debilita, pero sin desaparecer nunca completamente. Y aun en estos casos, cuando se examinan despues de la muerte los músculos paralizados, si bien se hallan mas pálidos y amarillentos, y si los elementos contractiles son menos numerosos y de menor volumen, no presentan ninguna degeneracion especial.

En cambio, las lesiones de la médula ocasionan generalmente la pérdida de la contractilidad, que vá, ade-

más, acompañada de la degeneracion granulo-grasosa de los músculos. La circunstancia de que las lesiones del cerebro influyen poco en la contractilidad, mientras que las de la médula ejercen en la misma una accion incontestable; la mas atendible aun de que las alteraciones de la médula que interesan la sustancia gris son las que ocasionan mayores trastornos en los elementos histológicos de las fibras musculares, y la no menos importante de que la seccion de los nervios sensitivos ó la de los motores no vá acompañada de alteraciones tan manifiestas en la masa muscular, como las que produce la ligadura ó destruccion de los nervios mistos, hacen presumir que solo cuando se interrumpe la continuidad de los nervios vaso-motores, con sus centros respectivos, es cuando las lesiones nerviosas ocasionan en la nutricion muscular los trastornos á que hemos hecho referencia.

Esta presuncion se halla completamente de acuerdo con los hechos que expusimos al hablar de la nutricion en general, pues ya indicamos entonces que el sistema nervioso solo ejercía una influencia secundaria en los fenómenos nutritivos, limitándose á regularizar la circulacion general por medio de los nervios aceleradores y moderadores de las contracciones cardíacas, y á graduar la cantidad de sangre destinada á la trama de los órganos, por la accion que los nervios vaso-motores ejercen en el diámetro de los vasos capilares. Por otra parte, es un hecho demostrado, según veremos mas adelante, que los nervios vaso-motores toman origen en la sustancia gris de la médula oblongada y espinal, dirigiéndose desde este sitio, por las raíces medulares, hasta formar parte de los cordones del simpático y de los nervios de la vida animal. Dados este origen y modo de distribucion, se comprende la causa de que los músculos, paralizados á consecuencia de lesiones del cerebro

ó de los nervios sensitivos ó motores, conserven todavía mucho tiempo la facultad de contraerse, mientras que pierden con mucha rapidez su contractilidad y se alteran profundamente en su textura cuando las parálisis proceden de lesiones de la médula espinal ó de los nervios mistos. En el primer caso, no están interesados los nervios vaso-motores, puesto que no tienen su origen en el cerebro, y de consiguiente la estructura de los músculos no se altera; en el segundo, los nervios vaso-motores experimentan lesiones mas ó menos graves, y no pudiendo conservar su integridad anatómica las fibras musculares, sobrevienen atrofas ó degeneraciones que destruyen su contractilidad.

Como los nervios vaso-motores se distribuyen en las paredes de los vasos capilares contribuyendo á que su calibre sea mayor ó menor, segun los casos; como por otra parte la red capilar envuelve en todos sentidos al hacecillo primitivo, y como segun que aumente ó disminuya el diámetro de los vasos, la circulacion se retarda ó se acelera, desde el momento en que la sangre afluye á la fibrilla muscular en mas ó en menos cantidad de la que conviene, ó en que circula por ella con una rapidez mayor ó menor de la necesaria, los fenómenos nutritivos tienen que experimentar alteraciones, y de ahí las atrofas y los demás trastornos que acabamos de indicar.

CAPÍTULO V.

Excitantes de la contraccion muscular.

§ 67.

Conocidas las condiciones orgánicas que necesita la fibra muscular para que sea contractil, veamos ahora las

causas que provocan su contractilidad ó, lo que es igual, los excitantes que son indispensables para que pueda entrar en contraccion. Estos excitantes pueden ser de cuatro clases: fisiológicos, físicos, químicos y tóxicos.

Los *excitantes fisiológicos* son aquellos que se encuentran ya en nuestra organizacion y que intervienen en el ejercicio regular de las funciones. Entre ellos no hay ninguno tan importante como la accion nerviosa. Sin la influencia de la voluntad, transmitida por los nervios, no son posibles los movimientos voluntarios, y sin las corrientes nerviosas que regularizan los involuntarios dejarian de efectuarse la mayor parte de las funciones de vida vegetativa. El excitante, pues, natural, el excitante por excelencia de las fibras musculares es el que proviene del nervio motor que las recorre.

Se ha creido durante mucho tiempo que no solo eran los nervios el excitante mas poderoso de los músculos, sino el único que podia provocar sus contracciones, suponiéndose que todas las demás sustancias capaces de producir el mismo efecto dirigian primitivamente su accion sobre el sistema nervioso, y solo de una manera secundaria sobre la fibra muscular. Este error ha quedado ya refutado anteriormente, demostrando qué hacillos musculares desprovistos de nervios, ó en los que la excitabilidad motriz nerviosa habia quedado extinguida por medio del curare, entraban, sin embargo, en actividad por la accion directa de otros excitantes. Por lo mismo hemos dicho ya, que los nervios no son indispensables para que los músculos puedan entrar en contraccion.

Hay ocasiones, sin embargo, en' que los estímulos que provocan los movimientos musculares obran directa y primitivamente sobre el sistema nervioso y solo secundariamente sobre el muscular. En este caso se encuentran las contracciones que se desenvuelven en el

conducto digestivo cuando se pone en contacto con los alimentos y bebidas y las que tienen lugar en los conductos excretorios de las glándulas por la presencia de los jugos segregados, etc. Estas contracciones son, como veremos mas adelante, de naturaleza *refleja*, ó, lo que es igual, dependen de que la impresion producida por los alimentos, jugos segregados, etc., en la superficie sensible á que se aplican, se propaga hácia los centros nerviosos, de donde se repercute, por decirlo así, por los filamentos motores sobre las capas musculares correspondientes, que entran por esta causa en contraccion. De aquí se deduce que los alimentos y las demás sustancias cuyo estímulo provoca los movimientos de que acabamos de hablar, no deben considerarse como excitantes fisiológicos de las contracciones musculares, porque ni esas sustancias se ponen en contacto directo con los músculos que se contraen, ni producirían en los mismos el menor efecto si faltaran los cordones nerviosos que transmiten la impresion á los centros respectivos ó si esta impresion no fuera *reflejada* hácia los nervios motores, cuya excitacion motriz es la que provoca la contraccion.

Otro de los excitantes fisiológicos que además del sistema nervioso puede procurar las contracciones musculares, es la sangre venosa. Ya hemos dicho que la arterial conserva la contractilidad muscular; que esta contractilidad desaparece si se ligan las arterias, y que vuelve á presentarse de nuevo si se inyecta en los músculos sangre oxigenada; pero Brown-Séquard sostiene además, que la sangre venosa por sí sola es un excitante de la misma contractilidad, fundándose para esto en que los músculos de las extremidades se contraen con solo inyectar en sus vasos sangre venosa, y en que si se destruye la parte inferior de la médula de un animal y se le asfixia despues, se presentan movimientos con-

vulsivos en los miembros abdominales, sin que puedan atribuirse á la accion de los centros nerviosos, puesto que la médula está cortada, sino á la sangre venosa contenida en los vasos arteriales. Apoyándose en los mismos principios, atribuye tambien á la sangre venosa acumulada en el tejido muscular, los movimientos de los intestinos, de las vesículas seminales, de la vejiga, del útero, etc., observados algunas veces en el cadáver, movimientos bastante intensos en ciertos casos para arrojar los líquidos contenidos en el interior de estas cavidades y hasta suficientes para provocar el parto despues de la muerte de la madre, como se ha notado en varias ocasiones.

Entre los *excitantes físicos* de la contractilidad se comprenden, por una parte, todos aquellos, que, obrando mecánicamente, comprimen, estiran, tuercen ó desgarran la fibra muscular, y por otra, la electricidad, el calórico y la luz.

Cuando los músculos separados del animal vivo no obedecen ya á la influencia de la electricidad, aun se consigue que entren en contraccion punzándolos con la punta de una aguja. Un efecto análogo se produce golpeándolos con un cuerpo duro, y tanto en uno como en otro caso, se forma en el punto excitado una especie de nudo ó abultamiento, del que parten como ondas que se dirigen hácia las extremidades. A este modo especial de contraccion dá Schiff el nombre de contraccion *idíomuscular*, y la considera como una prueba irrecusable de que la contractilidad es inherente á los músculos, puesto que solo se obtiene cuando se les excita de la manera que acabamos de indicar, y no cuando el estímulo obra directamente sobre los troncos nerviosos, cuyos filetes se distribuyen en el tejido contractil.

La influencia de esta clase de agentes físicos en las contracciones musculares se nota tambien en algunos

estados patológicos; así los fragmentos de un hueso fracturado, ó cualquier otro cuerpo extraño que se implante en los músculos, y las luxaciones ó los tumores que á veces los distienden con mas ó menos energía, ocasionan contracciones anormales.

La electricidad es, entre los excitantes físicos, el mas enérgico de todos. Generalmente no se emplea en el dia la electricidad estática, y tanto para los usos terapéuticos como para los experimentos fisiológicos, se recurre á las corrientes voltáicas, ya continuas, ya intermitentes, y á las de induccion. Las corrientes continuas se obtienen por medio de pilas, entre las que pueden citarse como mejores las de Daniell, de Bunsen, de Grove y sobre todo la de Bertran y Rubio, eminente profesor de Barcelona, cuyas excelentes obras de electroterapia no serán nunca suficientemente recomendadas. Las corrientes intermitentes se obtienen tambien con las mismas pilas, colocando en el trayecto de los reóforos una rueda dentada que comunica constantemente con uno de los polos y que solo toca con el otro á intervalos repetidos. Las corrientes de induccion pueden ser *electro-dinámicas* ó *electro-magnéticas*, segun que tomen origen en una pila ó en un iman: y entre los aparatos de esta clase mas recomendables para los usos médicos, se encuentran los de Du Bois-Reymond, de Duchenne, de Morin y de Gaiffe.

Las corrientes voltáicas continuas no producen efecto alguno en la contractilidad muscular, á no ser en el momento en que se establecen ó en el en que se interrumpen, lo que parece indicar que si el músculo entra en contraccion no es por efecto de la corriente que lo atraviesa, sino del cambio brusco de su manera de estar electrizado. Pflüger ha notado, sin embargo, que una corriente continua, dirigida á través de los nervios de una rana, ocasiona en los músculos en que se distribuye contracciones permanentes, análogas á las del tétanos;

pero Du Bois-Reymond atribuye este fenómeno á los productos químicos que se forman á consecuencia de la corriente y no á la corriente misma. Por otra parte, Ritter y Vulpian han observado que el polo positivo de una corriente continua ocasiona un abultamiento en la parte del músculo á que se aplica, mientras que el negativo produce una depresion.

Las corrientes voltáicas intermitentes equivalen á una série de descargas repetidas con regularidad, y como en cada una de ellas cambia el estado eléctrico de los músculos sometidos á su accion, las contracciones se suceden uniformemente, repitiéndose igual número de veces. El mismo efecto producen las corrientes de induccion, porque como la corriente *inductora* se dirige en sentido contrario al de la corriente *inducida*, tambien cambia el estado eléctrico de los músculos, dando lugar á otras tantas sacudidas.

Th. Liégeois hace notar que la electricidad no obra siempre en los músculos de una manera igual, porque si bien les hace entrar en contraccion cuando se hallan en reposo, tambien hay casos en que los paraliza cuando se hallan contraidos; así, galvanizando el corazon de una rana, cesan sus latidos, y si por medio de la sal comun aplicada á un tronco nervioso se produce una contraccion tetánica en los músculos en que termina, las corrientes eléctricas disipan ese estado de tetanizacion. Á pesar de todo, el mismo Liégeois asegura que estos casos excepcionales no son suficientes para que pueda deducirse ninguna regla general.

El calórico, ó mejor, la elevacion de temperatura á mas de 40° puede hacer que entren en contraccion los músculos de la vida orgánica, y como se produce el mismo efecto en los de la vida de relacion, se llama á los primeros músculos *termo-sistálticos*, y *atermo-sistálticos* á los segundos. Las fibras musculares del iris

tienen la particularidad de que lo mismo se contraen por el frio que por el calor cuando se hallan relajadas, y de que se relajan por igual motivo cuando están en contraccion. En el feto todos los músculos son *termo-sistálticos*, ya pertenezcan á la vida orgánica ó á la de relacion. Liebermeister sostiene que el aumento de temperatura ocasiona modificaciones importantes de la nutricion de los músculos, y á esta causa atribuye la disminucion de la contractilidad y las atrofas musculares agudas que se observan en algunas enfermedades febriles. La degeneracion grasosa que se encuentra en el corazon cuando la fiebre produce una temperatura elevada durante mucho tiempo, la hace depender tambien de la misma causa. El frio contribuye igualmente á la contraccion de los músculos de fibra lisa, razon por la cual se emplea con frecuencia en cirugía para provocar la contraccion de los elementos musculares de las arteriolas en los casos de hemorragia ó en otras circunstancias parecidas.

La luz es otro de los excitantes de la contractilidad, al menos para las fibras lisas del iris que se contraen por su influencia, segun resulta de las observaciones de Brown-Séguar. Este fisiólogo ha demostrado que la pupila de gran número de reptiles y de peces disminuye de diámetro al poco rato de estar expuesta á los rayos solares, mientras que conserva sus dimensiones ordinarias si se la cubre con una pantalla ó se la coloca en un vaso que no permita el paso á la luz. Para evitar la duda de si este efecto era debido á la influencia de los rayos caloríficos y no á la de los luminosos, detuvo los primeros haciéndoles atravesar cuerpos que los absorben, sin que por esto dejara de contraerse la pupila. Tambien ha demostrado que no es necesaria la presencia de la retina para que este fenómeno se produzca, pues el iris se contrae aunque la parte anterior del ojo esté completamente separada de la posterior. En los mamíferos

y las aves, los efectos son mas lentos y menos perceptibles.

Los *excitantes químicos* son todos aquellos que producen cambios rápidos en la composicion química del contenido muscular, ocasionando además su contraccion. Entre los mas comunes se hallan los ácidos minerales debilitados, las disoluciones de las sales metálicas, los cloruros alcalinos, el ácido láctico, la glicerina, el amoniaco y, segun Witlihc, el agua destilada, si se la inyecta en los vasos del músculo. El amoniaco diluido que obra como excitante de la contraccion muscular, no ejerce ninguna accion sobre los nervios motores, lo que prueba tambien que la excitabilidad nerviosa no es indispensable para [que los músculos entren en contraccion.

Entre los *agentes tóxicos* que dirigen principalmente su accion sobre los músculos los hay que obran de una manera diferente, pues mientras que unos aumentan las contracciones musculares los otros las paralizan.

La veratrina introducida debajo de la piel aumenta de tal modo la contractilidad del tejido muscular, que basta el mas ligero estímulo para que entre en contraccion semi-tetánica, aunque se haya destruido la médula espinal ó aunque se haya anulado anteriormente la accion del sistema nervioso periférico por medio del curare. El centeno cornezuelo provoca tambien contracciones musculares, pero solo obra sobre los músculos de fibra lisa.

El sulfo-cianuro de potasio y la mayor parte de las sales de potasa introducidas en el torrente circulatorio ó aplicadas directamente sobre los músculos, disminuyen considerablemente su contractilidad.

El upas antiar, el corroval, el vao, y el tanghin, puestos en contacto con el tejido celular, paralizan al poco tiempo los latidos del corazon y algo despues la con-

tractilidad de los músculos voluntarios, que al fin llegan á extinguir por completo. Estos venenos ejercen una accion mas enérgica sobre los puntos en que se aplican que sobre aquellos á que son conducidos por la circulacion, lo que demuestra que obran con independencia de los centros nerviosos.

La digitalina paraliza tambien las contracciones del corazon, y en el mismo caso se hallan el ópio y el cloroformo, pues aunque indudablemente obran sobre el sistema nervioso y sus efectos sobre el muscular son casi siempre secundarios, no puede negarse que ejercen tambien en este último una influencia directa, puesto que disminuyen la contractilidad aun en los animales á quienes se ha destruido anteriormente el eje cerebro-espinal.

Los gases no influyen todos de una manera igual. Sumergiendo el corazon de una rana en una atmósfera de oxígeno, sus latidos duran doce horas; en el hidrógeno y en el ázoe, una; en el ácido sulfhídrico gaseoso, doce minutos; en el ácido carbónico, seis, y dos, en el gas ácido clorhídrico.

Hoy, por último, segun Liégeois, de quien hemos tomado algunos de los datos anteriores, ciertos venenos que, si bien obran sobre la contractilidad, ocasionan antes en los músculos alteraciones materiales perceptibles, como la atrofia y la degeneracion granulo-grasosa. Entre estos venenos se citan la ciclamina, el plomo, el alcohol, el sulfuro de carbono, el fósforo, el arsénico y el sulfo-cianuro de potasio.

Es preciso tener en cuenta, sin embargo, que la accion de los diferentes excitantes que acabamos de citar, cualesquiera que ellos sean, depende en gran parte de condiciones especiales que pueden por sí solas aumentarla, disminuirla ó alterarla. Así, la especie á que pertenece el animal, la mayor ó menor temperatura á

que los músculos están sujetos, su estado de reposo ó de fatiga, los cambios ó modificaciones que por cualquiera causa puede haber experimentado el contenido muscular, etc., son otras tantas circunstancias que influyen en la manera de obrar de los excitantes.

CAPÍTULO VI.

Fenómenos que se observan en el músculo durante su contraccion.

§ 68.

Conocidas ya las condiciones orgánicas que los músculos necesitan para que se manifieste su contractilidad y los excitantes que la provocan, daremos á conocer el conjunto de fenómenos que tienen lugar durante su contraccion. Estos fenómenos pueden ser de tres clases: físicos, químicos y fisiológicos.

Entre los fenómenos físicos, figura, en primer lugar, la aproximacion de las dos extremidades musculares y de consiguiente el acortamiento de su eje longitudinal. Generalmente se admite que los músculos solo pueden acortarse una tercera parte de su longitud, pero hay casos en que el encogimiento alcanza hasta la mitad. Por lo demás, la retraccion ó el acortamiento de la fibra depende en parte del estado de su nutricion, de la posicion en que se encuentra el músculo con respecto á las palancas óseas en que se inserta, y, en general, de todas las circunstancias que pueden ejercer mayor ó menor influencia en su contractilidad.

El profesor Rouget, que, segun hemos dicho, considera al músculo como un *resorte en espiral*, sostiene que

este resorte se halla *activamente* distendido durante el estado de reposo del músculo, á consecuencia de una fuerza que se desenvuelve en el acto de la nutricion; y que en el momento de contraerse no hace mas que volver pasivamente á su primera posicion. Así es que la tendencia hácia un estado de contraccion extrema es una propiedad inherente á la fibra muscular viva, como consecuencia necesaria de su estructura y de su elasticidad.

El acortamiento de los hacecillos no se efectúa de una manera simultánea en todo el músculo, sino que empieza en el punto donde se aplica el estímulo y lo recorre en forma de ondas en toda su extension. La velocidad de esta propagacion es, en los músculos de la rana, de unos ochocientos milímetros por segundo, y mirando con el microscopio se vé que la onda recorre la superficie del contenido líquido de la fibra muscular, al mismo tiempo que las estrias trasversales se aproximan las unas á las otras. Esto no sucede, sin embargo, cuando la corriente eléctrica atraviesa el músculo en toda su extension, ó cuando se excita directamente el nervio motor, porque en este caso el estímulo obra á la vez sobre toda la masa muscular y el acortamiento es simultáneo en todos los puntos.

El acortamiento de la fibra muscular no se verifica en el momento mismo en que obra el excitante, sino que transcurre antes un pequeño instante de reposo de $\frac{1}{200}$ de segundo, poco mas ó menos, llamado por Helmholtz tiempo de *excitacion latente*. La retraccion es rápida al principio, pero vá disminuyendo despues hasta llegar á su máximum. A partir de este momento, el músculo tiende tambien á recuperar su longitud primitiva, rápidamente al principio y con mas lentitud despues. El tiempo que transcurre hasta que la retraccion llega á su máximum es siempre mayor que el que

se necesita para que el músculo recupere sus primeras dimensiones.

Entre dos músculos, de los que el uno tiene una longitud doble que el otro, el primero experimenta una retraccion doble que el segundo, y no porque las fibras largas se encojan mas que las cortas, sino porque la retraccion es proporcional á la longitud; así, cuando esta es de tres centímetros, por ejemplo, si el músculo se encoge uno, siendo la longitud de seis, el músculo se encogerá dos, etc. Por eso, en las amputaciones, el plano superficial, compuesto de músculos largos, se contrae mas que el profundo, y por eso los músculos antagonistas, como los flexores y los extensores, tienen, con corta diferencia, la misma longitud.

Cuando la contraccion es provocada por una excitacion brusca, el músculo experimenta una sola sacudida y recupera inmediatamente despues su longitud normal; cuando es provocada por una série de excitaciones, experimenta tambien una série de sacudidas que se suceden las unas á las otras, sin que recobre su longitud normal sino cuando estas cesan. Esto parece indicar que las contracciones musculares voluntarias se deben tambien á una série de sacudidas dependientes de excitaciones nerviosas que parten de los centros motores.

Con el objeto de observar mas fácilmente todos los fenómenos que se refieren al acortamiento de la fibra muscular, aun aquellos que por la rapidez con que se suceden escapan á la accion de los sentidos, ocurrió á Helmholtz la idea de suspender un músculo por una de sus extremidades, fijando un lápiz en la otra para que su punta señalase en una superficie plana ó cilíndrica, cubierta de negro de humo y movida con regularidad, los cambios de longitud que experimentaba en cada uno de los momentos de su contraccion. Á este sen-

El aparato se le ha llamado *miógrafo*, y con él se obtiene una curva, parecida á la siguiente:

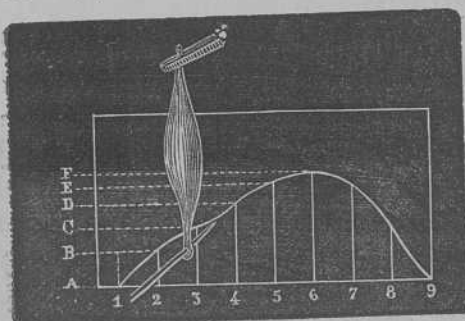


FIGURA 39.ª

El exámen de esta curva demuestra que, en el primer instante de la contraccion, ó sea el comprendido entre la primera y la segunda unidad de tiempo, el encogimiento del músculo, representado por la distancia AB, es mayor que el que experimenta en cada una de las unidades siguientes, representado por las distancias BC CD, etc., observándose á la vez que, cuando la retractacion llega á su máximo, el músculo recobra sus primitivas dimensiones, rápidamente al principio y con mas lentitud despues.

El *miógrafo* de Helmholtz ha sufrido despues numerosas modificaciones, habiendo merecido mayor aceptacion las introducidas por M. Marey, porque las indicaciones que con él se obtienen son las mas exactas.

Está reducido este aparato á una palanca muy ligera, á la que se sujeta una de las extremidades del músculo que ha de entrar en contraccion para que al encogerse mueva la referida palanca y señale este movimiento en la superficie de un cilindro que gira con regularidad. El experimento se hace con una rana viva sujetándola con alfileres á una plancha de corcho, despues de haberla cortado la médula espinal, á fin de que los mús-

culos no puedan entrar en contraccion sino en el instante en que se les excita por medio de una corriente galvánica.

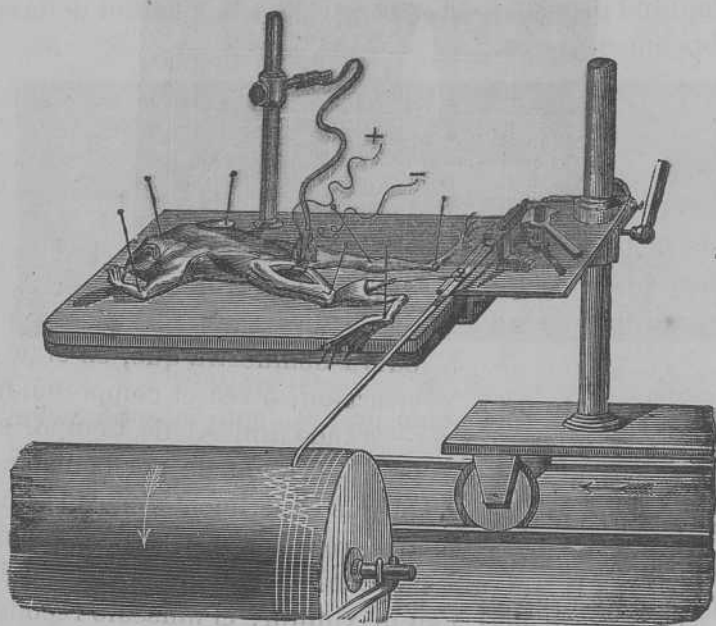


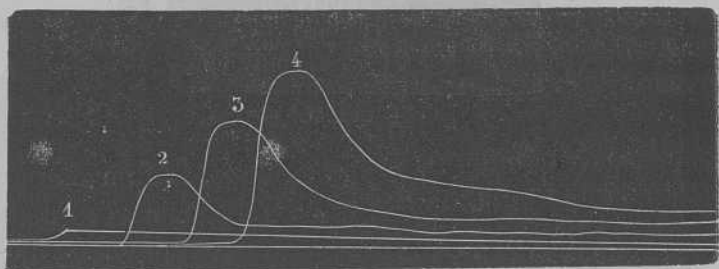
FIGURA 40.^a

Miógrafo de M. Marey.

Con el auxilio de este aparato, M. Marey ha obtenido resultados de grande importancia, que se consignan en su obra *Del movimiento en las funciones de la vida*, y de ella extractamos algunos de los que nos han parecido de mayor interés.

La contraccion muscular, dibujada por el miógrafo, presenta una forma muy sencilla: consiste siempre en una ascension, en un vértice y en un descenso, que es el mas largo. La sacudida muscular se diferencia en cuanto á su duracion, siendo menos rápida en los animales de sangre fria.

No todos los músculos, aunque pertenezcan al mismo animal y aunque sean de los de fibra estriada, producen iguales movimientos. Las diferencias de su amplitud dependen en gran parte de la longitud de las fibras musculares.

FIGURA 41.^a

Esta figura representa gráficamente la contracción del músculo hiogloso de una rana. La sacudida indicada por la curva num. 1 se obtiene con un excitador eléctrico, cuando entre sus polos solo media una distancia de dos milímetros. Separándolos de manera que entre uno y otro haya un centímetro de distancia, la corriente atraviesa el músculo en una longitud mayor y se obtiene la sacudida núm. 2, mucho mas fuerte que la precedente. Cuando la separación es de dos centímetros tiene lugar la sacudida núm. 3. Por último, si la corriente atraviesa el músculo en toda su longitud, se obtiene la sacudida núm. 4, que es la mas elevada de todas.

La energía de la contracción es proporcional á la energía del excitante; pero llega á un máximo, á partir del cual, aunque aumente la energía de la excitación, las contracciones no aumentan de amplitud, segun se deduce de la representación gráfica indicada en la figura inmediata.

Las cifras 0, 500, 1000, etc., indican la intensidad de los excitantes eléctricos empleados. La amplitud de la sacudida bajo la influencia de estos excitantes aumenta

al principio, pero llega á un punto del que no puede pasar aunque la excitacion aumente de intensidad.

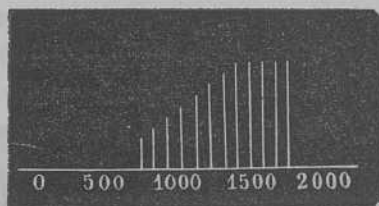


FIGURA 42.ª

La fatiga muscular modifica la sacudida aumentando su duracion y disminuyendo su amplitud; así es que la línea que la indica es mas larga, lo mismo en los periodos de ascension que en los de descenso. Existe la fatiga muscular cuando el estado químico del músculo, alterado por el trabajo, no ha sido reparado por la nutricion. El frio y la ligadura de las arterias trastornan tambien el movimiento nutritivo de los músculos, y por lo mismo ocasionan fenómenos análogos. El calor produce un efecto contrario, y de consiguiente aumenta la amplitud y disminuye la duracion de la sacudida muscular, excepto cuando la temperatura se eleva á mas de 40° , en cuyo caso hasta puede llegar á desaparecer la contractilidad.

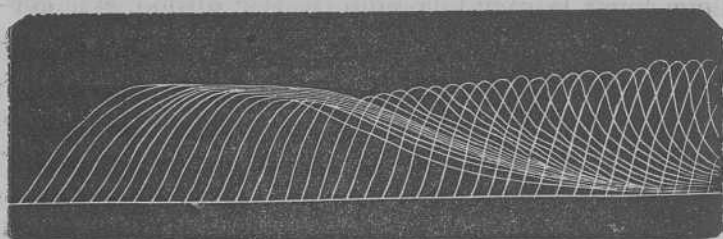
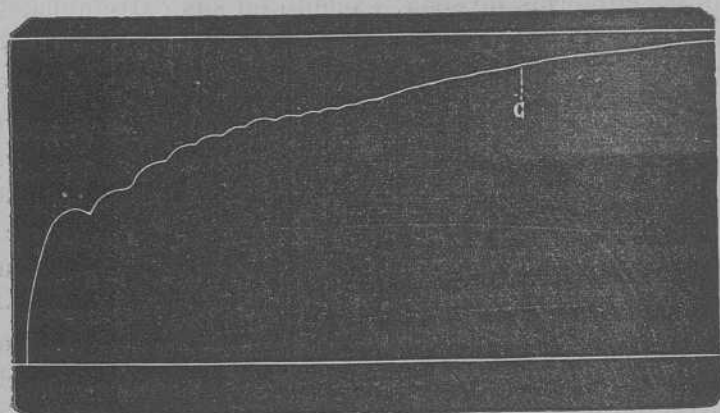


FIGURA 43.ª

Influencia del calor en un músculo enfriado anteriormente.

Cuando las sacudidas musculares se suceden con rapidez, llegando á confundirse las unas con las otras,

se produce un estado de contraccion *tetánica*. Sirviéndose de la máquina de Atwoot para obtener un movimiento uniformemente acelerado, se consiguen, por medio de una disposicion particular, corrientes eléctricas que se suceden mas rápidamente cada vez, y en este caso la contraccion dá lugar á la curva siguiente:

FIGURA 41.^a

Las sacudidas son al principio distintas y separadas las unas de las otras; pero como se suceden con rapidez gradualmente mayor, se confunden al fin por completo en el punto C, y el tétanos se presenta; pero conviene observar que, aunque las ondulaciones desaparecen, la curva continúa elevándose, lo que indica que las sacudidas invisibles siguen todavía uniéndose las unas á las otras.

Los músculos, al tiempo de contraerse, no solo se encogen, sino que aumentan de grueso, lo que se observa fácilmente aplicando la mano sobre el biceps ó sobre cualquiera otro músculo voluminoso si se le hace entrar en contraccion. Hay quien sostiene que tambien aumenta su densidad y de consiguiente que disminuyen de volúmen; pero aunque se ponen duros y resis-

tentes, lo único que sucede es que ganan en grueso lo que pierden en longitud. Se demuestra que el volúmen de los músculos no aumenta ni disminuye, tomando un frasco en cuyo tapon haya tres orificios: en el del centro se coloca un tubo de cristal, graduado y de poco diámetro, y en los de los lados dos varillas metálicas, cubiertas de seda, excepto en sus extremidades inferiores, que terminan en forma de gancho para sujetar por la region lumbar los miembros abdominales de una rana. Colocados estos dentro del frasco, se le llena de agua y se le tapa, añadiendo por el tubo central el líquido necesario para que su nivel llegué á una altura determinada. Si cuando todo se halla dispuesto de este modo, se ponen en relacion con los reóforos de una pila las varillas que sostienen la rana, los músculos se contraen cada vez que se establece ó que se interrumpe la corriente, sin que aumente ni disminuya en el tubo el nivel del líquido, lo que prueba que el volúmen de los indicados músculos no experimenta alteracion. Bueno es tener presente, sin embargo, que hay quien sostiene lo contrario, fundándose en resultados, completamente distintos, obtenidos con el mismo procedimiento. Así como el miógrafo ordinario describe curvas que marcan la retraccion muscular, hay otros miógrafos especiales que señalan el grado de abultamiento de los músculos durante su contraccion. Con este objeto el mismo M. Marey ha construido unas pinzas llamadas *miográficas*, con las que pueden practicarse ensayos hasta en el hombre vivo.

Como consecuencia de la retraccion y del aumento de grueso, los músculos adquieren mayor extensibilidad y resistencia, siendo esta la causa de que cuando se hallan contraídos puedan sufrir tracciones violentas sin romperse, lo que no sucede cuando se hallan en reposo.

Los músculos producen, al contraerse, un ruido particular, llamado ruido muscular ó *miofonía*, perceptible por medio del estetóscopo. Si se introduce un dedo en el conducto auditivo externo, se percibe también un ruido sordo, continuo, interrumpido de cuando en cuando por débiles chasquidos, que al parecer dependen de la contracción de los músculos correspondientes á la extremidad que está en comunicacion con el oído, ya que ningun otro cuerpo lo produce, aunque se introduzca en el conducto auditivo, como no esté sostenido por la mano.

Entre los fenómenos físicos que se observan en el músculo durante su contracción, deben incluirse también las modificaciones que experimentan su temperatura y su electricidad.

En cuanto á la *temperatura*, ya dijimos, al hablar de la calorificación, que una de las circunstancias que más la favorecen, es el ejercicio muscular, porque no hay casi ningun tejido que desprenda tanto ácido carbónico, y de consiguiente que esté sujeto á una combustión tan activa, como el de los músculos cuando están en contracción. Ya indicamos entonces que Becquerel y Breschet habian demostrado con el aparato termo-eléctrico que los músculos aumentaban de temperatura al tiempo de contraerse, y que Valentin, Vierordt y Lasaigne habian hecho evidente que la producción de calor en estos casos coincidía con el mayor desprendimiento de ácido carbónico.

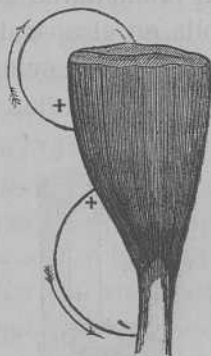
Bueno es recordar también que, haciendo referencia á las ideas de Beclard, manifestamos que si los músculos se contraen sin levantar las palancas óseas en que se insertan ó sin producir ningun trabajo útil, que es á lo que ese fisiólogo llama contracción estática, desarrollan más calor que cuando la contracción es dinámica. Con respecto á este punto, solo añadiremos que

Charcot y Bouchard sostienen, apoyando las ideas de Beclard, que en los casos de convulsiones tónicas, como las del tétanos espontáneo ó traumático, de los accesos epileptiformes, de la meningitis cerebro-espinal, de los calambres coléricos, y en general, siempre que las contracciones musculares determinan la rigidez sin ir acompañada de trabajo mecánico, aumenta de una manera perceptible la temperatura de las partes interiores del organismo, porque los músculos desarrollan en este caso mayor cantidad de calor que en el estado normal, y la sangre que los atraviesa se calienta. Lo contrario sucede cuando las convulsiones son clónicas, porque lo mismo si dependen de un estado patológico, que si se provocan por la estricnina ó por cualquiera otro excitante muscular, con tal que produzcan movimientos alternados, mas ó menos extensos, no experimenta cambio alguno la temperatura normal.

Para formarse una idea exacta de los *fenómenos eléctricos* que tienen lugar en los músculos durante su contraccion, conviene conocer antes los que se observan cuando se hallan en reposo.

Cortando un músculo en direccion perpendicular á sus fibras longitudinales, cada una de las porciones en que queda dividido presenta, además de la superficie *externa ó natural*, la que se obtiene por medio de la incision, que puede llamarse, para distinguirla de la primera, *interna ó artificial*. Pues bien, si estas dos superficies se ponen en comunicacion con un galvanómetro muy sensible colocando uno de los extremos del conductor en la natural, y el otro en la artificial, la aguja del galvanómetro se desvía de su posicion, lo que indica que se ha establecido una corriente. Este fenómeno se observa lo mismo en los músculos del animal vivo que en los del cadáver fresco, y la corriente así desarrollada, á la que se dá el nombre de *corriente mus-*

cular, se dirige, al atravesar el conductor, desde la superficie externa á la interna, y de consiguiente, al atravesar el músculo, desde la interna á la externa.

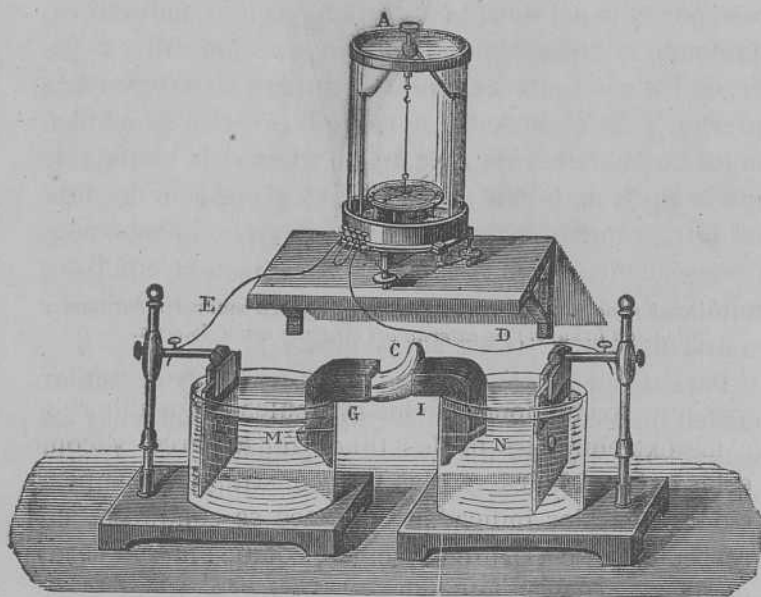
FIGURA 45.^a

Dirección de la corriente muscular en el arco conductor que pone en comunicación la superficie externa del músculo con la interna.

Como los tendones de los músculos están adheridos á las extremidades de los tubos musculares, y como estas extremidades son las que constituyen la superficie interna, los indicados tendones se conducen, con respecto á la corriente muscular, como si fueran verdaderas superficies artificiales. Así es que, uniendo por medio de un conductor la superficie roja del músculo intacto y la de su tendón, la corriente se dirige, lo mismo que en el caso anterior, desde la superficie natural á la artificial, representada por el tendón, al atravesar el conductor del galvanómetro, y al atravesar el interior del músculo, desde el tendón á la superficie externa ó natural.

Es preciso no olvidar que cuando se ponen en contacto las extremidades metálicas de un multiplicador con sustancias animales, hacen estas los efectos de un conductor húmedo, y se forma, como es sabido, una cadena

galvánica en la que se desarrollan corrientes secundarias que desvian la aguja del galvanómetro, y como esto puede ser una causa de error, dando lugar á que se atribuya á las corrientes musculares lo que solo es efecto de la que se desarrolla en el aparato, es necesario tomar algunas precauciones para evitar este grave inconveniente.

FIGURA 46.^a

Aparato de M. Regnaud.

Con este objeto M. Regnaud emplea un galvanómetro, A, cada uno de cuyos conductores metálicos, E D, terminan en una lámina de zinc amalgamado, L O, sumergida en una disolución de sulfato de zinc, con cuyo procedimiento se evitan las corrientes secundarias. Cada uno de los vasos M N, que contienen la disolución, sostiene en su borde una almohadilla de papel, G I, de manera que sus extremidades inferiores estén bañadas por

el líquido y que las superiores correspondan al exterior inclinándose la una hácia la otra, pero sin tocarse. Si dispuesto de este modo el aparato se pone sobre las almohadillas un músculo fresco, C, teniendo cuidado de que una de ellas esté en contacto con la superficie natural y la otra con la artificial, la aguja del galvanómetro se desvía á consecuencia de la corriente muscular que pasa por el papel mojado al líquido y á los conductores, siguiendo la direccion que antes hemos indicado, es decir, en los conductores, desde la superficie externa á la interna, y en el músculo en sentido inverso. El empleo de los conductores de zinc tiene además la ventaja de que la aguja no tiende á recuperar su posicion despues del primer movimiento, como sucede en los demás casos á consecuencia de la polarizacion de las extremidades metálicas, porque el zinc amalgamado es *impolarizable* en una disolucion de sulfato de zinc.

Para demostrar la presencia de la corriente muscular pueden emplearse procedimientos mas sencillos. Si los conductores E D del aparato de M. Regnaud se introducen en una disolucion almidonada de yoduro de potasio, en vez de ponerlos en comunicacion con el galvanómetro, el yodo separado del potasio se dirige al eléctrodo positivo y tiñe de color azul el almidon.

Hay otro medio mucho mas económico para poner de manifesto la corriente muscular, aunque lo mismo que el anterior, no sirve para medir su intensidad. Despellejando una pata de rana, despues de haberla separado del cuerpo del animal y de haber disecado el nervio ciático en la mayor extension posible, se obtiene lo que se llama una preparacion *galvanoscópica*. Si se coloca la extremidad del nervio ciático de esta pata sobre la superficie natural del músculo sometido al experimento y se aplica á la superficie artificial otro punto cualquiera del mismo nervio, la corriente muscular que se establece desde la

superficie externa á la interna, transmitida á la pata galvanoscópica por el nervio ciático, que obra como conductor, la hace entrar inmediatamente en contraccion.

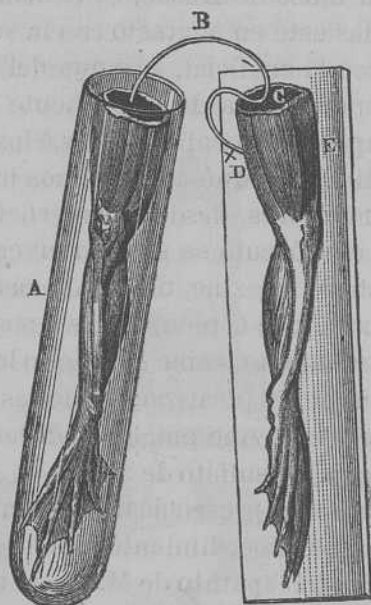


FIGURA 47.^a

A pata galvanoscópica; **B** nervio ciático que toca en **C** y en **D** para que sirva de conductor á la corriente muscular que se establece en el músculo **E** al ponerse en comunicacion la superficie externa con la interna.

El descubrimiento de estos hechos ha inducido á M. Matteucci á construir con fragmentos de músculo un pequeño aparato al que ha llamado *pila muscular*. Para esto desarticula ocho ó diez patas de rana, las corta transversalmente, y las pone unas sobre otras, de manera que la superficie natural de la primera se fije en la superficie de seccion ó artificial de la segunda, y así sucesivamente las demás. Dispuesto de este modo el aparato representa una verdadera pila y basta poner en

comunicacion por medio de un conductor metálico la superficie interna del fragmento que ocupa uno de sus extremos, con la externa del que se halla en el otro, para que, como sus electricidades son de distinto nombre, se establezca una corriente en la direccion que ya hemos indicado. Esta corriente, aunque débil, tiene las mismas propiedades que las obtenidas con las pilas ordinarias, pero su fuerza disminuye poco á poco hasta que desaparece por completo al presentarse el estado de rigidez muscular.

Las corrientes de que acabamos de hablar no solo se obtienen cuando la superficie natural y la artificial comunican por medio de un conductor, sino tambien por el contacto de las extremidades del galvanómetro con dos porciones distintas de *una misma superficie*. Para que estas corrientes, algo mas débiles que las anteriores, se hagan perceptibles, es preciso tomar algunas precauciones. Así, refiriéndonos á la superficie natural del músculo, si la suponemos rodeada de un círculo que la divide transversalmente en dos mitades iguales y á este círculo le llamamos *ecuador*, podemos sentar en principio: primero, que cuando las extremidades del hilo del galvanómetro se ponen en contacto con dos puntos *igualmente separados* del ecuador, no se desarrolla ninguna corriente; segundo, que cuando los hilos del galvanómetro se ponen en relacion con dos puntos *desigualmente separados* del ecuador, se establece una corriente, y que en este caso, el punto mas próximo al referido ecuador es *positivo* con respecto al que está mas separado. Relativamente á la superficie artificial, puede establecerse tambien, que cuando el galvanómetro se aplica á dos partes *igualmente separadas* del eje de esta superficie, no hay corriente, pero que se desarrolla si las extremidades del conductor se ponen en contacto con puntos *cuya distancia al indicado eje sea*

diferente, observándose en este caso que el mas cercano es *negativo* con relacion al que está mas lejos.

Segun Hermann, si se corta un músculo oblicuamente, las relaciones indicadas experimentan alguna variacion; el punto mas negativo de la superficie interna no se encuentra en el medio ó en el eje, sino muy cerca del ángulo agudo: del mismo modo, los puntos mas positivos de la superficie externa no se encuentran en el ecuador, sino mucho mas cerca del ángulo obtuso. En un *rombo muscular* de este género, un punto situado cerca del ángulo obtuso es *positivo* con respecto á otro situado cerca del ángulo agudo. Las corrientes que en este rombo se dirigen del ángulo agudo al obtuso deben de consiguiente añadirse á la corriente ordinaria, y se las llama *corrientes de inclinacion*.

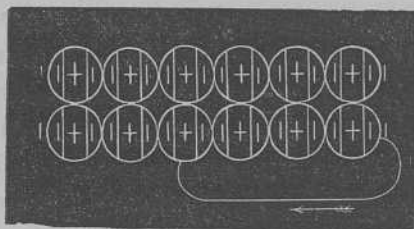
Las diferentes clases de corrientes eléctricas de que hemos hecho mencion no se observan exclusivamente en los músculos: el hígado, los pulmones, el encéfalo, los riñones, etc., las presentan tambien cuando se reunen las superficies externa é interna por medio de un conductor metálico, y esto induce á creer que las causas de que dependen han de ser las mismas en unos órganos y en otros. Probablemente estas corrientes no existen en ningun tejido en circunstancias ordinarias, porque como todos ellos están rodeados de conductores húmedos, se combinan y destruyen, á no ser que se haga uso de arcos metálicos como conductores.

La corriente muscular varía de intensidad segun sea la potencia contractil del músculo: por eso es mayor en el corazon que en los intestinos; en los animales superiores que en los de organizacion imperfecta; en los músculos frescos que en los que están ya próximos á que se presente la rigidez. Por regla general puede decirse que su intensidad está subordinada á la actividad del movimiento nutritivo ó, lo que es igual, á la

energía de las reacciones químicas que tienen lugar en el seno de los órganos á consecuencia de su doble movimiento de composicion y de descomposicion. Tal vez por esto es mayor en los músculos que en los demás tejidos de la economía; y si la direccion de la corriente es distinta en las dos superficies musculares, depende sin duda de que los fenómenos químicos son menos activos en la superficie que en el interior mismo de la masa muscular. Los experimentos de M. Pickford confirman esta opinion: tomando la extremidad abdominal de una rana y sumergiéndola durante algunos minutos en agua á 37° del termómetro centígrado, la corriente muscular cambia de direccion, y en vez de ir del interior al exterior en el músculo, y de la superficie natural á la artificial en el conductor metálico toma una direccion contraria. Al parecer, la temperatura del agua contribuye en este caso á que las reacciones químicas dependientes de la nutricion sean algo mas activas en las partes superficiales, y de ahí el cambio en la direccion de la corriente y el que al cabo de poco tiempo recobre de nuevo la que le es natural.

Para explicar Du Bois-Reymond el estado eléctrico en que los músculos se encuentran, admite la existencia de moléculas esféricas, llamadas *peripolares*, dispuestas regularmente y tocándose las unas á las otras, de manera que forman una especie de cilindros paralelos que á su vez constituyen los hacecillos musculares. Cada molécula tiene una zona ecuatorial positiva y dos zonas polares negativas, y estas son las que se ponen en contacto con las zonas negativas de las moléculas inmediatas. De esta disposicion resulta que la zona ecuatorial, cargada de electricidad positiva, viene á constituir la superficie de los músculos, y las zonas polares, cargadas de electricidad negativa, las secciones trasversales y las extremidades de los mismos. Reuniendo, pues, por me-

dio de un conductor metálico la superficie natural y la artificial que corresponde á las secciones trasversales, se combinan las electricidades opuestas, dando lugar á la produccion de una corriente en la direccion antes indicada.

FIGURA 48.^a

Disposicion de las moléculas peripolares segun la teoria de Du Bois-Reymond.

Conocidos los fenómenos eléctricos que tienen lugar en los músculos cuando se hallan en reposo, conviene averiguar los cambios ó variaciones que experimentan cuando están en contraccion.

Ya hemos dicho que la corriente eléctrica desvía en el primer caso la aguja del galvanómetro; pues bien, si en este estado se excita el músculo repetidas veces para que entre en actividad, la aguja recupera su posición natural, volviendo poco á poco al cero del cuadrante, y hasta pasándolo á veces para tomar una dirección contraria á la que anteriormente tenia. Este hecho, en el que están de acuerdo los fisiólogos, no se interpreta por todos de una manera igual. Matteucci lo atribuye á que al entrar el músculo en contraccion se desarrolla una corriente opuesta á la primera, y de ahí la nueva dirección que la aguja toma. Du Bois-Reymond cree que, lejos de establecerse una nueva corriente, cesa la que antes existia y de consiguiente que la aguja recupera su primitiva posición porque desaparece la causa que la habia desviado, no debiendo sorprender que á veces se

incline en sentido contrario, porque esto depende, segun dice, de la velocidad que adquiere en su movimiento de retroceso, como lo prueba su vuelta al cero á los pocos instantes, aunque el músculo continúe en contraccion.

Á pesar de la incertidumbre que en este punto se observa todavia, hay ciertos hechos que hacen mas verosímil la opinion de M. Matteucci y que casi demuestran de una manera indudable la existencia en los músculos contraidos, de corrientes contrarias á las que se desenvuelven cuando se hallan en reposo.

En primer lugar, en el experimento citado anteriormente, el movimiento de retroceso es tan lento, que no puede comunicar á la aguja velocidad bastante para rebasar el cero del cuadrante, y si toma una nueva direccion, como sucede en realidad, es porque se desarrolla una fuerza opuesta á la primera; en segundo, basta sumergir las dos manos en los vasos conductores del aparato de M. Regnaud, ya descrito, para que la aguja del galvanómetro se desvíe hácia uno ú otro lado, segun que se contrae el brazo izquierdo ó el derecho, y en tercero, si se excitan contracciones en los músculos de una pata de rana y se pone en contacto con ellos el nervio de una pierna galvanoscópica, esta entra inmediatamente en contraccion, produciéndose lo que se llaman contracciones *inducidas* ó *secundarias*. Lo mismo sucede si poco tiempo despues de haber separado de su sitio el corazon de un animal vivo, y cuando todavia continúan sus latidos, se le pone en contacto con el nervio de una pata galvanoscópica, pues tambien sus músculos se contraen.

En todos estos casos la contraccion muscular desenvuelve fenómenos eléctricos, y como la aguja del galvanómetro se desvía en direccion contraria á la que toma cuando los músculos están en reposo, indica que las corrientes que en este último caso se producen son opuestas á las que se desarrollan en el primero.

§ 69.

Fenómenos químicos que se observan durante la contracción muscular.—Los fenómenos químicos bien comprobados, que tienen lugar en los músculos durante su contracción, pueden reducirse á los siguientes: desprendimiento de ácido carbónico en mayor cantidad que cuando están en reposo; consumo mas considerable de oxígeno, y formación de un ácido, probablemente el sarcoláctico, que comunica sus propiedades al contenido muscular.

Se demuestra la absorción de oxígeno y el desprendimiento de ácido carbónico haciendo contraer músculos de rana debajo de una campana de cristal, colocada en la cuba hidrargiro-pneumática. Después de cierto número de sacudidas, provocadas por una corriente eléctrica, el aire contenido en la campana pierde parte de su oxígeno y adquiere en cambio ácido carbónico. El mismo fenómeno tiene lugar cuando las contracciones musculares se verifican en condiciones fisiológicas, sin mas diferencia que la de ser la sangre y no el aire atmosférico la que suministra el oxígeno que los músculos consumen y la que se apodera del ácido carbónico que desprenden. Bernard, Ludwig y Sczelkow han hecho ver que la sangre venosa procedente de los músculos está tanto mas cargada de ácido carbónico y es tanto mas negra cuanto mas repetidas han sido las contracciones, dependiendo de esto el que se exhale mayor cantidad de ácido carbónico por la transpiración cutánea y la pulmonal cuando los sujetos se entregan á trabajos corporales, que cuando tienen una vida sedentaria, y el que en los atacados de parálisis muscular sea la sangre venosa algo mas rojiza que en los demás. La absorción de oxígeno no es, sin embargo, inmediatamente indispensable para

la actividad del músculo, pues ya hemos dicho que puede seguir contrayéndose durante algun tiempo en el vacío ó en una atmósfera de hidrógeno ó de ázoe.

Para explicar el conjunto de fenómenos químicos que tienen lugar en los músculos, Hermann supone que existe disuelta en el plasma de los mismos una sustancia azoada muy complexa: el *inógeno*. Esta sustancia, que no ha podido aislarse todavía por la extraordinaria facilidad con que las manipulaciones químicas la descomponen, se desdobla naturalmente con mucha lentitud en el estado de reposo, y con rapidez durante los períodos de actividad, dando lugar, como consecuencia de este desdoblamiento, á la formacion de algunos productos, entre los que los mas esenciales son: el ácido carbónico, el sarcoláctico y un cuerpo albuminoso, de aspecto gelatiniforme al principio, pero que se contrae y se solidifica algun tiempo despues, llamado miosina.

Puesto que la sustancia inógena se gasta ó se consume con el trabajo muscular, y puesto que una vez agotada desaparece la contractilidad de los músculos, es indispensable, para que estos conserven su aptitud al trabajo, que la indicada sustancia se regenere sin cesar, reconstituyéndose con los elementos que la sangre proporciona, para lo cual se necesita tambien la eliminacion de los productos que, como consecuencia de su descomposicion y de las demás combustiones que el oxígeno efectúa, se forman en la masa muscular.

Aceptando esta teoría, es preciso, para que el músculo conserve sus propiedades fisiológicas, por una parte, que la sangre que le riega se apodere de los ácidos carbónico y sarcoláctico, resultado de la descomposicion de la sustancia inógena al mismo tiempo que de la creatina, creatinina y ácido inósico producidos por la oxidacion de otras sustancias azoadas, que son ya todos compuestos inservibles. Por otra parte, se necesita

que la misma sangre suministre, además del oxígeno, materias orgánicas terciarias y cuaternarias para reemplazar las que se consumen, y sobre todo para que pueda efectuarse la síntesis ó reconstitucion de la sustancia inógena. En esta reconstitucion interviene indudablemente la miosina y el oxígeno, pero toma parte al mismo tiempo otra sustancia desconocida todavía.

De acuerdo con esta doctrina, puede sentarse en principio que todo lo que contribuya á que los músculos no reciban de la sangre los materiales de reparacion que necesitan, ó á que no eliminen los productos de descomposicion que ya no sirven, trastorna su integridad anatómica y de consiguiente el mecanismo regular de sus funciones. Entre los productos que conviene eliminar, figura en primera línea el ácido sarcoláctico, que dá al jugo muscular, ordinariamente alcalino, una reaccion ácida y que coagula lentamente la miosina, produciendo la sensacion de fatiga y el aumento del volúmen y de la dureza de los músculos si han estado sometidos á un trabajo prolongado. Á la misma coagulacion de la miosina se deben los fenómenos de la rigidez cadavérica de que nos ocuparemos mas adelante.

§ 70.

Fenómenos fisiológicos que acompañan la contraccion muscular.—Las modificaciones fisiológicas mas notables que tienen lugar en los músculos durante su contraccion, se refieren al movimiento circulatorio y á la nutricion.

Mientras los músculos se contraen, la sangre circula por ellos con mayor celeridad que cuando se hallan en reposo, siendo esta la causa de la rapidez con que sale de las venas en los casos de sangría, si se ejecutan movimientos con la extremidad en que se ha hecho la cisu-ra. Podria sospecharse que esto depende de la presion á

que se sujetan las venas intra-musculares; pero una vez arrojada la sangre que contienen, el chorro sanguíneo debería hacerse mas pequeño, y no es lo que sucede. La mayor actividad del movimiento circulatorio está, por otra parte, demostrada por los ensayos de Ludwig y Sczelkow, probándola tambien el que, en los animales que acaban de ejecutar grandes esfuerzos ó que han corrido mucho, el sistema arterial está casi vacío y la tension sanguínea es menor que en el estado de reposo.

Con respecto á las variaciones que experimenta el movimiento nutritivo durante el trabajo muscular, debe llamar la atencion el aumento de volúmen y la dureza que adquieren los músculos, así como la sensacion de fatiga que se advierte cuando las contracciones son muy repetidas. Hemos dicho que estos fenómenos dependen de que el ácido sarcoláctico se vá acumulando poco á poco y coagula en parte la miosina, hasta que el reposo y la influencia del riego circulatorio contribuyen á que se recupere la situacion normal; pero la acumulacion del ácido sarcoláctico, producto de la descomposicion de la sustancia inógena, es una prueba de que el movimiento reparador se efectúa con mas lentitud que el de desasimilacion y que está como debilitado por la influencia de los principios inservibles que no se eliminan del músculo con la rapidez que se producen. De todos modos, aunque esto suceda en el momento de la contraccion, es indudable que poco tiempo despues la actividad nutritiva aumenta, siendo esta la causa del desarrollo que adquieren los músculos sujetos á un ejercicio regular, así como su inmovilidad mas ó menos completa los atrofia y debilita.

§ 71.

Diferencia entre la contraccion de los músculos estriados y la de los lisos.—Las propiedades de estas dos clases

de músculos son casi idénticas y solo se observan entre ellos algunas diferencias que pueden llamarse secundarias.

Los unos y los otros entran en contraccion por los mismos excitantes; pero puede decirse de una manera general, que los de fibra lisa son algo menos sensibles y no responden tan enérgicamente á su accion como los de fibra estriada. Los que están situados en el dermis cutáneo, en los conductos excretorios de las glándulas, en los bronquios, etc., necesitan fuertes corrientes galvánicas para despertar sus contracciones.

La actividad mecánica de los músculos lisos se efectúa bajo la forma de retraccion como la de los estriados y con arreglo á las mismas leyes, pero con mucha mas lentitud; de manera que los diversos períodos de excitacion latente, acrecentamiento sucesivo y disminucion de la retraccion, son mucho mas perceptibles. Por esto, así como en los músculos estriados la contraccion se manifiesta casi en el instante de obrar el excitador, en los lisos pasan algunos minutos; y así como en los primeros cesa la contraccion cuando deja de obrar la causa que la produce, en los segundos persiste mas ó menos tiempo aunque el excitante haya dejado de ejercer su accion, irradiándose á veces de una manera sucesiva y como *vermicular* mas allá del punto excitado, como sucede en los intestinos y en los vasos. Hay, sin embargo, una excepcion, pues las fibras del iris se contraen y se relajan tan rápidamente como las de los músculos estriados.

Por lo demás, en las fibras lisas tienen lugar, durante su contraccion, los mismos fenómenos físicos, químicos y fisiológicos que hemos observado en las estriadas, con la sola diferencia de ser algo menos intensos que en estas últimas.

CAPÍTULO VII.

Tonicidad y elasticidad muscular.—Sensibilidad muscular.

§ 72.

Tonicidad muscular.—Aun cuando los músculos no estén en contraccion, y de consiguiente aun cuando se hallen, al parecer, en estado de completo reposo, experimentan una tension permanente que tiende á aproximar sus dos extremidades, y á esta propiedad se le ha dado el nombre de *tonicidad muscular*.

La tonicidad muscular no es tan perceptible en los músculos cuyas dos extremidades se insertan en los huesos, como en los que están en medio de partes blandas, pero en los unos y en los otros puede quedar demostrada por medio de experimentos sencillísimos. Si se cortan á un animal vivo los troncos nerviosos que animan uno de sus miembros abdominales, se nota desde luego que los músculos paralizados presentan una relajacion y flacidez que no existe en los del lado opuesto aun cuando se hallen en reposo. Los músculos orbiculares ó los *esfinteres* que cierran los orificios de algunas aberturas naturales no están ni pueden estar en estado de contraccion permanente, porque ya hemos visto que necesitan reconstituir con el reposo la sustancia inóscica de que depende su propiedad contractil; y si á pesar de todo cierran exactamente y de una manera continua los orificios que circunscriben, como el ano ó la vejiga, etc., se debe á la tonicidad de que están dotados, de modo que cuando esta falta, se evacuan involuntariamente las heces y la orina.

La retraccion que experimentan los músculos de un

animal vivo cuando se cortan al través, depende tambien de su tonicidad, y á esta misma propiedad debe atribuirse la coaptacion exacta de las superficies articulares; la precision y la regularidad de los movimientos voluntarios, debida á la resistencia moderadora que á los músculos que entran en contraccion oponen sus antagonistas; la torcedura de la cara y de la lengua en la hemiplegia facial, ó las desviaciones análogas de ciertas partes de los miembros, siempre que á consecuencia de parálisis parciales falta el equilibrio necesario entre los músculos paralizados y han perdido su tonicidad y los que están sanos y todavía la conservan, por cuya causa se retraen sin encontrar oposicion.

Algunos fisiólogos sostienen que la tonicidad muscular no existe, y que todos los fenómenos que á ella se atribuyen dependen exclusivamente de la elasticidad; pero es fácil demostrar la inexactitud de esta opinion con solo tener en cuenta que la elasticidad de la fibra muscular no desaparece por el solo hecho de cortar el nervio que la anima, y sin embargo, todos los fenómenos de tonicidad se extinguen desde que el músculo pierde sus conexiones con los centros nerviosos. Esto parece indicar que la tonicidad es un fenómeno reflejo cuya manifestacion exige el concurso de nervios sensitivos que transmiten la impresion; de centro nervioso (probablemente sustancia gris de la médula) que la reciba, y de nervios motores que trasmitan al músculo el estímulo necesario para que conserve ese estado particular de retraccion.

Tambien hay autores que consideran la tonicidad como una de las variadas manifestaciones á que la contractilidad muscular puede prestarse, y de consiguiente la hacen depender de las mismas causas que esta última; pero como, segun hemos demostrado anteriormente, los músculos siguen contrayéndose durante

semanas y aun meses despues de haber perdido sus relaciones con los centros de inervacion, y sin embargo, desaparece su tonicidad en cuanto les falta la influencia nerviosa, no es posible desconocer la diferencia radical que existe entre estas dos propiedades. El carácter distintivo de esta última es el de estar subordinada á la influencia directa de los centros nerviosos.

§ 73.

Elasticidad muscular.—Los músculos son cuerpos elásticos, puesto que se alargan sujetando una de sus extremidades y haciéndoles sostener un peso mas ó menos considerable con la otra, y puesto que recuperan su primitiva posicion desde el momento que cesa de obrar la causa que los distendia. Lo que ganan en longitud lo pierden en espesor, de manera que su volumen no experimenta ningun cambio. La distension que sufren no es proporcional á los pesos extensores, de modo que un mismo peso produce un alargamiento tanto menor cuanto el músculo está ya mas distendido.

Así como las arterias, al distenderse por la fuerza impulsiva que el corazon les comunica, recogen, por decirlo así, parte de esta fuerza y la restituyen á la sangre cuando recuperan sus dimensiones primitivas, contribuyendo de este modo á que la circulacion sea continua y á que el líquido sanguíneo no se paralice durante el tiempo que media entre uno y otro sistole, la elasticidad de la fibra muscular conserva tambien una parte de la fuerza que se produce durante la contraccion y la restituye en seguida, prolongando de este modo la duracion del movimiento y haciéndolo mas regular y menos brusco.

La elasticidad muscular, trasformando la fuerza instantánea que se produce en el acto de la contraccion

en fuerza continua, contribuye tambien á favorecer su efecto útil, porque si el músculo no fuera elástico, y si su fuerza se empleara instantáneamente contra la resistencia que se debe mover, se perderia en gran parte, sin resultado en el choque que ocasiona. Por eso en mecánica se admite en principio que una fuerza de corta duracion, aplicada á remover una resistencia, produce mayor efecto útil si obra por medio de un cuerpo elástico que si se aplica directamente.

§ 74.

Sentido muscular. — Hemos dicho al hablar de las sensaciones internas que si el cerebro no percibiera por medio de los nervios de sensibilidad los grados de tension, de presion y aun de contraccion de los músculos voluntarios, y si no pudiera apreciar los resultados de la actividad muscular ó de la impulsión comunicada por los nervios motores, ni los movimientos serian coordinados y regulares, ni podriamos sostenernos en la posicion vertical, ni seria fácil adquirir la nocion del peso, de la presion y de otras condiciones fisicas de los cuerpos. Pues á esta sensibilidad de los músculos, idéntica en su esencia á la de los demás tejidos, es á la que se llama impropriamente, *sentido muscular*, por unos, y *sentimiento de actividad muscular*, *conciencia muscular*, *instinto locomotor* y *sensibilidad electro-muscular*, por otros.

La sensibilidad muscular desempeña un papel tan importante en el ejercicio de los movimientos voluntarios, que no es de extrañar que haya llamado muy particularmente la atencion de los fisiólogos y que le hayan dado los diferentes nombres que acabamos de indicar. Ya dijimos que cuando se cortan las raíces posteriores de los nervios de la médula espinal, ó cuando

se hallan alteradas las fibras que desde la médula se dirigen al cerebro, desaparece la regularidad de los movimientos, reemplazándola la ataxia locomotriz. La falta de esta sensibilidad es la causa de que algunas mujeres atacadas de parálisis histéricas estén completamente privadas de la facultad de apreciar el estado de contracción ó de reposo de sus músculos, de manera que, cerrando los ojos, no pueden conocer la posición en que se hallan sus extremidades, ni los movimientos que ejecutan, ni el peso, ni la resistencia de los cuerpos.

De los numerosos experimentos efectuados por Cl. Bernard se deduce también que los músculos privados de la inervación sensitiva conservan su contractilidad, pero que los movimientos pierden el orden y la armonía, sin que los animales puedan graduar el esfuerzo que debe efectuarse para que esté en relación con el movimiento que desean conseguir.

Es preciso tener en cuenta, sin embargo, que los efectos que se atribuyen al sentido muscular no solo dependen de la sensibilidad de los músculos, sino de la que tienen los tejidos que les rodean. Por esto dice Trousseau que si se pregunta á una persona extraña á los conocimientos anatómicos, cuál es el sitio donde se efectúan las contracciones musculares necesarias para el movimiento de los dedos, no lo coloca en el antebrazo, sino en la mano, que es donde *siente* resbalar unas sobre otras las superficies articulares; y tal vez por la misma causa, al separar los dedos, no localizamos este movimiento en los músculos que se contraen, sino en el punto correspondiente á las comisuras, que es donde se *percibe* la distensión de la piel.

CAPÍTULO VIII.

Contractilidad de los músculos despues de la muerte.—
Rigidez cadavérica.

§ 75.

Contractilidad de los músculos despues de la muerte.

— Los músculos no solo conservan su contractilidad algun tiempo despues de la muerte de los animales, sino que, segun los experimentos de M. Faivre, se acrecenta durante las primeras horas que siguen al fallecimiento, debilitándose luego poco á poco hasta desaparecer por completo cuando sobreviene la rigidez cadavérica. En todo caso, la existencia de esa contractilidad es tan evidente, que Benett Dowler ha conseguido efectuar movimientos bastante enérgicos en los músculos del cuerpo humano algunas horas despues de la muerte, y Brown-Séguar asegura que la mano de un cadáver levanta un kilógramo de peso si se hacen entrar en contraccion los músculos del ante-brazo, golpeándolos con un cuerpo duro.

La contractilidad muscular persiste muchos dias despues de la muerte en los animales de sangre fria; en los mamíferos y en las aves dura menos tiempo, y en el hombre desaparece, por lo regular, á las diez ó doce horas.

Segun Nysten, la contractilidad no se extingue á la vez en todas las regiones del sistema muscular. Refiriéndose al hombre, asegura que el ventrículo izquierdo la pierde á los veinticinco ó treinta minutos; el tubo digestivo á los sesenta; algo despues el ventrículo derecho; los músculos del tronco á las tres horas, poco

mas ó menos; luego los de las extremidades, mas tarde el diafragma, y á las catorce ó diez y seis horas las aurículas. Hay algunos casos en que la contractilidad dura mas tiempo, pero no es esto lo comun. Vulpian asegura haberla observado en un perro á las noventa y tres horas de su muerte, pero ya cita este hecho como excepcional.

El corazon no solo conserva su contractilidad, sino que sigue latiendo, *espontáneamente*, algun tiempo despues de la muerte del individuo. Las contracciones espontáneas, peculiares casi de la aurícula derecha, son muy débiles y se extinguen al poco rato, pues aunque Clark, Panum y Vulpian citan algunos casos en que todavía eran perceptibles despues de haber pasado algunas horas, no es esto lo regular.

Créese generalmente que la elevacion de la temperatura contribuye á que la contractilidad se conserve por mas tiempo, y M. Calliburcés ha visto que cuando el cadáver se sostiene artificialmente á 20° ó 25°, son mas enérgicos los movimientos peristálticos del intestino que cuando se le abandona á su temperatura natural. Tambien Panum asegura que los músculos responden mejor á la accion de los excitantes si se les mantiene á un calor graduado, que si se les deja enfriar. Á pesar de todo, Brown-Séquard sostiene, apoyado en numerosos experimentos, que sometiendo una de las extremidades del cadáver á la temperatura de 0, y la otra á la de 25° ó 30°, la primera conserva su excitabilidad motriz mucho mas tiempo que la segunda. Añade asimismo que la contractilidad dura mucho mas en las aves si se las enfria antes de morir. Probablemente esta diversidad de opiniones depende de la distinta naturaleza de los músculos sometidos á la observacion. Los de fibra lisa, como los del intestino, de los uréteres, de la vejiga, etc., que son á los que se refiere Calliburcés,

conservan mejor su contractilidad á una temperatura próximamente igual á la del animal vivo: los de fibra estriada, por el contrario, la conservan mejor á una temperatura baja, y tanto los unos como los otros la pierden rápidamente si el calor pasa de ciertos límites, porque se aceleran los fenómenos de rigidez cadavérica y de putrefaccion. Á igualdad de temperatura, la persistencia de la contractilidad es mayor en los animales adultos que en los recién nacidos: tambien es mayor en el aire ó en el oxígeno que en el vacío ó en una atmósfera de hidrógeno ó de ázoe, y en estos últimos gases que en los que son irrespirables. Con respecto á la influencia de las disoluciones ácidas, de las alcalinas y de cierta clase de venenos, lo mismo que de todos los demás agentes exteriores, lo único que puede decirse es, que favorecen la persistencia de la contractilidad cuando retardan la rigidez cadavérica y la putrefaccion; y al contrario, que la perjudican, si por su influencia se aceleran los movimientos y reacciones químicas que preceden á la descomposicion de la masa muscular.

§ 76.

Rigidez cadavérica.—Llámase rigidez cadavérica á la inflexibilidad y dureza particular que adquieren los músculos del cadáver algun tiempo despues de la muerte. En este estado desaparecen sus propiedades fisiológicas y de consiguiente las corrientes eléctricas y la contractilidad; su extension longitudinal se acorta; disminuye su elasticidad; adquieren un color blanco sucio; su reaccion es completamente ácida, y examinando con el microscopio los tubos musculares, aparece turbio y coagulado el líquido contenido en su interior.

La rigidez se observa en todos los animales, ya sean de sangre caliente ó fria, y lo mismo en los vertebrados

que en los invertebrados. Se manifiesta en todos los músculos de la economía, ya correspondan á la vida animal ó á la orgánica, y á ella debe atribuirse el encogimiento de la túnica carnosa del intestino, la resistencia que opone el cárdias á la distension y la dificultad que se experimenta en ciertos casos para efectuar el cateterismo en el cadáver.

La rigidez cadavérica tarda mas ó menos tiempo en presentarse y su duracion es mayor ó menor segun las circunstancias. Tampoco se ponen rígidos todos los músculos á la vez. En el hombre aparece comunmente á las diez ó doce horas de la muerte. Empieza por los músculos de la mandíbula inferior y por los de las extremidades abdominales; sigüen despues los del cuello y tronco, y por último los de los miembros torácicos. Hay ocasiones en que los músculos de las extremidades están rígidos, y los del tronco presentan todavía señales de contractilidad. En los músculos de la vida orgánica, la rigidez tarda mas en presentarse y dura menos tiempo que en los de la vida animal. Brown-Séquard dice que en un soldado muerto á consecuencia de una larga enfermedad, la mandíbula y los miembros estaban ya rígidos antes de que el corazon hubiera dejado de latir. Una vez establecida la rigidez, si se la destruye estirando los músculos en sentido contrario al de su retraccion, ó no se reproduce ó lo hace con mucha menos energía.

Segun dicho fisiólogo, cuanto mayor es la contractilidad muscular en el momento de la muerte, mas tiempo tarda en presentarse la rigidez y con mas lentitud desaparece; y por lo mismo, todo lo que contribuye durante la vida á debilitar esa contractilidad, acelera la rigidez en el cadáver.

Sentado esto, sostiene que cortando los nervios ciáticos á un animal, y sacrificándolo poco tiempo despues,

la rigidez tarda mas en presentarse que cuando no se efectúa esta operacion, porque la contractilidad muscular aumenta al principio de la parálisis. Á la misma causa atribuye el que la rigidez aparezca con mas lentitud en los animales sometidos á una baja temperatura antes de su muerte, porque el frio contribuye tambien á que aumente la contractilidad; y de idénticos motivos hace depender el que los animales decapitados, los sujetos que mueren violentamente gozando de buena salud, y en general los que conservan la contractilidad en toda su energía, tarden mucho mas tiempo en ponerse rígidos que los que no se encuentran en alguno de dichos casos.

Partiendo del principio de que todo lo que disminuye la contractilidad antes de la muerte, acelera la rigidez del cadáver, se comprende el que en las hemiplegias *antiguas* de origen cerebral aparezca mas pronto la rigidez en los miembros paralizados que en los del lado sano: el que los que mueren de afecciones convulsivas, como el tétanos, la epilepsia, etc., entren inmediatamente en rigidez, y el que suceda lo mismo á los que mueren despues de grandes fatigas musculares, como ocurre á veces en el campo de batalla, siendo esta la causa de que se encuentren algunos cadáveres en la misma posicion en que debian hallarse los individuos al recibir la herida que les causó la muerte.

La rigidez cadavérica puede producirse de una manera casi instantánea elevando la temperatura de los músculos á 40° en los animales de sangre fria, y á 48° ó 50° en los de sangre caliente. Tambien se consiguen idénticos resultados inyectando en los vasos agua de cal, potasa, vinagre ó carbonato de potasa. Conviene tener presente, sin embargo, que si la temperatura de los músculos se eleva fuerte y bruscamente echándolos en agua hirviendo, por ejemplo, pierden la facultad de

hacerse rígidos: los ácidos minerales producen el mismo efecto.

La rigidez cadavérica no solo se observa en el cadáver ó en los músculos separados de sus conexiones naturales, sino tambien en el animal vivo. Para producirla, basta impedir el aflujo de la sangre á los músculos, ó inyectar en los vasos agua destilada, ácido carbónico, cloroformo, etc.; pero estos agentes obran con mucha lentitud mientras subsiste la circulacion en sus condiciones regulares. Cuando la rigidez no pasa de su primer grado, desaparece restableciendo la circulacion sanguínea; cuando ya es mas completa, no basta el restablecimiento de la circulacion, sino que es preciso inyectar una disolucion que contenga diez por ciento de sal comun.

Los fisiólogos no han estado de acuerdo hasta estos últimos tiempos con respecto á las causas productoras de la rigidez cadavérica. Suponian unos que dependia exclusivamente de la muerte del músculo, pero ya hemos visto que puede presentarse en los que no han cesado todavía de vivir; creian otros que era la consecuencia necesaria de la extincion de la influencia nerviosa, pero la rigidez se observa aunque esa influencia no haya experimentado ningun trastorno. No puede atribuirse al enfriamiento, porque no son las partes que primero se enfrian las que se vuelven rígidas mas pronto. No depende de la coagulacion de la sangre, porque se manifiesta aunque no esté coagulada y á veces sin que el corazon haya cesado de latir. No depende tampoco de la coagulacion de la grasa, porque los músculos contienen muy poca, y además porque lo mismo se establece en los sugetos gruesos que en los que están desprovistos de gordura.

La verdadera causa de la rigidez parece ser la descomposicion de la sustancia inógena de que hemos ha-

blado al ocuparnos de los fenómenos químicos que tienen lugar en el músculo, y la coagulacion de la miosina á consecuencia del ácido sarcoláctico que se produce.

CAPÍTULO IX.

Empleo de los músculos.

§ 77.

Diferentes clases de movimiento que los músculos pueden producir.—La facultad de contraerse que los músculos poseen, tiene por objeto producir cambios de posicion en las diferentes partes del cuerpo, contribuyendo de este modo á sus diferentes movimientos y actitudes.

Cuando las fibras musculares rodean órganos huecos ó forman parte de su textura, como en el intestino, el corazon, el útero, la vejiga, etc., su contraccion disminuye el diámetro de las cavidades de estos órganos, quedando así comprimidas las sustancias que se hallan en su interior. Cuando las dos extremidades del músculo no se tocan por estar adheridas á puntos diferentes, estos puntos se aproximan á consecuencia de la retraccion muscular. Si uno de ellos es fijo, el otro es el que cambia únicamente de lugar, y si son movibles los dos, su aproximacion está en razon inversa de la resistencia que oponen.

La diversidad de movimientos que, segun los casos, se producen, pueden reducirse á dos grandes clases: *involuntarios* y *voluntarios*. Los involuntarios dependen ó de las contracciones *de los músculos de la vida de relacion*, ó de las que tienen lugar *en los de la vida vegetativa*. Los voluntarios son producidos *por los músculos de la*

vida de relacion. Conviene que digamos algo acerca de los caractéres distintivos de cada uno de estos movimientos.

§ 78.

Movimientos involuntarios de los músculos de la vida de relacion.—Corresponden á esta clase: primero, los movimientos de tipo intermitente; segundo, algunos de los movimientos llamados reflejos, y tercero, los asociados á ciertas ideas y sensaciones, que, al parecer son tambien de naturaleza refleja.

Entre los movimientos de tipo intermitente efectuados por los músculos de la vida de relacion y que sin embargo son independientes de la voluntad, pueden citarse los respiratorios. El mecanismo en virtud del cual se mueven rítmicamente los músculos de las alas de la nariz, de la laringe, del cuello, los situados en la parte externa del pecho, en su base y entre las costillas, para dar lugar con sus contracciones regulares á la entrada y salida del aire en los pulmones, no es completamente conocido; pero ya provenga de impresiones pulmonales de naturaleza rítmica transmitidas al cerebro de modo que, aun sin tener de ellas conocimiento, basten para producir una incitacion refleja sobre los nervios motores correspondientes, ó ya de otra causa cualquiera, el hecho es que estos movimientos se efectúan sin la intervencion de la voluntad.

Los movimientos reflejos producidos por los músculos de la vida de relacion son, entre otros: el estornudo, la tos, el castañeteo de dientes, el temblor producido por el frio, el sacudimiento semi-convulsivo que ocasionan las cosquillas, etc. En todos estos casos, las impresiones transmitidas desde nuestros órganos al cerebro, ya directamente por los nervios sensitivos, ó de una manera

indirecta por la médula, ocasionan una incitacion refleja sobre los nervios motores provocando movimientos en los que la voluntad no toma la menor parte.

Los movimientos asociados á ciertas ideas y sensaciones resultan, en unos casos, de la impresion producida por las emociones morales; así es que la fisonomía expresa con rasgos característicos la alegría, el pesar, la cólera, el miedo, etc.: en otros, de la que produce la vista de los objetos que se mueven, como cuando se inclina el cuerpo instintivamente para dirigir el impulso comunicado á una bola de billar, ó de la que ocasiona la presencia de un peligro, como cuando disponemos automáticamente las diferentes partes del organismo de la manera mas conveniente para evitar un choque ó para neutralizar en lo posible sus efectos: en otros, en fin, de la influencia de la imitacion, como cuando bostezamos ó reimos al ver á otros que rien ó bostezan. Á la misma categoría de movimientos involuntarios corresponden los que se ejecutan con el péndulo y las mesas giratorias de que el charlatanismo se ocupaba hace algunos años. Apoyando el codo en una superficie plana y sosteniendo con la mano un péndulo compuesto de un hilo y un anillo, se observa, al poco rato de fijar la vista en el anillo, que oscila con mas ó menos rapidez aunque el brazo permanezca inmóvil en apariencia, y aunque no haya mala fé ni ejecute ningun movimiento voluntario la persona que lo sostiene. Las contracciones casi imperceptibles del antebrazo ó de la mano, bajo la influencia de la vista, que examina el péndulo y la direccion que debe tomar, son la causa de este fenómeno, que no se *reproduce nunca* si el individuo que hace el experimento tiene los ojos vendados ó si apoya la extremidad de los dedos en un sustentáculo cualquiera para que sea más fácil evitar la trasmision de estos pequeños movimientos, en los que no interviene la voluntad. Á este

orden de hechos corresponden tambien las llamadas mas giratorias.

Ya veremos al estudiar la fisiología especial del sistema nervioso los centros encargados de la accion refleja y las leyes á que están sujetos estos movimientos.

§ 79.

Movimientos involuntarios de los músculos de la vida vegetativa.—Esta clase de movimientos son siempre de naturaleza refleja, y lo único que hay en ellos de notable es que se ejecutan á veces de una manera rítmica, estando caracterizados por una série alternada y mas ó menos regular de contracciones y relajaciones. Los latidos del corazon, aunque dependientes de la contraccion de fibras estriadas, se hallan en este caso, y se han observado movimientos análogos en el intestino, en el exófago, en los conductos colédoco y pancreático, en el diafragma, etc., ya de unos, ya de otros animales.

Los fisiólogos han procurado descubrir las causas de estos movimientos, pero hasta ahora han sido infructuosos sus trabajos. Haller los consideraba como independientes del sistema nervioso. Müller, refiriéndose al movimiento peristáltico de los intestinos, lo atribuía al gánglio celíaco. Volkmann, Ludwig y Bidder sostienen que los pequeños gánglios situados en el espesor de los órganos contractiles son centros de movimientos reflejos, de manera que cuando se produce una série de impresiones rítmicas, ocasionan otra de incitaciones motrices rítmicas tambien. Entre tanto, lo mismo Vulpian que Brown-Séquard aseguran que los movimientos rítmicos no desaparecen por la destruccion de los centros nerviosos, ni por la de los troncos, ni por la de los gánglios, ni por el aniquilamiento de los filetes periféricos por medio del curare; de modo que, reproduciendo en

parte la opinion de Haller, los consideran como independientes de toda accion nerviosa. Brown-Séquard, por su parte, sostiene que las contracciones ritmicas del corazon dependen de la sangre venosa cargada de ácido carbónico que se acumula en los capilares despues de cada contraccion; pero Mr. Castell ha demostrado que el corazon de una rana, sumergido en una atmósfera de ácido carbónico, no late con mas fuerza que en el aire y que sus movimientos desaparecen con mas prontitud.

§ 80.

Movimientos voluntarios de los músculos de la vida de relacion.—Aunque los movimientos voluntarios dependen de la influencia de la voluntad, no es su accion directa é inmediata la que los produce, porque esta tiene su origen en los lóbulos cerebrales, y la excitacion motriz de los músculos, en la protuberancia cerebral. Por eso, en los paralíticos, la voluntad no basta para determinar los movimientos.

Como en los movimientos voluntarios, aun los mas sencillos, entra siempre en juego cierto número de músculos, y como cada uno concurre por su parte al cumplimiento del objeto que la voluntad desea conseguir, es preciso que todos ellos se contraigan con orden y regularidad para que los movimientos parciales estén coordinados de manera que contribuyan al objeto comun. Flourens y otros fisiólogos sostienen que el cerebelo es el órgano de esta coordinacion; pero hay muchos casos en que desaparece aunque el cerebelo se halle en sus condiciones regulares. Por otra parte, si bien las afecciones cerebelosas producen en la locomocion trastornos análogos á los que resultan de la embriaguez, se diferencian esencialmente de los que se observan en la

ataxia locomotriz. Esto ha dado lugar á que se creyese en estos últimos tiempos, segun veremos al hablar de las funciones del sistema nervioso, que el sitio donde reside esta facultad coordinatriz no es el indicado por Mr. Flourens.

Mr. Duchenne (de Boulogne) ha demostrado que los músculos concurren á los movimientos voluntarios obrando los unos como *motores* y los otros como *moderadores*; de manera que se contraen simultáneamente por una doble excitacion nerviosa: los primeros, para producir el movimiento, y los segundos, para moderarlo, porque sin esta circunstancia no tendria la precision y regularidad que necesita.

§ 81.

Esfuerzo.—Se dá el nombre de esfuerzo á la contraccion enérgica y simultánea de diferentes músculos con el objeto de efectuar una funcion laboriosa ó de vencer la resistencia que oponen algunos cuerpos cuando se intenta removerlos. La marcha, el salto, la carrera, el toser, el gritar, el levantar un fardo, el acercarlo ó separarlo, etc., exigen esfuerzos mas ó menos considerables.

Al hacer un esfuerzo, se empieza dilatando el pecho por medio de una inspiracion mas ó menos profunda, segun la resistencia que se desea vencer; los bordes de la glotis se aproximan inmediatamente despues, por la contraccion de sus músculos constrictores, y como en este caso el aire contenido en los pulmones no halla salida, las paredes torácicas, sujetas entre la resistencia elástica de los gases contenidos en el pulmon y la potencia activa de los movimientos espiradores, presentan un firme punto de apoyo á los músculos que en ellas se insertan y que deben entrar en contraccion. Hay casos

en que la glotis no se cierra por completo; pero como basta que sus bordes estén ligeramente reunidos para que el aire encuentre dificultad á su salida, la caja torácica adquiere suficiente fijeza para servir de punto de apoyo á los músculos que han de entrar en actividad. En los esfuerzos algo enérgicos, las paredes del abdómen sirven tambien de apoyo á los músculos de esta region, porque los esfínteres del ano y de la vejiga se oponen á la salida de las sustancias contenidas en las cavidades á que corresponden.

La tension que en estas circunstancias adquieren los gáses encerrados en el intestino y en los pulmones puede dar lugar á dilataciones, á roturas y á otros accidentes de mas ó menos gravedad. El aire comprimido en el pulmon tiende á rechazar excéntricamente las partes que le contienen, y de aquí el enfisema vesicular, el interlobular, y en algunos casos de coqueluche, hasta el enfisema general, porque si se desgarrá la parte interna del pulmon que está en contacto con el mediastino, el aire que en este se infiltra puede llegar al cuello y al tejido celular periférico. Menos frecuentes son los casos de hernia del pulmon á través del espacio intercostal, pero no por eso dejan de presentarse alguna vez. La misma tension á que el aire de los pulmones está sujeto, impide la distribucion de la sangre en la red capilar de estos órganos, y de ahí el que este líquido se acumule en el corazon derecho y sucesivamente en el sistema venoso, ocasionando la coloracion amoratada de la cara, hemorragias cerebrales en los individuos predispuestos á la apoplejía, y todos los accidentes que son consecuencia de la dilatacion forzada en que se encuentra esa parte del sistema circulatorio. En cuanto á la cavidad abdominal, los gases violentamente comprimidos por la accion simultánea de los músculos espiradores, vencen en algunos casos la resistencia de las paredes

abdominales en los puntos mas débiles, dando lugar á hernias de los intestinos ó de alguna otra de las vísceras contenidas en esta cavidad.

§ 82.

Fuerza muscular desarrollada en el esfuerzo.—Cuando se desea conocer la fuerza relativa de diferentes músculos, puede decirse de un modo general que es tanto mas considerable cuanto mayor es el peso del músculo ó, lo que viene á ser igual, cuanto mayor es el número de fibras elementales que entran en su composicion. Si lo que se quiere averiguar es la fuerza absoluta de la fibra muscular, las dificultades son casi insuperables, porque cuando los músculos se contraen para superar una resistencia cualquiera ó para mover las palancas óseas á que están adheridos, tienen que vencer, en primer lugar, los esfuerzos moderadores de los músculos antagonistas, cuya resistencia adicional no es fácil precisar, y además, las resistencias *indiferentes al efecto útil*, como el roce de los músculos con las partes inmediatas, el de las superficies articulares, el de los tendones con las correderas en que se deslizan, la pérdida de fuerza que resulta por la insercion oblicua de las fibras musculares en su tendon comun y por la desventajosa insercion de los músculos en las palancas que deben mover, etc., etc. De consiguiente, la fuerza real desarrollada por los músculos escapa á todo cálculo, porque si bien puede apreciarse el *trabajo útil* efectuado, no sucede lo mismo con el *trabajo resistente*, ó con el empleado en vencer las resistencias pasivas, que es á lo que se llama *pérdida muscular*.

Haciendo los experimentos con músculos separados del animal vivo, pueden obtenerse resultados mas ó menos importantes, pero que no serán nunca la expresion

de la verdad, porque la excitacion galvánica ó cualquier otro estímulo artificial no obra con la misma energía que el excitante nervioso, que es el natural, y porque el máximum de encogimiento de los músculos no es igual cuando están aislados que cuando conservan sus conexiones naturales. De todos modos, los ensayos efectuados con este objeto no carecen de interés, y segun Weber, si se suspende un músculo por una de sus extremidades despues de haber colocado un ligero cuerpo en la otra, se observa que el peso que puede equilibrar su fuerza de retraccion cuando adquiere toda su intensidad, es decir, el máximum de carga que puede sostener bajo la accion de los mas fuertes excitantes, es, en los músculos de la rana, de seiscientos noventa y dos gramos por cada centímetro cuadrado de superficie transversal, y en los del hombre, segun Henke y Knorz, de seis á ocho mil gramos. De los mismos experimentos de Weber se deduce que la fuerza desarrollada por un músculo, varia, aunque se le sujete á la misma excitacion, segun sea el peso que sostenga. El biogloso de una rana, cargado con dos gramos, desarrolló una fuerza de cincuenta y un gramilímetros y medio, entendiéndose por gramilímetro la fuerza que se necesita para elevar un cuerpo que pese un gramo á un milímetro de altura. El mismo músculo, cargado con un peso de diez gramos, desarrolló una fuerza de ciento ochenta y tres gramilímetros; con un peso de veinte gramos, de treinta y dos gramilímetros, y con un peso de treinta gramos, de treinta gramilímetros; de lo cual resulta que la mayor cantidad de trabajo no corresponde ni al peso mas pequeño ni al mas considerable, sino al peso medio de diez gramos.

Si dejando á un lado la *fuerza absoluta* de los músculos, imposible de averiguar segun acabamos de ver, nos proponemos apreciar la *fuerza mecánica* del hombre, re-

presentada por el trabajo útil que puede efectuar, solo diremos que esta fuerza varía mucho, segun los individuos y segun el modo y forma de aplicarla. La experiencia ha demostrado que un hombre adulto y bien constituido, trabajando ocho horas en subir los escalones de una rueda de clavijas, ejecuta un trabajo equivalente á su propio peso multiplicado por la altura total á que se eleva, lo cual representa comunmente doscientos sesenta mil kilográmetros en las ocho horas, entendiéndose por kilográmetro la fuerza necesaria para elevar un kilogramo de peso á un metro de altura. Empleada la fuerza de cualquier otro modo, la cantidad de trabajo obtenida en el mismo tiempo no pasa de ciento noventa á doscientos mil kilográmetros. De acuerdo con este último dato, asegura Gavarret que el número de unidades de trabajo ó de kilográmetros que el hombre puede producir por minuto es de cuatrocientos, poco mas ó menos, lo que viene á ser igual á cerca de seis veces el peso de su propio cuerpo.

Cuando se trata de un esfuerzo pasajero, como el que se necesita para levantar un fardo del suelo, la fuerza desarrollada puede ser bastante para elevar á cierta altura, en pocos segundos, ciento cincuenta kilogramos poco mas ó menos; pero esta actividad muscular exagerada dura poco tiempo.

De los diferentes movimientos musculares de que nos hemos ocupado, los involuntarios corresponden á las funciones nutritivas, y ya hemos visto que desempeñan un papel importantísimo en todas ellas. En cuanto á los voluntarios, relacionados mas directamente con las de la vida animal, tienen por principal objeto contribuir á la locomocion activa del cuerpo y á la produccion de la voz y de la palabra, cuyas funciones conviene estudiar separadamente.

CAPÍTULO X.

Condiciones de equilibrio y locomocion activa del cuerpo.

§ 83.

Condiciones de equilibrio en estado de quietud.—La estacion ó el estado de quietud del individuo comprende actitudes muy distintas, como la de estar de pié, echado, de rodillas y sentado, etc. En cualquiera de estos casos, excepto cuando el cuerpo descansa sobre un plano horizontal, obedeciendo libremente á las leyes de la gravedad, las potencias musculares no se hallan inactivas, porque sin su influencia no seria posible conservar el equilibrio.

Se llama posicion vertical, ó estar de pié, á la actitud en que el cuerpo está sostenido por la planta de los piés, apoyados en el suelo. Para conservar el equilibrio en esta posicion, es indispensable que el centro de gravedad caiga dentro de la base de sustentacion y que los músculos mantengan fijas ó en estado de rigidez las conexiones óseas movibles.

Para esto, la cabeza descansa en la articulacion occipito-atloidea, representando una palanca de primer género, cuyo *punto de apoyo* está en el atlas, la *resistencia* en la parte anterior de la cabeza que tiende á caer hácia adelante en razon de su peso, y la *potencia* en los músculos de la region posterior del cuello, cuyas contracciones la inclinan hácia atrás. Aunque la resistencia que los ligamentos amarillos situados entre las vértebras cervicales oponen á la flexion de la cabeza contribuye á que sean menos necesarias las contracciones musculares, si estas faltan, como sucede durante el sueño, la

cabeza se inclina hácia adelante hasta tropezar la barba con el pecho.

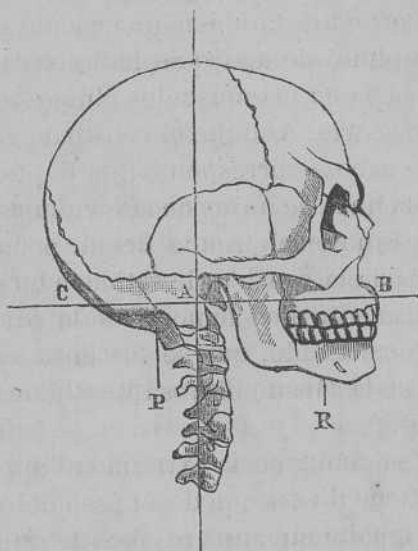


FIGURA 49.^a

Posicion de la cabeza en la estacion vertical representando una palanca de primer género, porque el punto de apoyo se halla entre la potencia y la resistencia. A punto de apoyo en la articulacion occipito-atloidea. AB brazo de la resistencia cuya resultante corresponde al punto R. AC brazo de la potencia cuya resultante corresponde al punto P.

Cada una de las vértebras del ráquis representa tambien una palanca de primer género, cuyo punto de apoyo se halla en el cuerpo de la vértebra, la resistencia en el peso de las vísceras torácicas y abdominales, y la potencia en los músculos que ocupan los conductos vertebrales. Como el brazo de la potencia es mucho menor que el de la resistencia, se necesitaria para conservar el equilibrio una gran fuerza de contraccion, si todos estos músculos no estuvieran tan enérgicamente favorecidos como lo están por los ligamentos amarillos de la columna vertebral.

La columna vertebral se apoya en la base del sacro, y su peso se trasmite á la pelvis para recaer sobre las articulaciones coxo-femorales. Cada una de estas articulaciones representa tambien una palanca de primer género, cuyo punto de apoyo se halla en la cabeza del fémur, la potencia en los músculos glúteos y la resistencia en el hipogástrio. Aunque el centro de gravedad del tronco y de la cabeza corresponde, en la posicion vertical, detrás de la línea de union de las articulaciones coxo-femorales, y aunque el tronco tiende por este motivo á inclinarse hácia la espalda, le retienen en su posicion natural el ligamento ileo-femoral de la parte superior del fémur de cada lado, que se fija en la espina iliaca antero-inferior, la cápsula fibrosa y los demás ligamentos articulares.

El fémur se apoya en la extremidad superior de la tibia que sostiene de este modo el peso del cuerpo, representando, igualmente, una palanca de primer género, con el punto de apoyo en la articulacion, la potencia en los músculos extensores, principalmente en el recto anterior del muslo, y la resistencia en los ligamentos posteriores, en los cruzados y en el peso del cuerpo, puesto que el centro de gravedad corresponde algo detrás del punto de apoyo de la articulacion.

De la tibia se comunica el peso del cuerpo al astrágalo, figurando tambien en este caso una palanca de primer género, con el punto de apoyo en la articulacion y con la potencia y la resistencia que se equilibran, representadas por los músculos flexores y extensores del pié sobre la pierna. Por último, el pié, que forma una especie de bóveda compuesta de muchos huesos, unidos por ligamentos de grande resistencia, trasmite el peso del cuerpo á la base de sustentacion.

Cuando el individuo se sostiene sobre un solo pié, descansan todos los músculos del lado opuesto desde la

articulacion coxo-femoral para abajo; pero en cambio, como la base de sustentacion es muy pequeña y como el peso gravita por completo sobre la extremidad que se apoya en el suelo, la posicion es incómoda y fatigosa, y el equilibrio poco estable.

Tambien puede sostenerse sobre la punta de los piés, pero con los mismos inconvenientes que en el caso anterior, porque la base de sustentacion es muy estrecha y los músculos de la pantorrilla necesitan contraerse violentamente para sustentar el peso del cuerpo.

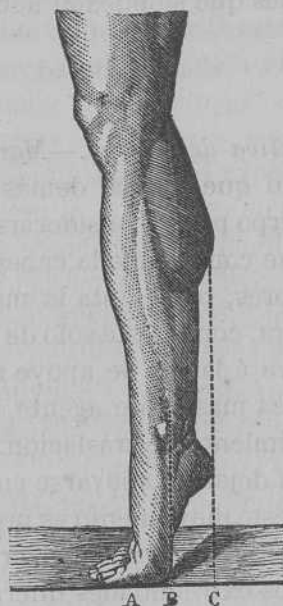


FIGURA 50.^a

*Estacion sobre la punta de los piés figurando una palanca de segundo género, por hallarse la resistencia entre el punto de apoyo y la potencia. **A** punto de apoyo. **B** resistencia equivalente al peso del cuerpo que gravita en direccion de la tibia. **C** potencia representada por los músculos de la pantorrilla.*

Este es el único caso de palanca de segundo género que se encuentra en la mecánica animal. El punto de

apoyo se halla en la union de los metatarsianos y de las falanges, la potencia está representada por los músculos de la pantorrilla y la resistencia por el peso del cuerpo que gravita hácia el suelo en la direccion de la tibia.

En la posicion de estar sentado descansan todos los músculos de los miembros inferiores y tambien algunos de los correspondientes á las articulaciones del tronco, porque la cabeza y la espalda pueden apoyarse en el respaldo de la silla ó de cualquier otro modo, segun las variadas posiciones que se pueden adoptar.

§ 84.

Locomoción activa del cuerpo.—Marcha.—Durante la marcha, lo mismo que en los demás movimientos de progresion, el cuerpo puede considerarse dividido en dos partes: la una, que comprende la cabeza, el tronco y los miembros superiores, representa la masa que debe ser trasportada; la otra, compuesta solo de las extremidades abdominales, sirve á la vez de apoyo movable que sostiene el peso de esa masa y de agente impulsivo que le comunica el movimiento de traslacion. En la marcha, el cuerpo avanza sin dejar de apoyarse en el suelo, y para comprender bien este movimiento es preciso dividir cada paso en dos tiempos distintos. En el primero, el cuerpo se apoya en las dos extremidades inferiores: la derecha, colocada hácia atrás, toca el suelo con la punta del pié; la izquierda, que está delante, ligeramente doblada en la rodilla, descansa en el suelo con toda la planta del pié y está dispuesta á recibir el peso del cuerpo, que se inclina un poco hácia adelante. En el segundo tiempo, el peso del cuerpo gravita exclusivamente sobre la extremidad izquierda, que se alarga desapareciendo la pequeña flexion de la rodilla; la extremidad derecha se levanta,

doblándose algo la pierna sobre el muslo, y obedeciendo en parte á su propio peso, que la inclina hácia adelante, sigue el movimiento de traslacion dado al cuerpo, hasta que el pié descansa otra vez en el suelo, primero con el talon y despues con toda su base. En esta situacion el cuerpo se apoya, como en un principio, en las dos extremidades inferiores, sin mas diferencia que la de estar delante la que se encontraba detrás al iniciar el movimiento, para continuarlo por un mecanismo igual al precedente en los pasos sucesivos.

Segun los experimentos de Weber, el máximum de velocidad que puede adquirir un hombre de estatura regular, en una marcha precipitada, es el siguiente:

Extension del paso.	0m, 8656.
Duracion del paso.. . . .	0", 332.
Espacio recorrido en un segundo.. .	2m, 608.
Espacio recorrido en una hora.. . .	9339m,

Esta velocidad excepcional solo puede sostenerse corto tiempo, á no ser en sugetos acostumbrados á esta clase de ejercicio y dotados además de una aptitud particular. En la marcha ordinaria y sostenida, la velocidad suele ser de seis kilómetros por hora, suponiendo que haya los períodos de reposo necesarios.

En la *carrera* se suceden los movimientos como en los pasos de la marcha, con la sola diferencia de que en el segundo tiempo hay un momento en que los dos piés están separados del suelo, trasformándose cada paso en un pequeño salto. La mayor velocidad que puede obtenerse por medio de la carrera es, segun Weber, la siguiente:

Extension del salto.	1m, 7270.
Duracion del salto.	0", 227.
Espacio recorrido en un segundo.. .	7m, 600.
Espacio recorrido en una hora.. . .	27360,

Sin negar que pueda haberse conseguido esta velocidad en algun caso extraordinario, es preciso convenir

en que comunmente no pasa de diez á doce kilómetros por hora.

Así como en la estacion ó en el estado de quietud los huesos representan generalmente palancas de primer género, en la mayoría de los movimientos de locomoción funcionan como palancas de tercero, lo que no deja de ser extraño, porque precisamente esta clase de palanca es la que menos favorece la potencia, por tener el brazo de resistencia siempre mayor. En cambio, la distancia recorrida por la resistencia es algo mas considerable que la recorrida por la potencia, de modo que *se gana en velocidad lo que se pierde en fuerza*, que es sin duda lo que la naturaleza se ha propuesto en todos los movimientos del animal.

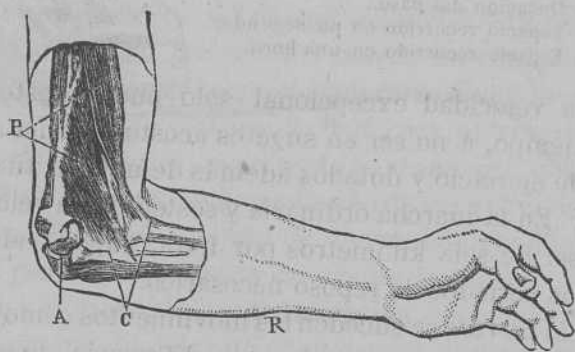


FIGURA 51.*

Movimientos de flexion del antebrazo sobre el brazo representando una palanca de tercer género, por hallarse la potencia entre el punto de apoyo y la resistencia. A punto de apoyo en la articulacion del codo. P potencia, —músculos flexores, biceps y braquial anterior,—aplicada en el punto C. R resistencia ó peso del antebrazo y de la mano.

Entre los variados ejemplos de palancas de tercer género que podriamos citar correspondientes á los movimientos de locomoción, lo haremos solo de los que tienen lugar en la flexion del antebrazo sobre el brazo y en la de la pierna sobre el muslo.

En el primer caso, el punto de apoyo se halla en la articulacion del codo; la potencia está representada por el biceps y la resistencia por el peso del antebrazo.

En la flexion de la pierna sobre el muslo, el punto de apoyo se encuentra en la articulacion de la rodilla; la potencia está representada por los músculos sartorio, recto interno y semitendinoso, y la resistencia por el peso de la pierna y del pié.

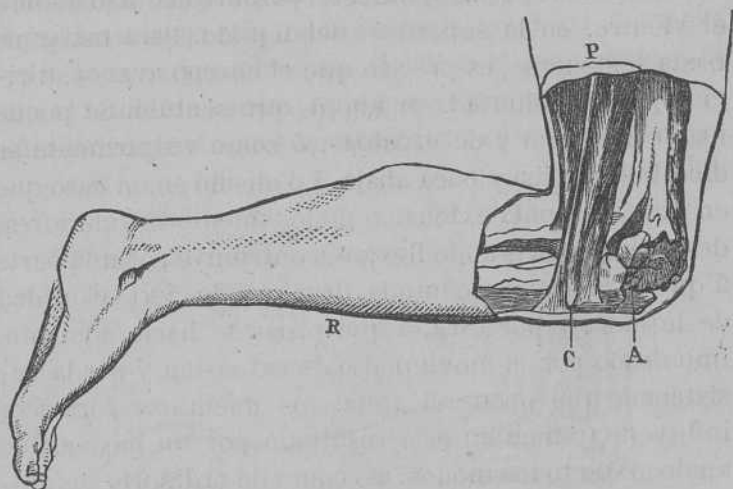


FIGURA 52.*

Movimiento de flexion de la pierna sobre el muslo, representando una palanca de tercer género. A punto de apoyo en la articulacion de la rodilla. P potencia,—músculos sartorio, recto interno semitendinoso y biceps crural,—aplicada al punto C. R resistencia resultante del peso de la pierna y del pié.

El salto no es mas que uno de los pasos de la carrera ejecutado aisladamente. Cuando se salta con los piés juntos, las extremidades inferiores se encorvan en todas las articulaciones y despues adquieren de pronto su mayor grado de extension, elevando de este modo el cuerpo sobre el suelo á la manera de una vara elástica, que, despues de haberla encorvado y comprimido de arriba

abajo en el sentido de su longitud, se la suelta de repente. Se puede saltar hácia arriba ó hácia abajo, hácia delante ó hácia atrás, etc., inclinándose siempre el tronco en el sentido de la proyeccion. Por medio del ejercicio puede llegarse á saltar de abajo arriba hasta cerca de dos metros de altura, y de cinco ó seis en la direccion horizontal.

Natacion.—El hombre puede sostenerse en el agua extendiéndose horizontalmente, y sobre el dorso ó sobre el vientre, en la superficie del líquido. Para nadar no basta sostenerse, es preciso que el cuerpo avance, dirigido por la voluntad, en uno ú otro sentido. Se puede nadar de pecho y de espaldas, ó como vulgarmente se dice, boca arriba y boca abajo. Lo mismo en un caso que en otro, la rápida extension de los miembros inferiores, despues de una grande flexion, contribuye por una parte á que el cuerpo no se hunda, desalojando cierta cantidad de líquido, y por otra, á que progrese hácia adelante, impulsado por el movimiento de extension y por la resistencia que opone el agua: los miembros torácicos influyen tambien en este resultado por un mecanismo análogo. De todos modos, así como de ordinario los animales nadan instintiva y naturalmente porque los movimientos que ejecutan son los mismos que cuando andan ó cuando corren, el hombre necesita cierto aprendizaje, porque las actitudes que debe tomar para neutralizar el efecto de su peso específico y para buscar un punto de apoyo que le permita la progresion, son completamente diferentes.

SECCION NOVENA.

De la voz y de la palabra.

CAPÍTULO PRIMERO.

Órganos de la voz.

§ 85.

Se dá el nombre de *voz* al sonido que produce el aire en la laringe al salir de los pulmones. La voz modificada en las cavidades supra-glóticas, en las fauces, en las fosas nasales y en la boca, adquiere el carácter de *sonido articulado* que constituye la *palabra*. Á la voz modulada de manera que los sonidos estén separados por intervalos fijos y regulares, se llama *canto*.

El aparato de la voz consta de tres partes distintas: la primera está formada por los pulmones, brónquios y tráquea, destinados á conducir el aire á la laringe; la segunda por la laringe, órgano esencial de la voz, puesto que en su interior es donde se producen los sonidos, y la tercera, por la faringe y por las cavidades de la nariz y de la boca, que en realidad no contribuyen á la formacion de los sonidos, pero que los refuerzan y modifican en su timbre.

Los fisiólogos están todos de acuerdo en que el órgano donde se forma la voz es la laringe, porque si se

impide que el aire la atraviere haciendo una abertura en la tráquea, sobreviene la afonía, y sin embargo nada de esto sucede si las lesiones se verifican por encima del cartilago tiroides.

La laringe es una especie de tubo cartilaginoso colocado en el trayecto de las vias respiratorias, perfectamente simétrico, prismático en la parte superior abierta en la faringe, cilindrico en la inferior que se continúa con la tráquea, compuesto de diferentes piezas, reunidas por medio de articulaciones y ligamentos, pero susceptibles de moverse las unas sobre las otras por la accion de músculos especiales.

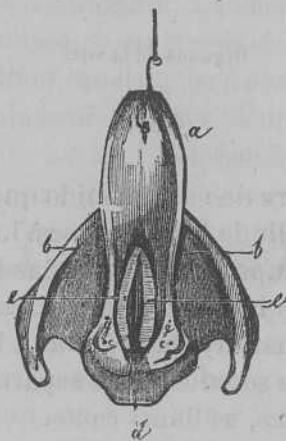


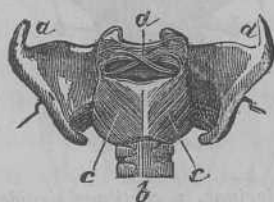
FIGURA 53.^a

Laringe vista por su orificio superior.

a epiglottis. *b, b* espacio intermedio entre el cartilago tiroides y la epiglottis. *c, c* cartilago aritenoides. *d* cara posterior de la laringe. *e, e* cuerdas vocales superiores. *g, g* repliegues ariteno-epiglóticos.

El armazon de la laringe está compuesto de cinco cartilagos: el *cricoides*, situado en la base, tiene la figura de un anillo, y su borde inferior se articula con el primer cartilago de la traquearteria; el *tiroides*, situado

encima del cricoides y articulado con él, constituye la parte anterior y lateral de la laringe; forma por delante una pequeña eminencia angulosa, mas pronunciada en el hombre que en la mujer, llamada la *nuez*, y su borde superior se une al hueso hióides por medio de una membrana y de varios ligamentos; los dos *aritenoides* forman la pared posterior de la laringe, descansan por su borde inferior sobre el cartilago cricoides con el cual se articulan, y sus lados se unen al cartilago tiroides por medio de músculos y de ligamentos; por último, la *epiglotis*, especie de válvula cartilaginosa, movable y muy elástica, unida al borde superior del cartilago tiroides y libre por el resto de su circunferencia, tiene por objeto tapar exactamente la abertura superior de la laringe durante la deglucion, y contribuir tambien, cuando se halla levantada y puede pasar el aire, al timbre y al reforzamiento de los sonidos.

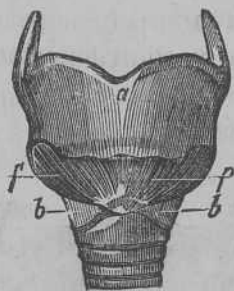
FIGURA 54.^a

Cara posterior de la laringe con separacion de los bordes posteriores del cartilago tiroides.

a, a astas mayores del tiroides. b cara posterior del cricoides. c, c músculo crico-aritenideo posterior. d músculo aritenideo.

La cavidad de la laringe, cilíndrica en su parte inferior y de dimensiones fijas, es prismática y triangular en la superior, aunque susceptible de variar de forma por la movilidad de la epiglotis y de los cartilagos tiroi-des y aritenoides. Á la mitad de su altura presenta dos

repliegues, uno á cada lado, unidos por sus extremidades y por su borde externo á la pared de la laringe, libres en toda la superficie y en su borde interno, de manera que dejan entre sí una abertura lineal, elíptica ó triangular, segun el momento en que se la observa ó segun se pone mas ó menos al descubierto. Estos repliegues están formados por los músculos tiro-aritenoideos, los ligamentos inferiores del mismo nombre y la membrana mucosa, que en este punto es delgada, trasparente y está cubierta de un epitelio pavimentoso. Los indicados repliegues han recibido el nombre de *cuerdas vocales*, y el de *glotis* la abertura que los separa.

FIGURA 55.^a

Cara anterior de la laringe. a cartilago tiroides. b, b cartilago cricoides. f, f músculo crico-tiroideo.

La porcion anterior de la glotis se llama *interligamentosa* y la posterior *intercartilaginosa* ó *interaritenoides*, porque está comprendida entre los cartilagos aritenoides. La primera de estas porciones es la que sirve para la voz; la segunda está mas relacionada con la respiracion, y por eso se la conoce tambien con el nombre de *glotis respiratoria*. En la misma cavidad de la laringe y á ocho ó diez milímetros de altura sobre la glotis, se observan otros dos repliegues análogos á los anteriores, aunque menos salientes, formados por los ligamentos tiro-ari-

tenoideos superiores, y designados con el nombre de *cuerdas vocales superiores*. Llámase *glotis superior* á la hendidura que estos repliegues dejan entre sí; *ventrículos de la laringe* al espacio comprendido entre la glotis y la glotis superior, y por último, *abertura superior de la laringe* á la que comunica con la faringe cuando no lo impide la epiglotis, que, como hemos dicho, la cubre durante la deglucion. Las dimensiones de la glotis varían segun los sexos y las edades: su longitud es, por término medio, de veinticinco milímetros en el hombre y de veinte en la mujer.

Los músculos de la laringe desempeñan un importantísimo papel en la produccion de la voz y pueden dividirse en dos grupos: el primero comprende los *crico-aritenoideos posteriores*, los *crico-aritenoideos laterales* y el *ari-aritenoideo*, cuyas contracciones contribuyen á aumentar ó á disminuir la abertura de la glotis; el segundo comprende los *tiro-aritenoideos* y *crico-tiroideos*, por cuyo medio se modifica la tension de las cuerdas vocales. Para el profesor Mandl el músculo tiro-aritenoideo es el que, bajo el punto de vista fisiológico, constituye la verdadera cuerda vocal, el único y verdadero elemento vibrátil entre los tejidos que componen los labios de la glotis. De manera que, segun esta opinion, no es el tejido elástico de las cuerdas vocales el que, distendido por los músculos que acabamos de indicar, entra en vibracion, sino que el verdadero cuerpo vibrante es el tejido muscular de las mismas cuerdas vocales, es decir, el músculo tiro-aritenoideo que se hace, al contraerse, eminentemente elástico y vibrátil.

Con el objeto de estudiar el mecanismo de la formacion de la voz, los fisiólogos han recurrido á los medios siguientes: primero, palpacion y auscultacion de la parte externa de la laringe; segundo, exámen del interior de este órgano por medio del *laringoscopio*, ins-

trumento que consiste en un pequeño espejo que se fija encima de la entrada de la laringe y que está destinado, por una parte, á proyectar sobre el interior de la misma una luz intensa, y, por otra, á conducir al observador la imagen de la parte iluminada; tercero, exámen de la laringe en los animales vivos, practicando aberturas por encima del cartilago tiroides; cuarto, experimentos con laringes de cadáveres humanos, y quinto, experimentos con laringes artificiales. Este procedimiento ha permitido reconocer la parte que toma en la produccion de la voz cada una de las porciones del órgano laríngeo.

CAPÍTULO II.

Influencia de las diferentes partes de la laringe en la formacion de la voz.

§ 86.

Epiglotis. — Poniendo al descubierto la laringe por medio de aberturas practicadas en la region anterior del cuello de algunos perros y obligándoles á gritar, se ha observado que ni el descenso, ni la elevacion, ni el corte completo ó parcial de la epiglotis alteraba el tono de los sonidos, confirmando lo manifestado por Haller, que ya dijo: *Epiglottis equidem nihil facit ad vocem et absque epiglottide aves suavissime canunt.* A pesar de todo, se admite generalmente que la epiglotis contribuye al timbre de estos sonidos, tanto por las vibraciones que experimenta durante la formacion de la voz, como porque al elevarse estrecha algo el istmo de las fauces y dirige el aire espirado hácia las fosas nasales.

Cuerdas vocales superiores. — Segun los experimentos de Longet, las cuerdas vocales superiores no to-

man la menor parte en la produccion de la voz; así es que no sufre alteracion alguna aunque se corten ó destruyan.

Ventrículos de la laringe.—La destruccion de las paredes de los ventrículos no impide la produccion de los sonidos, siempre que las cuerdas vocales inferiores no experimenten alteracion. No obstante, los ventrículos están sin duda destinados á reforzar la voz, del mismo modo que las demás cavidades supraglóticas, y no seria extraño que influyera en el tono, segun el mayor ó menor grado de tension de sus paredes.

Cuerdas vocales propiamente dichas, ó cuerdas vocales inferiores.—Los experimentos de la mayor parte de los fisiólogos están de acuerdo en que las cuerdas vocales inferiores son los principales órganos de la voz; así es que, segun Longet, cuando se cortan ó destruyen en los animales vivos, sobreviene la afonía aunque las demás partes de la laringe no hayan sufrido la menor alteracion. Los experimentos efectuados por Müller en la laringe del cadáver, y los de Harless, Merkel y Fournié, que se sirven de larínges artificiales de su invencion, conducen á idénticos resultados.

Colocando Müller la laringe de un cadáver de manera que las cuerdas vocales pudieran aproximarse y separarse á voluntad del operador, observó que se producian todos los tonos de la voz humana, es decir, cerca de dos octavas y media.

Siempre que aumentaba la tension de las cuerdas vocales, los sonidos eran agudos, y graves si las relajaba. Para conocer el grado de presion con que el aire atravesaba la laringe, impelido por un fuelle desde la tráquea hácia la glotis, adoptó convenientemente un manómetro de mercurio, y de este modo pudo observar que, cuando aumentaba la fuerza del fuelle, sucedia lo propio con la intensidad del sonido y se hacia mas

agudo, probablemente por el aumento de tension que adquiririan las cuerdas vocales á consecuencia de la mayor presion de la corriente atmosférica.

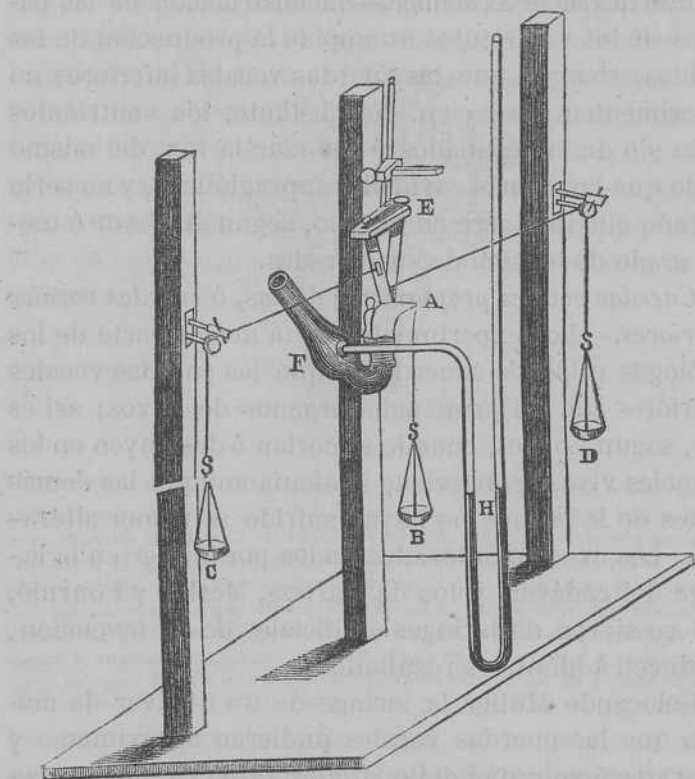


FIGURA 36.^a

A laringe cuya base está sujeta á un vástago. **B** platillo de balanza colgada del borde del cartilago tiroides, en el que se colocan pesos para que, obrando á la manera de los músculos crico-tiroideos, ponga tensas las cuerdas vocales. **C** y **D** otros pesos colgados de las laminillas **E**, para que, obrando á la manera de los músculos crico-aritenoideos laterales, aproximen los bordes de la glotis. **F** tubo que se continúa con la tráquea, al que se aplica un fuelle para impeler el aire á través de la laringe. **H** manómetro que indica la presión del aire á su paso por la glotis.

En el aparato de Mr. Harless, á que ha dado el nombre de *laringe artificial*, las cuerdas vocales están repre-

sentadas por membranas que se ponen mas ó menos tirantes por medio de tornillos, y los resultados que con él se obtienen confirman los experimentos de Müller en todo lo que tienen de mas esencial.

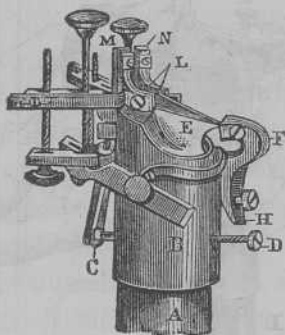


FIGURA 57.ª

Laringe artificial de M. Harless. A tubo por donde penetra el aire. B pieza circular fija sobre A por los tornillos C y D. E cuerdas vocales de goma elástica ó de túnica de una vena gruesa. F y H pieza que, figurando el cartilago tiroides, permite la distension de las cuerdas vocales, sujetas posteriormente en L. M y N piezas que representan los cartilagos aritenoides. El resto del aparato está compuesto de un sistema de tornillos y palancas, por cuyo medio se consigue la mayor ó menor aproximacion de los bordes de la glotis, la tension de las cuerdas vocales, etc.

La laringe artificial de M. Fournié, mas sencilla que la anterior, está fundada en los mismos principios, y se obtienen, por su medio, idénticos resultados.

El Sr. D. Severino Perez y Vazquez ha construido un aparato mucho mas perfecto que los que acabamos de indicar, puesto que no solo produce los diferentes sonidos de la voz humana, sino que pronuncia gran número de letras y palabras. No podemos describir el *tecnefon*, que es el nombre que ha dado á su aparato, porque no lo conocemos, pero la Memoria, que en el año 1868 publicó en Madrid bajo el título de *El tecne-*

fon y los medios representativos de la palabra, demuestra bien la grandísima importancia de su descubrimiento, no menos que la de sus utilísimas aplicaciones.

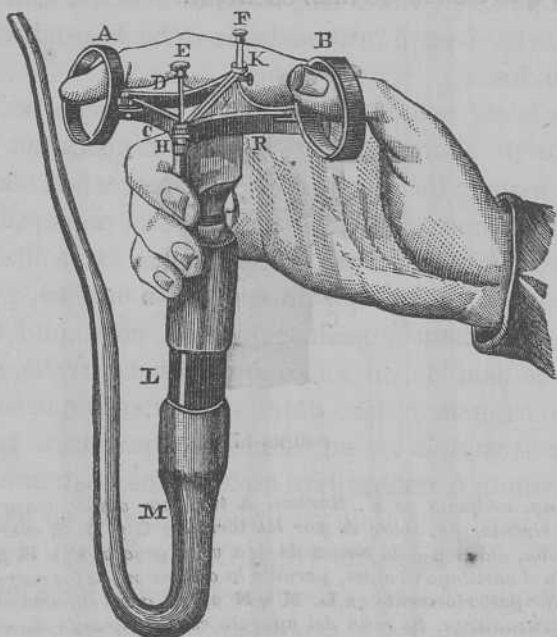


FIGURA 58.^a

Laringe artificial de Mr. Fournié. A y B anillos por medio de los cuales se ejerce la presión. C y D resortes para distender la embocadura de goma elástica que representa las cuerdas vocales. E y F vástagos de acero. H y K articulaciones de los vástagos con los resortes. L tubo metálico. M tubo de goma elástica. X embocadura de goma elástica.

§ 87.

Teoría de la voz.—La voz humana procede, al parecer, de dos orígenes distintos. En primer lugar, así como el aire entra en vibración y produce cierto ruido al atravesar un orificio de paredes inertes, puede vibrar también y dar lugar á un sonido semejante al pasar

por entre las cuerdas vocales inferiores; y en segundo lugar, como el aire al abrirse paso por entre los labios de la glotis puede hacer que las citadas cuerdas entren por su parte en vibracion, resulta un doble movimiento vibratorio, á cuya influencia se debe la produccion de los sonidos.

No basta esto, sin embargo; lo mismo los instrumentos de cuerda que los de viento necesitan cuerpos *sonoros* que, vibrando unísonos, refuercen el sonido inicial, porque en otro caso casi no seria perceptible. Una cuerda metálica, cuyas extremidades estén fijas en un cuerpo macizo, solo produce sonidos débiles, y no obstante, la misma cuerda colocada, con igual tension, sobre la caja de un violin ó de un contrabajo, dá un sonido robusto y claro desde el momento que se la hace vibrar sacándola de su estado de equilibrio. La flauta, el clarinete ó cualquiera otro de los instrumentos de viento perderian toda su importancia si se les privara del tubo que hace las veces de tímpano ó cuerpo sonoro y que refuerza y dá nuevo vigor á los sonidos. En el cuerpo humano, el sonido producido en la laringe por la doble vibracion de que acabamos de hablar, se refuerza en toda la extension del tubo supra-glótico, por la resonancia debida á la reflexion de las ondas sonoras en las paredes de las cavidades que atraviesan.

La gravedad y agudeza de los sonidos depende del número de vibraciones sonoras que se efectúan en un tiempo dado; y como el número de vibraciones que ejecuta una cuerda aumenta segun su tension; como suponiendo esta tension constante, el número de vibraciones está en razon inversa de su longitud; y como aun en igualdad de circunstancias, el número de vibraciones está en razon inversa del rádio de la misma, y es inversamente proporcional á la raíz cuadrada de su densidad, resulta que todo lo que puede influir en la

tension, en la longitud, en el grueso y en la densidad de las cuerdas vocales influye tambien en el tono de la voz. Así, la contraccion de los músculos crico-tiroideos, la de los tiro-aritenoides segun Mandl, y la expulsion violenta del aire contenido en los pulmones, circunstancias todas que aumentan la tension de las cuerdas vocales, elevan la altura de los sonidos. Asi tambien, ciertas contracciones parciales de los tiro-aritenoides, la aproximacion íntima de las aristas anteriores internas de los aritenoides y la pequeña dimension que á veces tiene la laringe, como en las mujeres ó los niños, causas todas que disminuyen la longitud de las partes vibrantes de las cuerdas vocales, elevan del mismo modo la altura de los sonidos. Así, por último, la inyeccion sanguínea, ó la simple irritacion de la membrana mucosa laríngea, que aumentan el grosor ó la densidad de los lábios de la glotis, bastan para ocasionar la ronquera.

La intensidad de la voz depende de la amplitud de las vibraciones sonoras, y esta amplitud deriva en parte del esfuerzo mas ó menos considerable con que el aire espirado atraviesa la glotis, y, además, del diferente grado de tension en que se encuentran las cuerdas vocales y las paredes de las cavidades supra-glóticas.

Si el timbre de la voz depende, como asegura M. Helmholtz, del número de sonidos armónicos que se producen al mismo tiempo que el sonido fundamental y de la intensidad relativa de estos sonidos, no es de extrañar que influyan en el referido timbre la naturaleza y configuracion de todo el aparato vocal. Solo así se comprende que cada persona tenga su metal de voz característico y que se distinga del de todos los demás aunque hablen ó canten en el mismo tono y con igual intensidad. La forma y la longitud de las cavidades supra-glóticas, á las que podriamos llamar tubo de

embocadura, contribuyen, en efecto, siquiera no sea mas que por su resonancia, á que se produzcan ciertos ruidos y tonos accesorios que, combinados con el fundamental, dan lugar al timbre; pero conviene tener presente que tambien contribuye al mismo resultado la disposicion particular de los brónquios y de la tráquea. Por eso se observa que, en los sonidos ordinarios, no solo resuenan estos conductos á consecuencia del aire comprimido que contienen por el estrechamiento que experimenta la glotis, sino que tambien resuenan las paredes torácicas; razon por la cual á la voz fuerte y llena que resulta en este caso se la llama *voz de pecho*. En los sonidos de falsete casi no hay resonancia, porque la glotis está mucho mas abierta, y solo se la percibe en el tubo de embocadura, es decir, en las cavidades supra-glóticas, como la nariz y la boca, siendo esta la causa de que á la voz de falsete se la llame tambien *voz de cabeza*.

§ 88.

Palabra. — El sonido formado en la laringe sufre modificaciones especiales á lo largo del conducto vocal, que le imprimen el carácter de *sonido articulado* ó de *palabra*. Para que tengan lugar estas modificaciones, á las que contribuyen la faringe, el velo del paladar, la lengua, los carrillos, los dientes y los labios, se necesita que estos órganos experimenten cambios de forma ó de posicion, y los movimientos voluntarios que para esto son precisos, solo se aprenden con la imitacion y con el auxilio del oido y de la inteligencia. Los idiotas y los imbéciles no hablan por lo general aunque su laringe esté en condiciones regulares. Tampoco los sordos de nacimiento articulan los sonidos, y solo á fuerza de ingenio y de trabajo se consigue que pronuncien algunas frases incorrectas.

Aunque la palabra necesita comunmente la intervencion de la laringe, porque si no se producen en ella los sonidos no es posible hablar en *alta voz*, cuando cuchicheamos ó hablamos en *voz baja*, no hace falta esta intervencion. Bourguet tuvo ocasion de observar á un hombre que respiraba por la tráquea, abierta á consecuencia de un conato de suicidio, y á pesar de que el sonido laríngeo habia desaparecido, hablaba en voz baja sin la menor dificultad. Lo mismo sucede en la generalidad de los casos de traqueotomía, pues aunque la voz se extingue porque el aire espirado no pasa ya por la laringe, ó porque pasa en muy corta cantidad y sin producir ruido, no desaparece la posibilidad de cuchichear.

No deja de ser notable tambien el que pueda hablarse clara y distintamente despues de la destruccion de la lengua ó de su falta congénita, cuando por tanto tiempo se ha creido y cuando aun hoy mismo se cree por la generalidad de los fisiólogos, que sin este órgano *no es posible* la formacion de la palabra. Longet, sin embargo, cita algunos casos, al parecer perfectamente comprobados, de los que se deduce que esta imposibilidad no existe. Una niña observada en Lisboa, que habia nacido sin lengua y que solo tenia en su lugar una eminencia en forma de mamelon, de tres á cuatro líneas de altura, hablaba distintamente y con facilidad. Una muchacha de veinte años, que desde la edad de cuatro habia perdido la lengua, habló y cantó correctamente en presencia de comisionados de la Sociedad Real de Lóndres, los cuales declararon que carecia por completo del expresado órgano vocal. Una niña de ocho años, observada por Bonami, médico de Nantes, se hallaba en igual caso, y, despues de tres ó cuatro años de mudez, consiguió volver á hablar. Si estos y otros casos análogos que se citan son exactos, será preciso admitir que los labios pueden suplir, hasta cierto punto, la falta

de la lengua despues de un aprendizaje prolongado; pero aun así demostrarían también que, tanto con respecto á este punto como con relacion á lo que hemos dicho acerca de la posibilidad de hablar en voz baja con independencia de los sonidos laríngeos, se necesitan nuevos estudios que aclaren las dificultades que ahora ocurren para comprender su mecanismo.

Las palabras, que son los signos sonoros de que los hombres se valen para entenderse mutuamente, están compuestas de sílabas y estas de letras que pueden ser vocales y consonantes. Las vocales se distinguen de las consonantes en que vienen ya casi formadas desde la glotis, mientras que estas últimas exigen un trabajo mas ó menos complicado de las partes supra-glóticas. Para la pronunciacion de la *a*, por ejemplo, basta que abramos moderadamente la boca; para la de la *u* alargamos el tubo vocal, haciendo descender la laringe y extendiendo los lábios hácia adelante, y para la de la *i* ejecutamos lo contrario. En la pronunciacion de las consonantes trabaja principalmente la lengua por la variedad de formas que toma, fijándose en diferentes puntos de la boca, de donde proviene la denominacion de *labiales*, *dentales*, *labio-dentales*, *linguo-palatinas*, etc., con que se distinguen estas letras.

Hay ocasiones en que algunas consonantes se articulan con cierta dificultad, ocasionando momentos de pausa involuntaria, seguida de una especie de explosion de sonidos entrecortados. Á este fenómeno se llama tartamudez, y su causa principal parece residir en el sistema nervioso, razon por la cual no es siempre constante y se reproduce con mas facilidad bajo la influencia de las excitaciones morales.

El aparato de la fonacion se halla bajo la dependencia del nervio laríngeo inferior que, segun todas las probabilidades, no se deriva, como parece, del pneumo-

gástrico, sino de la rama interna del espinal; y es digno de notarse, segun hace observar Kuss, que otros ramos de este nervio se dirigen á los músculos externo-cleido-mastoideo y trapecio, que tanta influencia tienen en los movimientos de expresion, como sucede al levantar las espaldas ó al hacer signos negativos con la cabeza; por cuya razon puede considerarse al nervio espinal como especialmente destinado á la *mímica* y á la fonacion.

§ 89.

Silbido.—La produccion del silbido tiene alguna analogía con la de la voz. Dirigiendo los lábios hácia adelante y contrayéndolos de manera que dejen entre sí una abertura mas ó menos redondeada, se forma una especie de glotis artificial que, bien porque entra en vibracion cuando el aire la atraviesa ó porque este vibra por sí, produce un sonido particular, susceptible de diferente tono y de distinta intensidad. La abertura de los labios es casi redonda y bastante grande en los sonidos graves; en los agudos, se hace elíptica y queda reducida á una hendidura estrecha. La lengua por su parte contribuye al mismo resultado, pues se aproxima á los dientes incisivos inferiores y los toca, en los sonidos agudos, separándose de ellos en los graves: tambien se aumenta ó disminuye con el mismo objeto el espacio que media entre los lábios y los dientes incisivos. En igualdad de circunstancias, cuanto mas fuerte es la impulsión con que el aire atraviesa esta abertura, mas agudo y mas intenso es el silbido.

Segun Cagniard de la Tour, si se pone entre los lábios un disco de corcho de cinco milímetros de grueso con un orificio en su centro de dos á tres milímetros de diámetro, se produce el mismo efecto que con los lábios, y en esto se funda para sostener que no son las

vibraciones de estos órganos las que producen el sonido, sino las del aire, que sufre entre sus paredes un roce intermitente. Los fisiólogos, sin embargo, no están de acuerdo en este punto.

Se ha dicho que el centro nervioso que preside la coordinacion de los diferentes movimientos indispensables para la produccion de la palabra, reside en los lóbulos anteriores del cerebro, en la isla de Reil, segun Auburtin, y en la tercera circunvolucion del hemisferio izquierdo, segun Broca; pero aunque la imposibilidad de hablar—*afasia*—coincide en algunos casos con lesiones de estas partes del cerebro, son demasiado contradictorios los datos que acerca de este punto se poseen para que pueda deducirse ningun resultado positivo. De todos modos, lo que parece mas probable es que el centro nervioso que preside la fonacion y la produccion de la palabra reside en la médula oblongada, y el que preside la memoria de estas palabras en el cerebro. Por eso no debe confundirse la *afasia*, que es la pérdida de la facultad de pronunciarlas, con la *amnesia*, que es la pérdida de la facultad de recordarlas. En el primer caso, el enfermo puede todavía manifestar sus pensamientos por escrito; en el segundo, ya no puede espresarlos sino señalando los objetos que desea.

SECCION DÉCIMA.

Funciones del sistema nervioso.



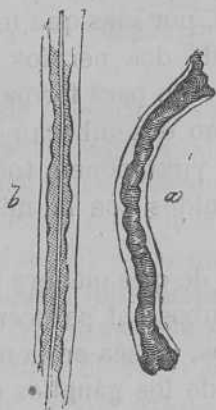
CAPÍTULO PRIMERO.

Propiedades generales del sistema nervioso.

§ 90.

Composicion y estructura.—El sistema nervioso comprende el cerebro, el cerebelo, la médula espinal, el gran simpático, los nervios y los ensanchamientos ó gánglios nerviosos que se encuentran en el trayecto de algunos nervios craneales, en el de todos los raquídeos, y que entran en la constitucion del sistema nervioso llamado gangliónico ó del gran simpático. Á la parte central formada por el cerebro, cerebelo y médula espinal se le ha dado el nombre de centro *encéfalo raquídeo*; la parte periférica está constituida por los nervios, distribuidos en diferentes partes del organismo, y á estos se les llama raquídeos, cerebrales, ó del sistema del gran simpático, segun que tomen origen en uno ó en otro de estos puntos. El sistema nervioso es el asiento de la inteligencia y de las facultades afectivas; es el agente incitador de los movimientos voluntarios é involuntarios, y además preside y tiene bajo su dependencia la mayor parte de las funciones de nutricion.

Los nervios están formados de gran número de fibras muy delgadas, perceptibles por medio del microscopio, á las cuales se dá el nombre de *tubos nerviosos primitivos*. Estos tubos formados, segun Ramier, de células soldadas entre sí, están compuestos de una cubierta trasparente y muy fina, llamada *vaina de Schwann*; de una sustancia viscosa que ocupa el interior de la cubierta, denominada *sustancia medular*, y de una fibra blanda, *cilindro-eje* ó filamento axil, situada en el centro de dicha sustancia. Algunos tubos primitivos carecen completamente de sustancia medular y se componen solo de cilindro-eje y neurilema; otros no tienen, al parecer, cubierta alguna, y el cilindro-eje presenta ligeros abultamientos, como en las llamadas fibras grises de Remack.

FIGURA 59.^a

a tubo nervioso con la sustancia medular granulosa. **b** otro tubo con la sustancia medular menos alterada que permite distinguir el cilindro-eje.

Los nervios están constituidos por la reunion de estos tubos, adheridos los unos á los otros en su direccion longitudinal y cubiertos de una membrana de tejido conjuntivo ó laminoso, el *perinervio*. Los nervios raquídeos y cerebrales son blancos y de una textura bastante

resistente; los del gran simpático son, en su mayor parte, blandos y parduscos.

El diámetro de los tubos nerviosos varía desde dos centésimos á cinco milésimos de milímetro: los mas gruesos se encuentran en los nervios de la vida de relacion; los mas delgados corresponden á los de la vida orgánica.

En la médula espinal y en el encéfalo, los tubos nerviosos primitivos constituyen la sustancia blanda de estos órganos, pero en este sitio no tienen cubierta y están exclusivamente formados de cilindro-eje y sustancia medular.

Los tubos primitivos tienen la misma longitud que el nervio de que forman parte, de manera que se prolongan desde el centro nervioso de donde nacen hasta el órgano en que terminan, siguiendo cada uno un trayecto independiente, por mas que todos ellos estén unidos entre sí. Cuando dos nervios se anastomosan, ó mejor, cuando se juntan para formar un tronco comun, los tubos del uno no desembocan en los del otro, sino que únicamente se yuxtaponen, tocándose sus paredes para continuar reunidos con la misma independencia que traian.

No se sabe bien de qué manera terminan las extremidades de estos tubos; al parecer, la que penetra en los centros nerviosos, ya sea en la médula, ya en el cerebro ó en alguno de los gánglios del gran simpático, se aboca con las *células de sustancia gris* que en estos puntos se encuentran, y allí concluye sin presentar en ninguna parte soluciones de continuidad. La que penetra en la trama de los tejidos, ó forma un pequeño abultamiento, como sucede en los músculos y en la piel, ó tal vez se refleja describiendo una especie de arco para volver en direccion opuesta á su punto de partida.

Además de los tubos de que acabamos de hablar, el tejido nervioso contiene otro elemento anatómico de

importancia: las *células ganglionales* que se encuentran en la sustancia gris de los centros nerviosos. Estas células, que pueden ser motrices, sensitivas, ó, segun Jacobowitsch, simpáticas, y cuyo diámetro varia de cinco milésimos hasta un décimo de milímetro, tienen una cubierta delgada, están llenas de una sustancia finamente granulosa, provista de núcleo, y comunican, segun hemos dicho, con los tubos nerviosos por alguno de los puntos ó *polos* de su periferia.

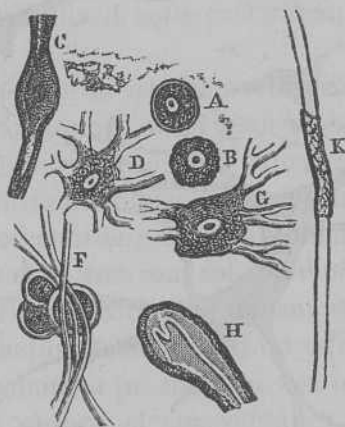


FIGURA 60.ª

AB células nerviosas esféricas. **C** célula bipolar. **DG** células multipolares. **F** células de ganglio y fibras nerviosas. **K** tubo nervioso y cilindro-eje. **H** terminacion de una fibra nerviosa en un órgano.

Las células pueden ser *unipolares*, *bipolares* ó *multipolares*, segun estén en relacion con uno, dos ó mayor número de tubos, presentando á veces una figura esférica y como si no comunicaran con ninguno, bien porque en realidad no exista la comunicacion, ó bien porque al someterlas al exámen microscópico se hayan roto los puntos de enlace que con ellos las unian.

Considerada en su conjunto la disposicion de este sistema, puede decirse que consiste en un incalculable

número de tubos microscópicos que desde la circunferencia se dirigen á las células ganglionales, motrices ó sensitivas de los centros nerviosos, de manera que los unos llegan directamente hasta el cerebro y los otros quedan en el gran simpático ó en la médula espinal, sin comunicar *directamente* con la masa encefálica sino por medio de las numerosas fibrillas *intercentrales* que relacionan unas células con otras.

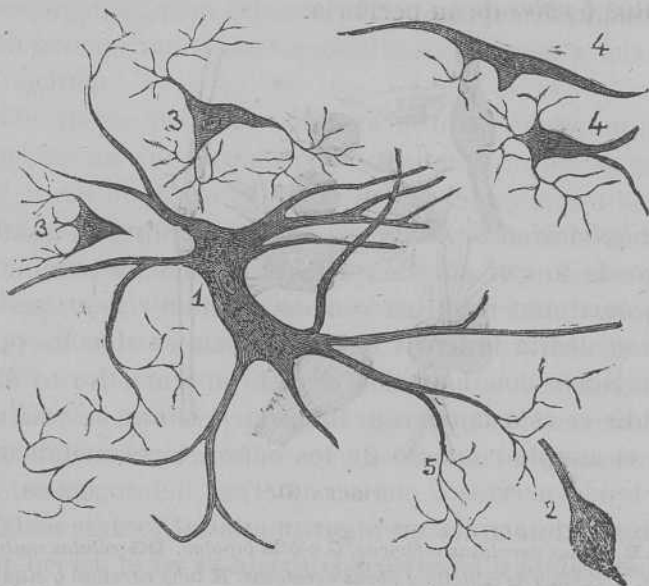


FIGURA 61.*

Variedades de células nerviosas procedentes de los centros nerviosos.

1 célula motora, multipolar, procedente de las extremidades anteriores de la médula. 2 célula simpática, bipolar, procedente de la comisura posterior de la médula. 3, 3 células de la sustancia cortical del cerebro. 4, 4 células sensitivas, tomadas de las extremidades posteriores de la médula.

§ 91.

Elementos químicos de los nervios.—En la actualidad puede decirse que se desconoce casi por completo la

naturaleza de los principios orgánicos que entran en la composicion del sistema nervioso. El cilindro-eje tiene propiedades análogas á las de los cuerpos albuminoides; la sustancia medular no contiene grasa, á pesar de que por su apariencia podria sospecharse lo contrario; en el cerebro se encuentra protagon, y en los nervios colessterina y creatina, dando además una reaccion ácida si están en actividad, y neutra si son frescos y se hallan en estado de reposo.

§ 92.

Electricidad de los nervios.—En los nervios, á semejanza de lo que sucede en los músculos, se manifiesta una corriente eléctrica *cuando están en reposo*, puesto que se desvía la aguja del galvanómetro si se les pone en relacion con los hilos de este aparato. No es fácil decidir si esta corriente, llamada *nerviosa*, se produce por el simple contacto de los conductores metálicos y del tejido nervioso, por ser cuerpos heterogéneos, así como se desarrolla en algunas pilas al tocarse metales de naturaleza diferente, ó si existe ya en el nervio y se hace perceptible al atravesar el cuerpo conductor; pero en todo caso, las leyes á que está sujeta son las mismas que las de las corrientes musculares. Por lo tanto, los puntos correspondientes á la superficie natural del nervio son positivos con relacion á los de la superficie artificial; y cada punto de la superficie natural, próximo á lo que hemos llamado ecuador, es positivo con relacion á los que están mas separados. Cuando el nervio está en actividad, la corriente eléctrica disminuye, tal vez porque se produce otra en direccion contraria, como sucede en los músculos, segun hemos dicho anteriormente,

y á este fenómeno es al que Du Bois-Reymond llama *variacion negativa*, atribuyéndolo al desenvolvimiento de una corriente opuesta á la primera. Hay algunos peces dotados de aparatos especiales para desarrollar y acumular la electricidad y hasta para producir descargas que tienen la mayor analogía con las de nuestros aparatos; pero es preciso no perder de vista que no es el sistema nervioso el encargado de desarrollarla ni de transmitirla. El aparato eléctrico del *torpedo* consiste en unas quinientas columnas ó prismas exágonos, colocados á cada lado de su cuerpo, dirigidos perpendicularmente desde el dorso hácia el vientre, de modo que abrazan todo el espesor del animal en una extension de cuatro centímetros poco mas ó menos. Cada prisma viene á ser un tubo estrechísimo, dividido en pequeñísimas porciones por tabiques ó diafragmas y lleno de un líquido albuminoso. En la cara inferior de cada diafragma terminan ramificaciones nerviosas que tienen su origen en el llamado lóbulo eléctrico ó cuarto lóbulo cerebral del torpedo. En la anguila de Suriman—*gymnotus elétrico*—el aparato eléctrico, situado en las partes laterales del cuerpo, ocupa unos sesenta centímetros de longitud y se compone tambien de prismas y diafragmas con espacios interdiafragmáticos algo mayores que en el torpedo. En estos animales, lo mismo que en el *mormyrus longipinnis*, en el *siluro*, etc., las descargas son voluntarias; se emplean como medio de ataque ó de defensa, y el sistema nervioso relacionado con estos aparatos tiene por objeto, además de provocar estas descargas de la misma manera que produce las contracciones musculares, contribuir á que la electricidad desarrollada á consecuencia de los fenómenos químicos, se mantenga en los órganos eléctricos con sus dos flúidos separados y no se combine á medida que se forma, como sucede en los demás tejidos.

§ 93.

Excitantes funcionales de los nervios. — La actividad del nervio se despierta, lo mismo que la de los músculos, por medio de los excitantes, y estos pueden ser normales ó fisiológicos, mecánicos, químicos y físicos.

Los *excitantes fisiológicos* de los órganos centrales son la voluntad y la acción refleja de que nos ocuparemos mas adelante, y los de los órganos de los sentidos, son los agentes del mundo exterior, como la luz, el sonido, el calor, los olores, etc.

Los *excitantes mecánicos* son aquellos que cambian con cierta rapidez la forma del nervio, como la compresión, el magullamiento, etc.; pero si su acción es persistente, destruyen al fin la excitabilidad nerviosa.

Entre los *excitantes químicos* figuran las sustancias que modifican ó alteran la composición de los nervios, como las disoluciones concentradas de los ácidos minerales, los álcalis, las sales alcalinas, la glicerina, etc.

Los principales *excitantes físicos* son el calórico y la electricidad. El calórico excita los nervios motores de la rana mientras la temperatura no excede de unos 40°; pero si pasa de este límite, deja de obrar como agente excitador, y hasta destruye la excitabilidad nerviosa. Con respecto á la electricidad, produce efectos iguales que los excitantes mecánicos y químicos, de modo que ocasiona dolor cuando se aplica á los nervios sensitivos; contracciones musculares cuando obra sobre los nervios motores; dolor y contracciones si se dirige su acción sobre los nervios mixtos, y la sensación de luz, de sonidos, de olores, etc., si la corriente atraviesa el nervio óptico, el acústico, el olfatorio, etc. Á pesar de todo, la manera de obrar de la electricidad presenta algunas particularidades dignas de llamar la atención, con tanto

mas motivo cuanto que se les ha dado mayor importancia de la que en realidad les corresponde.

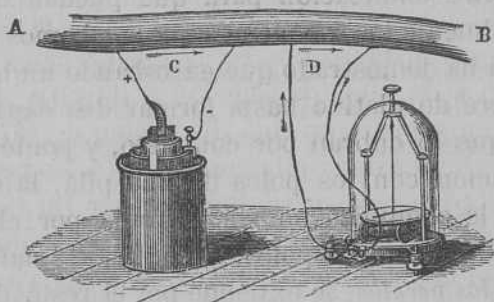
Por de pronto, se observa que los nervios son malos conductores de la electricidad; así es que, aun cuando las corrientes débiles desvían la aguja del galvanómetro si los conductores son metálicos, no producen este efecto si forma parte del círculo conductor una porcion de nervio, necesitándose en este caso que las corrientes sean mucho mas fuertes para que el galvanómetro señale su presencia. Comparando la conductibilidad del tejido nervioso con la de los demás de la economía, se vé que es igual á la de los tendones y muy inferior á la de los músculos; si esta comparacion se hace con relacion á los conductores físicos, se observa que el nervio se halla, con corta diferencia, en la misma categoría que los cordones de hilo, de algodón ó de otra sustancia parecida, empapados en una disolucion de sal comun.

Las corrientes de la pila comunican á los nervios un estado eléctrico particular, llamado por Du Bois-Reymond *estado electro-tónico*, y como, segun se supone, no producen el mismo efecto cuando obran sobre un conductor físico cualquiera ó sobre los nervios que han perdido su excitabilidad, se atribuye este fenómeno á una *especialidad* en la manera de obrar de las corrientes eléctricas sobre los nervios vivos. Veamos en qué consiste este estado electro-tónico.

Si aplicamos los dos polos de una pila á dos puntos de un conductor físico, como por ejemplo, un cordon empapado en agua salada, la corriente comunicada por la pila no pasa del espacio comprendido entre sus dos polos; así es que, si ponemos en relacion los hilos de un galvanómetro con otros dos puntos del mismo cordon separados de los primeros, la aguja de este aparato no experimenta la menor desviacion.

Si despues de observado este hecho se repite el mis-

mo experimento, con idénticas condiciones, pero sustituyendo el cordon empapado en agua con un tronco nervioso vivo, ó, lo que es igual, que no haya perdido su excitabilidad, la corriente eléctrica no se limita ya al espacio comprendido entre los polos, sino que atraviesa el nervio en toda su longitud, segun lo demuestra la instantánea desviacion que experimenta la aguja del galvanómetro. Pues bien; á esta propiedad, que solo poseen los nervios vivos, y de la que, segun asegura Du Bois-Reymond, no participa ningun otro tejido, es á la que se llama *fuerza electro-tónica*.

FIGURA 62.^a

A B tronco nervioso puesto en relación con una pila y con un galvanómetro. **C D** dirección de la corriente que traspasa los límites comprendidos entre los polos y que indica el estado electro-tónico.

Por medio de la fuerza electro-tónica explica Du Bois-Reymond el fenómeno designado con el nombre de *contracción muscular inducida*, y el que se conoce con el de *contracción paradógica*. Consiste el primero en que, si un tronco nervioso, electro-tonizado, como hemos visto en el experimento anterior, se pone en contacto con el nervio de una pata galvanoscópica, entra esta inmediatamente en contracción á consecuencia de la corriente que en ella se produce. Está reducido el segundo, á que

cuando un nervio se divide en dos ramas que van á distribuirse en músculos diferentes, basta que una de ellas adquiriera el estado electro-tónico por medio de la pila, para que se comuniquen también á la otra; de manera que no solo se contraen los músculos que están en relacion con la rama directamente excitada por la corriente, sino tambien los que corresponden á la otra que no ha sufrido, al menos directamente, la menor excitacion.

Á pesar de la importancia de los trabajos de Du Bois-Reymond, se nos figura que ni el estado electro-tónico es una propiedad exclusiva de los nervios, ni se necesita su electro-tonificacion para que puedan comprenderse fácilmente los fenómenos que acabamos de citar. Matteucci ha demostrado que enroscando un hilo sobre un alambre de platino hasta formar dos capas superpuestas que lo cubran por completo, y poniéndole en comunicacion con los polos de una pila, la corriente que esta le comunica no solo circula por el espacio comprendido entre los polos, sino que, *al igual de lo que sucede en los nervios*, se extiende por el resto del alambre hasta cincuenta ó sesenta centímetros de distancia. Dado este hecho, exclusivamente físico, y en el que no interviene para nada la vitalidad, no debe sorprendernos que la corriente de la pila aplicada á un nervio lo recorra en un espacio mas ó menos considerable, ni que esta corriente se transmita á otra rama del mismo nervio, como en los casos de contraccion paradógica, ó á otro nervio distinto que esté en comunicacion con el primero, como al de la pata galvanoscópica en el caso de contraccion muscular inducida, porque en último resultado, no se vé mas que un fenómeno de conductibilidad eléctrica; y precisamente porque los nervios no son buenos conductores, es por lo que se necesita que la corriente sea bastante fuerte, sin cuya circuns-

tancia no tienen lugar los hechos que acabamos de referir.

Se ha considerado tambien como una *particularidad* de la excitacion eléctrica, el que el dolor ó la contraccion que provoca; segun la clase de nervios á que se aplica, se manifieste solo en el momento en que la corriente empieza ó en el en que termina, y no durante todo el tiempo de su aplicacion; pero como la energía de la excitacion es proporcional al grado de tension eléctrica, y como esta tension es mucho mayor al cerrar ó al abrir el circúito que en el periodo en que la corriente es continua, durante el cual desaparece casi por completo, no es de extrañar que en este periodo sus efectos sean casi nulos. Así se observa que si la pila tiene una fuerte tension, por estar compuesta de gran número de pares, provoca el dolor ó la contraccion, no solo al establecerse ó al interrumpirse la corriente, sino aun despues de estar establecida.

De una causa análoga depende otra llamada *particularidad*, y que indudablemente está comprendida tambien en las reglas comunes de los efectos fisicos. Cuando los polos de la pila tocan los dos extremos del diámetro trasversal de un nervio, la corriente eléctrica no dispierta su excitabilidad motriz, y sin embargo, los efectos de la excitacion se manifiestan en seguida con solo colocar uno de los polos á mayor altura que el otro, para que de este modo la corriente sea oblicua ó longitudinal, en vez de ser trasversal. Esto depende de que la tension eléctrica disminuye á medida que aumenta el diámetro del conductor interpuesto, y como cuando la electricidad recorre el nervio longitudinalmente, el diámetro de este conductor, representado por la seccion trasversal del nervio, es mucho menor que cuando lo recorre en sentido horizontal, porque en este último caso el diámetro del conductor está representado por la seccion lon-

gitudinal del mismo nervio, es natural que las corrientes horizontales no produzcan casi ningun efecto, puesto que pierden su tension al atravesar el conductor nervioso por la parte que representa mayor diámetro.

Si se tiene en cuenta, por otra parte, segun resulta de los experimentos de M. Chaveau, confirmados tambien por Baierlacher y Fick, que el polo negativo ejerce una influencia excitadora mucho mas enérgica que el positivo,—probablemente porque los productos de la accion electrolítica son alcalinos cerca del primero y ácidos en la proximidad del segundo, y porque las disoluciones alcalinas aumentan la excitabilidad de los nervios mientras que las ácidas la disminuyen,—se comprenderán otros fenómenos, que sin esta circunstancia hubieran sido inexplicables. Así, por ejemplo, si un nervio fresco manifiesta su accion excito-motora sobre los músculos en que se distribuye, lo mismo si se emplea una corriente ascendente que descendente, consiste en que siendo igualmente excitable en todos los puntos de su extension el *nervio fresco*, cualquiera que sea el sitio á que corresponda el polo negativo le estimula lo bastante para que los efectos de la excitacion sean perceptibles.

Si un nervio que no está completamente fresco, solo manifiesta su accion excito-motriz cuando la corriente es descendente, consiste en que la excitabilidad de los nervios, *no siendo frescos*, disminuye del centro á la periferia, y como en las corrientes descendentes el polo negativo corresponde á la periferia del nervio, que es excitable todavia, siente el estímulo, mientras que en la corriente ascendente no lo puede sentir porque el polo negativo corresponde á un punto en que el nervio ha perdido ya su excitabilidad.

Un nervio magullado con unas pinzas en un punto comprendido entre los dos polos de la pila no pierde su conductibilidad para la corriente, pero se interrumpe su

accion excito-motora cuando se le estimula por encima del punto magullado; así es que, hay contraccion si la corriente es descendente, es decir, si el polo negativo está debajo del magullamiento, y no la hay en el caso contrario.

Una de las circunstancias que mas contribuyen á que varíe el efecto producido por la excitacion eléctrica, es la mayor ó menor fuerza de la corriente, y aunque es muy difícil ó tal vez imposible comprender en una regla general los diferentes resultados que por este medio se pueden obtener, Pflüger ha intentado condensar los referentes á la excitacion motriz en una fórmula á la que dá el nombre de *ley de contraccion*, representada en el siguiente cuadro:

FUERZA de la corriente.	CORRIENTE ASCENDENTE.	CORRIENTE DESCENDENTE.
Corriente fuerte.	Al establecer el circuito, reposo. Al interrumpirle, contraccion.	Al establecer el circuito, contraccion. Al interrumpirle, reposo.
Corriente regular.	Al establecer el circuito, contraccion. Al interrumpirle, contraccion.	Al establecer el circuito, contraccion. Al interrumpirle, contraccion.
Corriente débil.	Al establecer el circuito, contraccion. Al interrumpirle, reposo.	Al establecer el circuito, contraccion. Al interrumpirle, reposo.

Es casi inútil advertir que, aunque en las indicaciones que preceden nos hemos referido á las pilas de corriente continua, pueden emplearse tambien como excitantes del sistema nervioso, lo mismo la electricidad estática obtenida con la máquina eléctrica, la botella de Leyden ú otros condensadores, que las corrientes intermitentes ó las de induccion. Los efectos son análogos en todos estos casos, y para el exámen de las diferencias de detalle que se observan en su accion, segun

cuáles sean los aparatos empleados, los órganos ó tejidos á que se aplican, el mayor ó menor tiempo que funcionan y las demás condiciones que cambian ó modifican su influencia, recomendamos el estudio de las obras especiales.

§ 94.

Clasificación de las fibras nerviosas con arreglo á las funciones que desempeñan.—Los nervios puestos en actividad por la acción de los excitantes, entran en ejercicio para desempeñar las funciones de que se hallan encargados, y lo primero que se observa es que no todos tienen el mismo destino en la organización. Examinados de una manera general, se vé desde luego que hay en ellos una *especie de corriente*, que en unos casos puede llamarse *centrípeta*, porque se dirige desde los órganos hácia los centros nerviosos, como sucede á los nervios sensitivos que reciben las impresiones en su extremidad periférica y las transmiten al cerebro, donde tiene lugar la percepción; y en otros *centrífuga*, porque se dirige desde los centros nerviosos hácia los órganos, como sucede á los nervios motores, que reciben en su extremidad central la excitación motriz determinada por la voluntad y la comunican á los músculos, donde tiene lugar la contracción. No cabe la menor duda de que esta transmisión se efectúa de la manera que acabamos de indicar, porque si se corta un nervio motor, quedan completamente paralizados los músculos en que se distribuye; si es un nervio sensitivo el que se corta, pierde la sensibilidad el tejido en que terminan sus filetes, y si es un nervio mixto, desaparecen al mismo tiempo la sensibilidad y el movimiento voluntario.

Conviene tener presente, sin embargo, que las propiedades centrípetas ó centrífugas de los nervios no de-

penden tanto de su constitucion, que es igual en los unos y en los otros, como de la naturaleza de los tejidos en que terminan sus extremidades. Así es que, si se corta el nervio lingual y el extremo que comunica con el cerebro se une á la parte del hipo-gloso, tambien cortado, que comunica con la lengua, cuando al cabo de algunas semanas se reunen estos dos nervios por una cicatriz, resulta que el lingual, que antes era sensitivo, provoca movimientos en la lengua si se le excita encima del punto de union, de modo que se ha convertido en centrífugo ó motor, y el hipo-gloso, que era motor, causa dolor si se le estimula debajo de la cicatriz, de manera que se ha trasformado en centripeto ó sensitivo. Por lo demás, desconocemos por completo el mecanismo de esa *conduccion*.

Se sostiene por algunos que el agente de la accion nerviosa es un flúido análogo ó idéntico á la electricidad; pero ya hemos visto que los nervios son malos conductores de este flúido; que no hay en ellos verdaderas corrientes eléctricas, puesto que las que se perciben cuando están en reposo, además de ser extraordinariamente débiles y de observarse tambien en los músculos y otros tejidos, desaparecen ó se neutralizan cuando están en actividad, y que no hay en nuestro organismo ningun otro aparato que desarrolle corrientes de este género, ya que los observadores mas hábiles no han podido descubrirlas ni aun con el auxilio de los mas sensibles instrumentos. Si á esto se añade que la ligadura ó el magullamiento de los nervios no impiden el paso de las corrientes eléctricas, y, sin embargo, *interrumpen por completo el de la accion nerviosa*, y que mientras la velocidad de la primera de estas corrientes, es, segun Wheatstone, de quinientos millones de metros por segundo, solo llega la de la segunda á unos treinta y dos metros en el mismo tiempo, preciso será convenir

en que, á pesar de las analogías que existen entre unos y otros fenómenos, en el estado actual de la ciencia no pueden atribuirse á las mismas causas. Como la suposicion de que hay un líquido que circula en el interior de los tubos á la manera de la sangre no es mas aceptable, y como tampoco puede admitirse que los nervios entren en vibracion como si fueran cuerdas mas ó menos tirantes, etc., etc., vale mas confesar que la fuerza de accion nerviosa es todavía uno de los misterios del organismo.

De cualquier modo que sea, las fibras nerviosas pueden clasificarse, con arreglo á la funcion que desempeñan, en tres grupos: fibras de conduccion *centrípeta*, fibras de conduccion *centrífuga* y fibras *intercentrales*.

Las primeras, ó fibras de conduccion centripeta, se subdividen en *sensitivas* y *reflejas*. Las sensitivas corresponden, por su extremidad periférica, á los órganos de los sentidos, y por la central, á las células ganglionales sensitivas destinadas á recibir las impresiones y aun á conservarlas por un tiempo mas ó menos largo, sin cuya facultad seria imposible la memoria; las reflejas trasmiten las excitaciones periféricas á las células motrices en que terminan y, sin que sean percibidas, las comunican á las fibras centrifugas, dando lugar á movimientos en los que no interviene la voluntad.

Las fibras de conduccion centrífuga se subdividen en *motoras*, *secretorias* y *tróficas*. Las motoras corresponden por su extremidad periférica á una fibra muscular ó á otro de los elementos contractiles de que hemos hablado anteriormente; las secretorias están en relacion por su periferia con los elementos glandulares, contribuyendo á la mayor actividad de las secreciones, y las tróficas se dirigen á los parénquimas para dirigir los fenómenos nutritivos. No está, sin embargo, demos-

trada la existencia de estas dos últimas clases de fibras, y lo mas probable es que no existan en realidad, porque ya hemos visto que ni la nutricion ni las secreciones dependen directamente del sistema nervioso, cuya influencia está limitada á modificar la circulacion por medio de los nervios vaso-motores.

Las fibras intercentrales son aquellas que unen entre sí dos ó mas células ganglionales, y aunque su número es muy considerable, lo mismo en el cerebro que en la médula y en el gran simpático, sus funciones son todavía poco conocidas.

Las fibras nerviosas, destinadas á una misma parte del cuerpo, ya sean centrípetas ó centrífugas, forman un tronco comun y se dirigen reunidas, pero sin confundirse, hasta llegar á su destino, donde se separan, constituyendo pequeños ramos, cada uno de los cuales solo contiene fibras del mismo género. En los nervios craneales es menos frecuente la reunion de fibras de distinta naturaleza, así es que la mayor parte de ellos son ya desde su origen ó sensitivos ó motores.

CAPÍTULO II.

Fisiologia especial del sistema nervioso.

§ 95.

Funciones de los nervios de la médula espinal.—Estos nervios tienen su origen en las partes laterales de la médula espinal por medio de dos raices, una anterior y otra posterior, que convergen hácia el agujero de conjuncion, en cuya proximidad se reunen formando un tronco comun. El tronco del lado derecho y el del lado

izquierdo constituyen lo que se llama un *par*, y el número de pares es de treinta y uno; ocho cervicales, doce dorsales, cinco lumbares y seis sacros.

Las raíces anteriores son centrifugas y en su mayor parte motoras; las posteriores son centripetas y de consiguiente sensitivas; así es que si se cortan todas las raíces anteriores del lado derecho, se paralizan los músculos correspondientes al mismo lado; si se cortan las raíces posteriores, se pierde la sensibilidad; si se cortan á la vez las anteriores y las posteriores, desaparece la sensibilidad y el movimiento, y si se cortan las raíces anteriores del lado derecho y las posteriores del izquierdo, la mitad derecha conserva la sensibilidad, pero sin movimiento, y la izquierda conserva el movimiento, pero sin sensibilidad. Teniendo ahora en cuenta que las raíces anteriores y posteriores de cada lado son las que forman los diferentes troncos que tienen su origen en la médula espinal, es fácil deducir que estos troncos han de ser sensitivos y motores á la vez, de consiguiente nervios mixtos, y esto es lo que sucede en realidad.

En cuanto á las funciones que desempeñan los nervios espinales, no es tampoco difícil indicarlas de una manera general. Entre las fibras centrifugas que contienen, unas son motoras, se distribuyen en todos los músculos estriados del tronco y de las extremidades, y están destinadas á transmitirles la incitacion motriz que necesitan para los movimientos voluntarios; otras son *vaso-motoras*, y despues de ponerse en comunicacion con el simpático, se distribuyen en la mayor parte de las arterias del cuerpo, contribuyendo, segun los casos, al aumento ó á la disminucion del calibre de estos vasos; otras son *secretorias* ó *tróficas*, y aunque su existencia no está demostrada, se sospecha que intervienen en las secreciones y en el movimiento nutritivo

de los órganos periféricos en que terminan. Las fibras centripetas de los mismos nervios son sensitivas ó reflejas; y como se distribuyen en toda la superficie del cuerpo, excepto en las regiones anteriores de la cabeza animadas por el trigémino, á ellas se debe la sensibilidad de que esa superficie está dotada y los movimientos reflejos que en determinados casos pueden presentarse.

Si se corta la raíz motora de un nervio se altera la extremidad periférica del mismo sin que se note ningun trastorno en la extremidad central, sin duda porque conserva todavía sus relaciones con la médula que debe ser su centro trófico. Si se corta una raíz sensitiva, entre la médula y el gánglio que cada raíz posterior presenta en su trayecto un poco antes de reunirse con la raíz anterior, la extremidad periférica ó la que conserva sus relaciones con el gánglio es la que no experimenta alteracion alguna, mientras que la extremidad correspondiente á la médula se desorganiza; lo que ha hecho creer á Waller que los gánglios de las raíces posteriores son los centros tróficos de los nervios sensitivos.

§ 96.

Funciones de la médula espinal.—La médula contenida en el canal vertebral ó raquídeo y en comunicacion, por una parte, con los nervios espinales y los del gran simpático, y por otra, con el cerebro, desempeña dos funciones diferentes: en primer lugar, sirve de conductor para las impresiones trasmitidas por los nervios sensitivos, á fin de que puedan llegar hasta los centros de percepcion, y para las incitaciones motrices que desde el cerebro se dirigen á los músculos; y en segundo, obra como centro de inervacion, con independencia del

cerebro, regulando por sí sola algunos movimientos automáticos y reflejos.

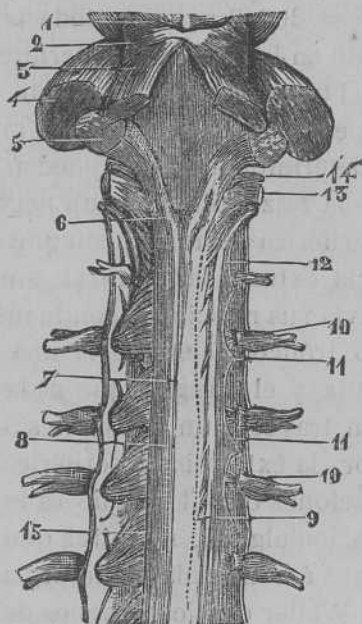


FIGURA 63.^a

Cara posterior de la protuberancia, del bulbo y de la porcion cervical de la médula espinal.

1 *tubérculos cuadrigéminos posteriores*. 2 *cinta de Reil*. 3 *pedúnculo cerebeloso superior*. 4 *corte del pedúnculo cerebeloso medio*. 5 *corte del pedúnculo cerebeloso inferior*. 6 *pirámide posterior ó abultamiento mamelonado del bulbo*. 7 *cordón intermediario posterior de la médula*. 8 *cordón posterior de la médula*. 9 *surco colateral posterior formado por una série de puntos que corresponden á la implantacion de cada una de las raíces posteriores de los nervios raquídeos*. 10 *gánglios situados en el trayecto de las raíces posteriores*. 11, 11 *ligamento dentado*. 12 *nervio espinal*. 13 *nervio pneumo-gástrico*. 14 *nervio glosa-faríngeo*. 15 *raíces posteriores de los nervios raquídeos*.

Que la médula obra como agente conductor, se demuestra cortándola trasversalmente en cualquiera de los puntos de su extension. Desde el momento en que este corte se efectúa, las partes del organismo que reci-

ben sus nervios de la porcion de la médula situada por debajo de la lesion, pierden la sensibilidad y el movimiento voluntario, de manera que ni las impresiones son ya sentidas ni el influjo de la voluntad es suficiente para que los músculos entren en contraccion. Que la médula obra como centro de inervacion y que tiene bajo su dependencia algunos movimientos reflejos, se demuestra tambien por un procedimiento muy sencillo.

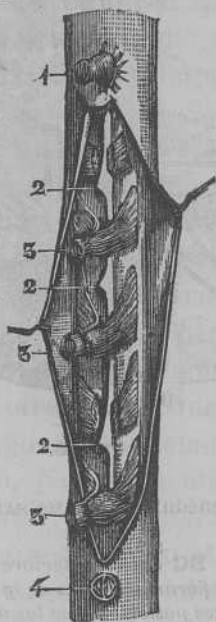


FIGURA 64.^a

Cara lateral de la médula.

1 nervio raquídeo atravesando la dura-madre, cuya membrana presenta por encima una abertura cuyos bordes están separados por medio de pequeñas erinas. **2, 2, 2** digitaciones del ligamento dentado situado entre las raíces anteriores y posteriores de los nervios espinales. **3, 3, 3** nervios raquídeos con sus raíces y sus gánglios. **4** corte de un nervio raquídeo al tiempo de atravesar la dura-madre. En esta ligadura se observan las raíces de los nervios que han sido cortados para descubrir el ligamento dentado.

Si se decapita á un animal de sangre fria y se estimula fuertemente una de sus extremidades, pellizcándola, por

ejemplo, con los dientes de unas pinzas, la pata excitada se contrae, observándose también en muchos casos movimientos convulsivos en las demás extremidades torácicas ó abdominales.

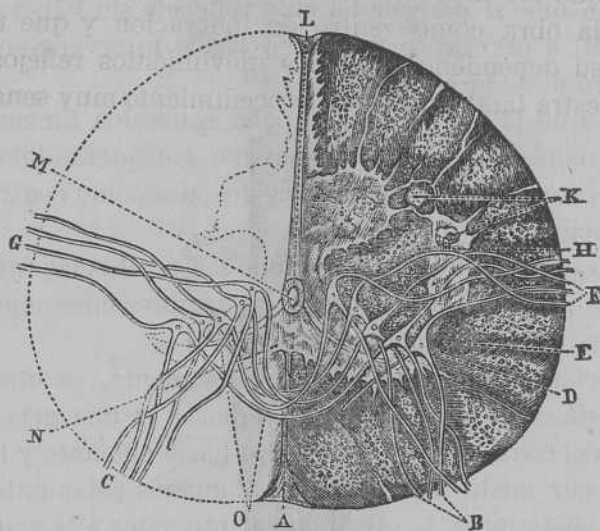


FIGURA 65.ª

Corte trasversal de la médula del SALMO SALAR, según Owsjonikow.

A comisura anterior. **BC** raíces anteriores de los nervios raquídeos. **D** células ganglionares. **E** fibras nerviosas de la sustancia blanca, cortadas transversalmente. **FG** raíces posteriores de los nervios raquídeos. **H** tejido conjuntivo. **K** vasos sanguíneos cortados transversalmente. **L** comisura posterior. **M** conducto central revestido de epitelio. **N** tejido conjuntivo que rodea el conducto central y envía prolongaciones a las comisuras anterior y posterior. **O** fibras comisurales.

Ahora, como la impresión provocada por las pinzas no puede llegar hasta el cerebro, puesto que el animal está decapitado, y como este órgano no puede transmitir tampoco la incitación motora que los músculos necesitan para entrar en contracción, es evidente que el estímulo producido por las pinzas se dirige por las fibras sensitivas a la médula, y que en este punto y por una

accion propia de la misma médula, la corriente centripeta se refleja, por decirlo así, y se trasforma en corriente centrifuga, dando lugar á los movimientos que se observan, llamados *reflejos*, porque dependen de una impresion que al parecer ha sido reflejada sin haber sido sentida, y porque se producen sin la intervencion del cerebro ni de la voluntad.

Ya que la médula desempeña estas dos funciones, procuremos explicar su mecanismo, considerándola primero como órgano conductor y despues como centro de inervacion.

Para comprender hasta donde sea posible las funciones de la médula, se necesita tener presentes algunos detalles referentes á su estructura.

Cortando este órgano transversalmente, se observa que está compuesto de dos sustancias: la una gris, que ocupa el centro y que se prolonga hácia adelante y hácia atrás por medio de apéndices llamados astas anteriores y posteriores; la otra blanca, que rodea á la primera y en la que se distinguen—lo mismo en el lado derecho que en el izquierdo, perfectamente simétricos,—tres cordones, uno anterior, otro lateral y otro posterior: entre los dos primeros se hallan el asta anterior de la sustancia gris y las raíces anteriores de los nervios raquídeos que penetran en la misma, y entre el cordon posterior y el lateral se encuentran el asta posterior y las raíces posteriores de los indicados nervios. La sustancia blanca está formada: primero: de fibras de las raíces nerviosas que la atraviesan horizontalmente hasta penetrar en la sustancia gris; segundo, de fibras verticales, que nacen tambien en la sustancia gris y se dirigen en sentido longitudinal hácia el cerebro, y tercero, de una sustancia amorfa llamada *nevroglia*, que sirve de medio de union á las unas y á las otras. La sustancia gris se compone de células ganglionales y de una masa gris

homogénea, entrecortada por cilindro-ejes que se cruzan en todas direcciones.

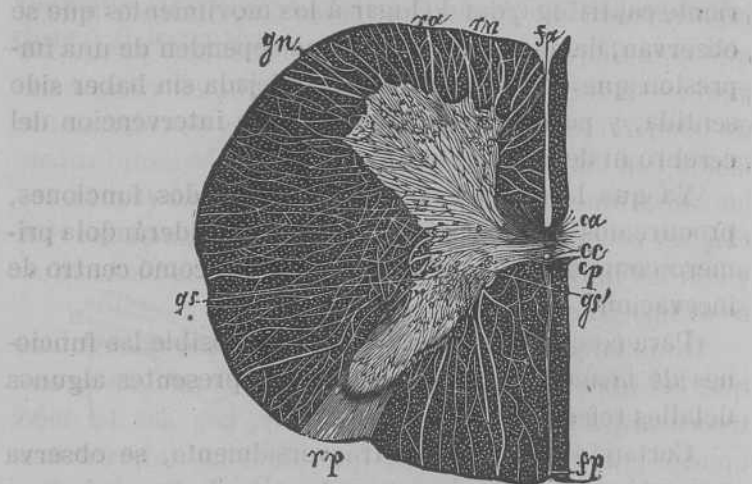


FIGURA 66.ª

Mitad de un corte trasversal de la médula espinal en la región cervical, según Virchow.

fa surco medio anterior. *fp* surco medio posterior. *cc* conducto central de la médula. *ca* comisura anterior. *cp* comisura posterior. *ra* raíces anteriores. *rp* raíces posteriores, atravesando la sustancia gelatinosa de Rolando antes de llegar al asta posterior. *gn* porción de células motrices en las astas anteriores. *gs* células sensitivas del asta posterior. *gs'* células simpáticas. *rn* masa punteada que representa la sección de la sustancia blanca.

Lo mas digno de notarse en la disposición anatómica que acabamos de indicar es, que las raíces anteriores y posteriores de los nervios raquídeos no se dirigen hacia el cerebro cuando penetran en la médula, sino que la atraviesan horizontalmente hasta ponerse en comunicacion con las células ganglionales de la sustancia gris, donde, al parecer, terminan; que las fibras longitudinales de sustancia blanca, que son las que se dirigen al cerebro y las que forman los cordones anteriores, late-

rales y posteriores de la médula, comunican tambien con las indicadas células, y por último, que hay otro gran número de fibras que ponen en relacion y hacen que comuniquen entre sí unas células con otras. De aquí se deduce que cada célula ganglional viene á ser un pequeño centro nervioso que, además de estar en relacion con los demás centros de su clase, comunica con las raíces anteriores ó motoras de los nervios raquídeos, con las posteriores ó sensitivas de los mismos nervios y con las fibras longitudinales de sustancia blanca que se dirigen al cerebro.

Tambien admite la generalidad de los anatómicos que las fibras de la mitad derecha de la médula se entrecruzan, á nivel de las comisuras, con las del lado opuesto; y de consiguiente que tanto las impresiones como la accion excito-motora se transmiten de una manera cruzada. La experimentacion fisiológica no ha podido llegar, con respecto á este punto, á resultados positivos. Así se vé que, excitando un solo lado de la médula, se determina una impresion dolorosa y movimientos involuntarios en el lado excitado; y á la vez estos movimientos y estas impresiones dolorosas se propagan tambien, aunque debilitadas, al lado opuesto. De manera que es difícil determinar si hay un verdadero entrecruzamiento, y, en caso afirmativo, si es general ó parcial.

Basta indicar esta disposicion anatómica,—en la que tampoco podemos tener una seguridad completa porque es el resultado de investigaciones microscópicas muy difíciles de efectuar y en las que no están conformes todos los observadores,—para que se comprenda el inmenso número de dificultades que es preciso vencer á fin de descubrir la funcion que desempeña cada una de las partes que componen este intrincado laberinto. Hé aquí, sin embargo, lo que parece mas probable y lo que admite en el día la generalidad de los fisiólogos:

Primero: la sustancia propia de la médula es *inexcitable*, de manera que ni los agentes físicos ni químicos producen en ella el menor efecto, con tal que no obren sobre las raíces de los nervios raquídeos que la atraviesan en dirección horizontal. Las únicas fibras que parecen exceptuarse de esta regla son las que proceden del centro vaso-motor, porque la excitación de la médula ocasiona el angostamiento del calibre de las arterias debajo del punto excitado.

Segundo: las raíces posteriores de los nervios raquídeos conservan su sensibilidad en el espesor de la médula hasta ponerse en contacto con las células ganglionales de la sustancia gris. Las fibras longitudinales que salen de este punto en dirección del cerebro ya no son sensibles.

Tercero: las raíces anteriores de los nervios raquídeos conservan su propiedad excito-motora en el espesor de la médula hasta llegar á las células ganglionales de la sustancia gris, con las que también comunican; pero las fibras longitudinales que desde el cerebro se dirigen á este punto ya no son excito-motoras.

Cuarto: los cordones posteriores de la médula dan señales de sensibilidad, pero la deben á las raíces posteriores de los nervios raquídeos que los atraviesan al dirigirse á la sustancia gris. También los cordones anteriores parecen excito-motores, y los laterales excito-motores y sensitivos á la vez; pero esto depende, lo mismo que en el caso anterior, de la clase de raicillas nerviosas que los atraviesan.

Quinto: la médula, aunque inexcitable, al menos con los agentes de que podemos disponer, es el conductor de las impresiones sensitivas que desde los órganos se transmiten al cerebro y de las incitaciones motrices que desde el cerebro se dirigen á las fibras musculares; pero para esto es preciso que los nervios sensitivos y motores

se hallen en comunicacion con las células ganglionales de la sustancia gris.

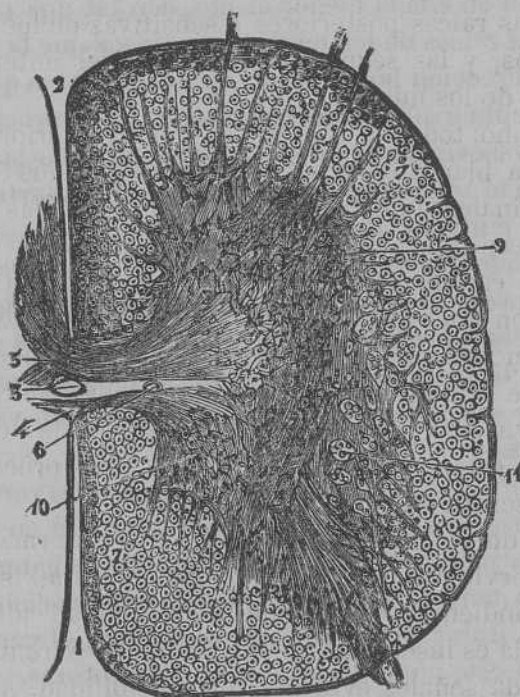


FIGURA 67.^a

Corte horizontal de la médula espinal al nivel de la region lumbar, segun M. Luys.

1 surco medio posterior. 2 surco medio anterior. 3 corte del epidermis. 4 comisura posterior. 5 manjo de tubos nerviosos que concurre á formar la comisura anterior. Estos tubos, procedentes del lado izquierdo, se pierden en las células 9 del asta anterior del lado derecho. 6 vaso dividido. 7 todos los puntos negros rodeados de un círculo indican los tubos nerviosos cortados. 8 tubos nerviosos de las raíces posteriores en continuidad con las células gelatinosas del asta posterior. 9 células motrices del asta anterior formando red por sus anastómosis. 10 células especiales recibiendo una parte de las raíces posteriores de los nervios y reunidas á las del lado opuesto por tubos nerviosos trasversales. 4-11 manjo de tubos nerviosos rodeados por la sustancia gris.

Sexto: las células ganglionales de las astas posteriores de la sustancia gris son preferentemente sensitivas,

y las de las astas anteriores preferentemente motoras, porque las primeras están en comunicacion mas directa con las raíces posteriores ó sensitivas de los nervios raquídeos, y las segundas con las raíces anteriores ó motoras de los mismos.

Séptimo: toda vez que los cordones posteriores de la sustancia blanca de la médula están formados de fibras longitudinales que tienen su origen en células sensitivas, parece que han de estar preferentemente destinados á la conduccion de las impresiones sensitivas. Por una razon análoga, los cordones anteriores deben ser los conductores de las incitaciones motrices, puesto que nacen de células motoras, y los cordones laterales deben servir para las conducciones centrípetas y centrifugas, por estar compuestos de fibras que proceden de células sensitivas y de células motoras.

Cuando se corta á un animal vivo una raíz motora de un nervio raquídeo dejando intacta la raíz sensitiva correspondiente, se nota que la extremidad adherida á la médula es insensible, mientras que la extremidad periférica dá señales evidentes de sensibilidad. Á este fenómeno se le ha dado el nombre de *sensibilidad recurrente*, y parece depender de que las raíces motrices reciben algunas fibras sensitivas de las raíces posteriores. Por eso cuando se cortan tambien estas, desaparece la sensibilidad en las primeras.

Suponiendo exactos estos datos, las impresiones se transmitirían desde las diferentes partes del cuerpo hasta las células ganglionales de la sustancia gris, por los nervios sensitivos, y desde este punto hasta el cerebro, por los cordones posteriores de la médula. Á su vez, las incitaciones motrices se dirigirían desde el cerebro hasta las células ganglionales por los cordones anteriores y acaso tambien por los laterales, y desde este punto hasta los músculos por las raíces motoras de los

nervios raquídeos. Pero, ¿de qué medios se vale la naturaleza para que cada impresion se comuniqué aislada y separadamente por entre ese inmenso número de fibras que se entrecruzan en todas direcciones, de modo que no se confundan las unas con las otras y que puedan localizarse, distinguiendo el sitio en que cada una de ellas ha tenido origen? Y ¿en qué consiste que las incitaciones motrices se comuniquen también única y exclusivamente á las células motoras que conviene poner en actividad en cada uno de los movimientos voluntarios, permaneciendo pasivas todas las demás? Preciso es confesar que estos misterios tardarán mucho tiempo en descifrarse.

Las mismas dificultades ocurren cuando se examinan las funciones de la médula como centro de inervación y cuando se pretende explicar el mecanismo de los movimientos reflejos que por su influencia se producen.

Dada la disposición particular de las fibras de la médula, se comprende la posibilidad de que las impresiones de los nervios sensitivos no suban siempre hasta el cerebro y de que al llegar á la sustancia gris ó, lo que es igual, á las células nerviosas, se trasformen en incitaciones motoras. Parece, en efecto, como si la corriente centripeta encontrara algun obstáculo á su paso, y como si, no pudiendo retroceder ni ir adelante, se desbordara en las fibras centrifugas, dando de este modo lugar á la contracción de los músculos en que estas fibras se terminan.

Los fenómenos reflejos, sin embargo, pueden ser de especie muy distinta. En unos casos, están caracterizados por contracciones irregulares que comprenden una circunscripción muscular mas ó menos extensa, y aun todo el cuerpo si el estímulo es muy fuerte, como cuando se pellizca con las pinzas la extremidad abdominal

de una rana á la que se ha cortado la cabeza, y sobrevienen movimientos semi-tetánicos, irregulares y sin objeto determinado en los músculos de las demás extremidades; ó como sucede en el tétanos traumático; en el que procede del reumatismo; en la hidrofobia; en el envenenamiento por la estrignina, etc. En otros casos, los movimientos reflejos son regulares, coordinados y análogos á los dirigidos por la voluntad, como cuando la rana decapitada se sienta ó aparta con su pata el instrumento con que se la hiere; ó como cuando, estando dormidos y con los órganos cerebrales en reposo, ejecutamos movimientos inconscientes con uno ó con otro objeto; ó como cuando, estando despiertos, se ponen en accion los músculos *voluntarios* para toser, para estornudar, para respirar, para preservarnos de un peligro, etc., etc., *con independencia completa de la voluntad*. En otros casos, por último, los actos reflejos se manifiestan exclusivamente en los músculos de la vida orgánica, dando lugar á esos fenómenos llamados simpáticos, que demuestran las relaciones que existen entre las diversas partes de un órgano ó de un tejido, como cuando el estímulo producido por la ingurgitacion del útero, reaccionando sobre las túnicas contractiles de los vasos, ocasiona en las mamas una ingurgitacion análoga, etc., etc.

Ahora bien, aun suponiendo que llegue á descubrirse algun dia la verdadera causa de que las corrientes nerviosas ascendentes queden detenidas en la mitad de su camino y la de que pasen, al llegar á la sustancia gris de los centros nerviosos, á las fibras centrifugas para convertirse en incitaciones motoras, ó tróficas, ó secretorias, ¿podrá explicarse en qué consiste el que la incitacion se limite en unos casos á un reducido número de fibras motoras, y en otros se extienda á casi la totalidad de las que se encuentran en la médula espinal?

¿Será posible descubrir el mecanismo de que se vale la naturaleza para que esas incitaciones reflejas, circunscritas ó extensas, produzcan en unos casos movimientos inconexos, y en otros, regulares, coordinados y armónicos, contribuyendo todos á un objeto comun? Grande adelanto seria para la ciencia el que esto se consiguiera, pero por hoy es preciso limitarse á consignar el fenómeno de los actos reflejos; á clasificarlos de la manera mas sencilla posible y á presentar algunas de las leyes que siguen en su manifestacion y que hasta ahora han podido conocerse. Los actos reflejos pueden dividirse en cuatro grupos, segun sean los conductores nerviosos que en ellos intervienen.

Corresponden al primero, todos aquellos en que solo toman parte filetes nerviosos de la médula espinal, lo mismo para la corriente centripeta que para la centrifuga; como sucede en los fenómenos de la deglucion, del estornudo, de la tos, de la marcha, etc.

Los reflejos del segundo grupo necesitan la intervencion de un nervio del sistema cefalo-raquídeo para transmitir la corriente centripeta ó sensitiva, y la de un nervio del sistema del gran simpático para la corriente centrifuga ó reflejada, que es lo que tiene lugar cuando aumenta la secrecion de la saliva, por ejemplo, al llegar los alimentos á la boca; ó cuando aumenta ó disminuye en determinados sitios la coloracion de la piel por la influencia de los nervios vaso-motores, etc.

En el tercer grupo se comprenden los reflejos que tienen por origen nervios del simpático, y por conductores de la excitacion reflejada nervios del eje cerebro-espinal; tales como las convulsiones provocadas por la presencia de lombrices en los intestinos, las convulsiones histéricas, etc.

Y corresponden al cuarto grupo los reflejos cuyos conductores son, lo mismo para la corriente centripeta

que para la centrifuga, filetes del gran simpático, como la secrecion de los jugos intestinales por ejemplo.

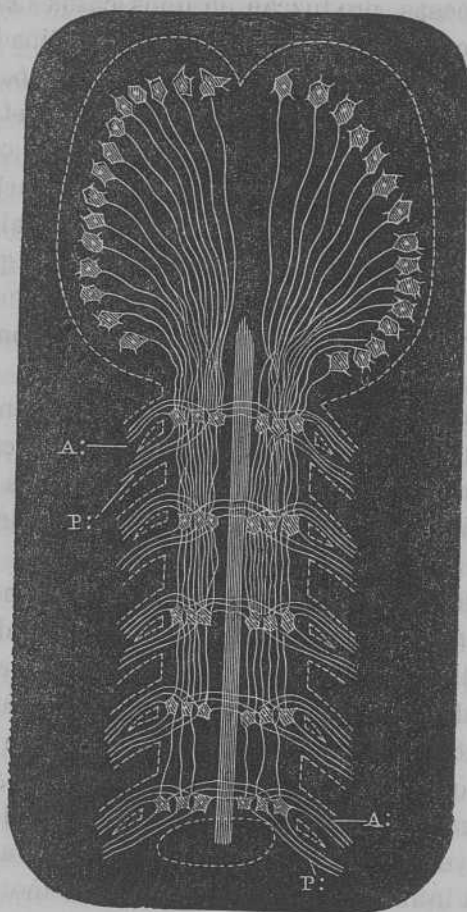


FIGURA 68.^a

Disposicion de las fibras de la médula espinal segun Leydig.

A raíces anteriores. **P** raíces posteriores. Se vé que una fibra sensitiva y una fibra motora concurren á una misma célula ganglional, de la cual nace una fibra que sube hácia el cerebro y una fibra comisural que se dirige de un lado á otro de la médula.

Pfluger, despues de repetidos experimentos en la rana, confirmados en los mamíferos por Chauveau, ha se-

ñalado cierto número de leyes á las cuales supone que están sujetos los fenómenos reflejos tanto en lo que se refiere á su intensidad como á las partes del organismo en que se presentan.

Llama á la primera de estas leyes *de la unilateralidad*; y segun ella, las excitaciones débiles producidas en la piel de una de las extremidades inferiores, por ejemplo, determinan un movimiento reflejo en los músculos de la misma extremidad; animados por los nervios motores que salen de la médula del mismo lado y á la misma altura que las fibras sensitivas excitadas.

Con arreglo á la segunda de estas leyes, llamada de *simetría*, si las excitaciones son algo mas intensas, no solo provocan los movimientos reflejos en la extremidad excitada, sino en puntos simétricos de la del lado opuesto.

Con arreglo á la tercera, llamada de *intensidad*, los movimientos reflejos simétricos de que acabamos de hablar, son siempre menos intensos que los que se presentan en la extremidad directamente estimulada.

La cuarta se llama *de irradiacion*, porque si el estímulo es todavía mas enérgico que en los casos anteriores, la excitacion motriz alcanza mayor número de fibras centrífugas, irradiándose hácia el bulbo y la protuberancia.

Y se llama la quinta de *generalizacion* porque cuando la excitacion es todavía mas enérgica y se propaga hasta el bulbo y la protuberancia, los movimientos reflejos se generalizan extendiéndose á toda la economía.

Generalmente se cree que la médula espinal ejerce una accion propia sobre los movimientos del corazon, teniendo así bajo su dependencia, por medio del gran simpático, lo mismo la circulacion que la mayor parte de los actos secretorios y nutritivos; pero no está demostrado que exista en la misma ningun centro automático, y todos los fenómenos que á ella se atribuyen

corresponden á la categoría de reflejos coordinados, algunos de los cuales se producen con tal regularidad y se hallan tan admirablemente dispuestos para el objeto que realizan que parecen dirigidos por la reflexion y la voluntad.

El poder reflejo de la médula es mas enérgico con el calor que con el frio; aumenta, aunque por cortísimo tiempo, cuando se la separa del encéfalo; y lo aumentan tambien algunos venenos, como la estricnina, la tebaina, la narcotina, etc., otras sustancias hay que moderan el poder reflejo de la médula como el ácido cianhídrico, el bromuro de potasio, la narceina y la morfina, etc.

§ 97.

Funciones de los nervios craneales.— Los nervios craneales pueden dividirse tambien en motores, sensitivos y mixtos: entre los sensitivos hay algunos de sensibilidad especial, como el óptico, el auditivo, etc.; los mixtos, aunque compuestos de fibras de distinto género en el conjunto del hacesillo que representan, cada uno de sus filetes aislados conserva su funcion especial. Los nervios craneales forman doce pares, que nacen de diferentes puntos del encéfalo, salen por los agujeros de la base del cráneo y desempeñan las funciones siguientes:

Primer par: *nervios olfatorios*; se ramifican en el órgano del olfato y están destinados á transmitir al cerebro las impresiones que reciben de las sustancias olorosas, ó de cualquier otro excitante, dando lugar á la sensacion de los olores.

Segundo par: *nervios ópticos*; terminan formando la retina, y su excitacion, transmitida á las partes del cerebro, sensibles á la luz, produce las sensaciones luminosas. Contienen, además, algunas fibras que excitan por accion refleja las del nervio *motor ocular comun*, contribuyendo á los movimientos del iris.

Tercer par: *motores oculares comunes*; se distribuyen en la mayor parte de los músculos del globo del ojo, dando movimiento al recto superior, recto inferior, recto interno, oblicuo menor, elevador del párpado superior, tensor de la coroides y circular de la pupila. Este último se mueve por accion refleja del nervio óptico. La destruccion del motor ocular comun ocasiona el prolapso del párpado superior, el estrabismo divergente, la dilatacion de la pupila y la falta de acomodacion del ojo para las distancias.

Cuarto par: *nervios paléticos*; designados con este nombre porque dan movimiento al músculo oblicuo mayor, cuya accion sobre el globo ocular es uno de los elementos principales de expresion de la fisonomía.

Quinto par: *nervios trigéminos ó trifaciales*; provienen de dos raíces, la una sensitiva, que contiene un gánglio como las raíces posteriores de la médula espinal, y la otra motora. Estos nervios forman á cada lado tres ramas, la maxilar inferior, compuesta de fibras sensitivas y motoras, y la oftálmica y la maxilar superior, compuestas solo de fibras sensitivas. Las fibras sensitivas se dirigen á todas las regiones de la cara y de la mitad anterior del cuero cabelludo, incluyendo los órganos de los sentidos, en cuyas funciones ejercen una influencia poderosa. Las fibras motoras dan movimiento á los músculos temporales, maseteros, pterigoideos internos y externos vientres anteriores de los digástricos, milohiódeos, peristafilinos externos y probablemente tambien al dilatador del iris. Se supone además que el trigémino dá fibras vaso-motoras á las arterias de la conjuntiva y del iris, fibras secretorias á las glándulas parótidas, lagrimales y submaxilares, y fibras tróficas al globo del ojo.

La existencia de fibras tróficas particulares se funda en que si se corta el trigémino en la cavidad craneana, el globo del ojo se inflama y se destruye, pero este fenó-

meno depende en nuestro concepto: primero, de que perdiendo el ojo su sensibilidad, queda expuesto á la influencia de los agentes externos que pueden provocar una irritacion mas ó menos viva, y segundo, de que destruidas las fibras vaso-motoras, la circulacion se modifica lo bastante para que el movimiento nutritivo no se ejerza con regularidad.

Sexto par: *nervios motores oculares externos*; dan movimiento al músculo recto externo de cada uno de los globos oculares. La seccion de este nervio ocasiona un estrabismo convergente, puesto que el músculo recto interno obra solo sobre el globo ocular y lo inclina hácia su lado. Es notable además que de los doce pares de nervios craneales se distribuyan tres en los músculos motores del globo del ojo.

Séptimo par: *nervios faciales*; la mayor parte de sus fibras son de conduccion centrifuga, ya motoras, que animan todos los músculos cutáneos del cuello y de la cara, ya secretorias, que se distribuyen en las glándulas salivales. Dá sin embargo el facial, antes de salir por el agujero estilo-mastoideo, un ramo bastante voluminoso llamado *cuerda del tambor*, que se distribuye en la membrana mucosa de la lengua y contribuye á la sensibilidad táctil de este órgano. Si fuera cierto, como asegura M. Vulpian, que la cuerda del tambor se distribuye en la glándula submaxilar y no proporciona ningun filete á la lengua, podria decirse que el facial no está compuesto de fibra alguna sensitiva.

La parálisis del facial deja al lado de la cara en que se distribuye completamente desprovisto de expresion, como si fuera de un cadáver, notándose el mas extraño contraste con el lado opuesto cuando el enfermo habla ó ríe, por el desacuerdo que se nota entre los dos lados de la fisonomía.

Octavo par: *nervios auditivos*; destinados á transmitir

al cerebro las impresiones que reciben en el oído interno, donde se distribuyen, dando lugar á la percepción de los sonidos.

Noveno par: *nervios gloso-faríngeos*; compuestos de un corto número de fibras motoras que animan algunos músculos de la faringe y del velo del paladar, y de fibras centripetas destinadas principalmente á transmitir al cerebro las impresiones del gusto.

Décimo y undécimo par: *nervios pneumo-gástricos y espinales*. El pneumo-gástrico y el espinal forman un nervio, compuesto de dos raíces, de las que, la una, correspondiente al pneumo-gástrico, casi no contiene mas que fibras centripetas, y la otra, correspondiente al espinal, centrífugas. Á pesar de la divergencia de opiniones que todavía existe en todo lo que se refiere al uso de estos nervios, se admite como lo mas probable que sus fibras centrífugas son de tres clases: motoras, secretorias y vaso-motoras; y las fibras centripetas de dos: sensitivas y de acción refleja.

Las fibras motoras animan los músculos del velo del paladar, de la faringe, de la laringe, de los brónquios, del exófago, del estómago, de los intestinos delgados y gruesos, del útero, y además, el trapecio y el externo cleido-mastoideo, dando al mismo tiempo fibras *moderadoras* para el movimiento del corazón; pero los movimientos que provoca son casi en su totalidad involuntarios, y los reflejos á que da lugar, inconscientes.

Las fibras secretorias se sospecha que se distribuyen en las glándulas de la membrana mucosa del estómago, y segun Bernard, en los riñones, porque la irritación del pneumo-gástrico aumenta la secreción de orina.

Las fibras vaso-motoras se cree que se distribuyen en los vasos del pulmón.

Las fibras sensitivas corresponden á todo el aparato respiratorio; al aparato digestivo desde el velo del pala-

dar hasta el piloro, y al corazón; pero conviene advertir que la sensibilidad que dá á estos órganos es una sensibilidad obtusa y no proporciona sino sensaciones vagas que no se pueden localizar con precisión.

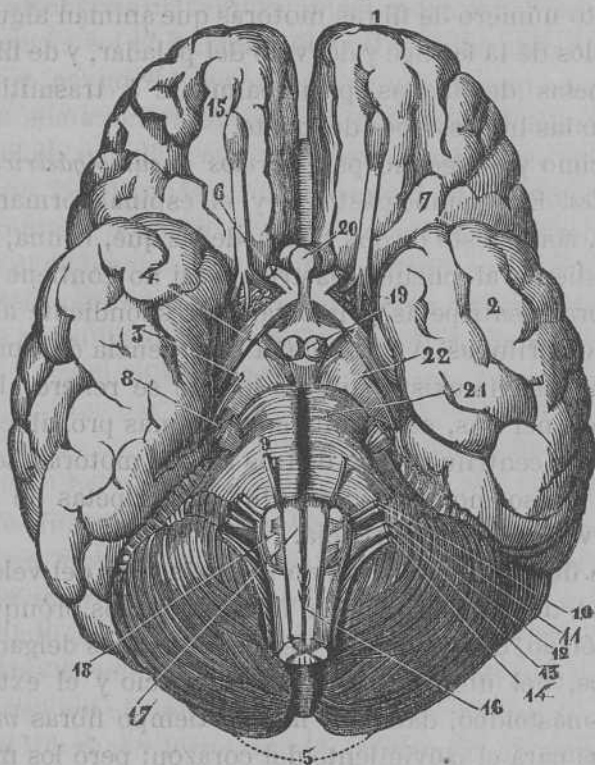


FIGURA 69.*

Cara inferior del encéfalo. Origen aparente de los nervios craneales.

1 lóbulo anterior. 2 lóbulo posterior. 3 nervio palético. 4 motor ocular común. 5 cisura interhemisférica del cerebelo. 6 óptico. 7 cisura de Sylvio. 8 trigémino. 9 motor ocular externa. 10 facial. 11 auditivo. 12 glosa-faríngeo. 13 pneumo-gástrico. 14 espinal. 15 olfatorio. 16 surco medio anterior del bulbo. 17 pirámide anterior. 18 hipogloso mayor. 19 tubérculos mamilares. 20 cuerpo y vástago pituitario. 21 protuberancia ó puente de varolio. 22 pedúnculo cerebral.

Las fibras de acción refleja pueden ser ó excitadoras de los movimientos inspiratorios ó moderadoras de los

misimos, y además, moderadoras del centro vaso-motor, y excitadoras de la secrecion salival y de la sustancia glucósica del hígado. Al ocuparnos de la circulacion, de la respiracion, de las secreciones, etc., hemos indicado ya los resultados experimentales que han servido de fundamento para admitir la multiplicidad de los efectos de inervacion que al pneumo-gástrico se atribuyen, y no es por lo mismo necesario que los reproduzcamos aqui. Conviene sin embargo recordar que al hablar de la palabra hemos visto los usos que desempeña el espinal como nervio de la fonacion y de la mímica, y esta razon fisiológica tal vez justificaria el que al espinal se le considerase como un nervio separado del pneumo-gástrico.

Duodécimo par: *nervios hipo-glosos*; destinados á dar movimiento á todos los músculos de la lengua.

§ 98.

Funciones de la médula oblongada.—La médula oblongada, continuacion inmediata de la médula espinal, transmite desde este punto al cerebro las impresiones sensitivas, y desde el cerebro á la médula las incitaciones motoras de la voluntad. Su parte anterior está formada, al parecer, por la continuacion de los cordones anteriores de la médula, y la posterior por la de los cordones posteriores, de modo que es lógico deducir que la parte anterior está destinada al movimiento y la posterior á la sensibilidad, con tanto mas motivo cuanto que los nervios que nacen del primero de estos puntos son sensitivos, y motores los que tienen su origen en el segundo. No hay, sin embargo, seguridad en ninguno de estos datos, porque las fibras forman una red tan complicada, que es casi imposible seguir su direccion. Segun el parecer mas admitido, los cordones ó hacesillos anteriores se entrecruzan de modo que su accion sobre los

nervios motores á que dan origen es cruzada, mientras que en los hacesillos posteriores es directa, porque sus fibras siguen la direccion regular.

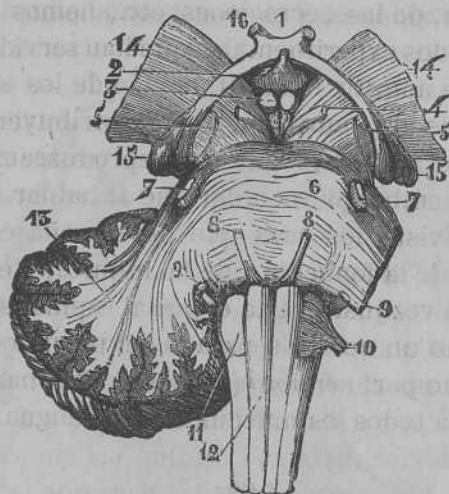


FIGURA 70.*

Médula oblongada.

1 chiasma de los nervios ópticos. 2 tuber cinéreo y tallo pituitario. 3 tubérculos mamilares. 4 motor ocular comun. 5, 5 patético. 6 protuberancia. 7 origen del trigémino. 8 motor ocular externo. 9, 9 auditivo. 10 hipo-gloso mayor. 11 oliva. 12 pirámide anterior del bulbo. 13 fibras del pedículo cerebeloso medio perdiéndose en la sustancia del cerebelo. 14 pedículo cerebral. 15 cuerpos geniculados pertenecientes al tálamo óptico. 16 nervio óptico.

El bulbo, además de obrar como agente conductor, ejerce funciones propias y tiene bajo su dependencia:

Primero, los movimientos respiratorios involuntarios. El foco central y el órgano regulador de estos movimientos reside en la parte del bulbo correspondiente á la punta del *calamus scriptorius*, junto al origen de los nervios pneumo-gástricos, y Flourens ha llamado á este punto *nudo vital* porque sus lesiones interrumpen inmediatamente la respiracion, ocasionando en los animales de sangre caliente una muerte instantánea.

Segundo, los movimientos del corazón. Según hemos dicho al hablar de la circulación, el corazón está sujeto á la influencia del pneumo-gástrico, destinado á moderar sus contracciones, y á la del gran simpático, que tiene por objeto acelerarlas. El foco moderador de donde el pneumo-gástrico recibe su influencia, se halla en el bulbo raquídeo; el foco acelerador de donde el gran simpático recibe la suya, no se sabe si reside en el mismo sitio ó en algun punto de la médula espinal.

Tercero, los movimientos de los músculos de las arterias. Aunque no todos los fisiólogos están de acuerdo, se admite generalmente que el centro vaso-motor tiene su asiento en la sustancia gris del bulbo raquídeo, de donde las fibras nerviosas se dirigen á la médula y al gran simpático para distribuirse al fin en los vasos arteriales. La circunstancia de que las emociones mas ó menos vivas basten por sí solas para que la fisonomía se ponga pálida ó encendida, indica la influencia que el cerebro ejerce en el centro vaso-motor.

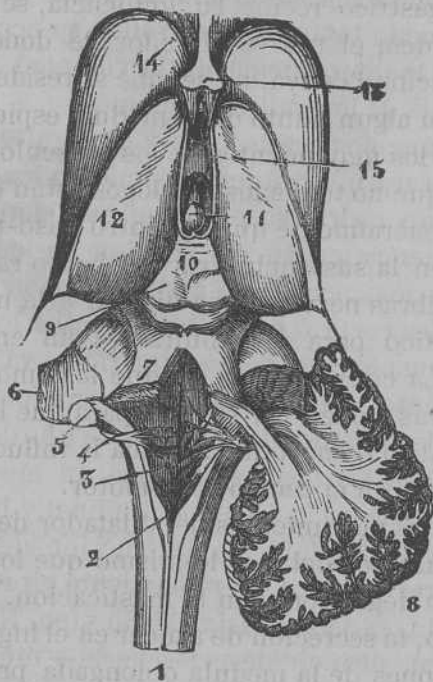
Cuarto, los movimientos del dilatador de la pupila y de otros músculos del ojo, lo mismo que los que intervienen en la deglución y en la masticación.

Y quinto, la secreción de azúcar en el hígado, puesto que las lesiones de la médula oblongada producen una abundante secreción de orina, con gran cantidad de glucosa, aunque tal vez podría esto depender de que, excitados por este medio los nervios vaso-motores, influyen consecutivamente en la circulación y en las secreciones.

§ 99.

Funciones de la protuberancia anular, de los pedúnculos cerebelosos y cerebrales, de los tubérculos cuadrigéminos, de los tálamos ópticos y de los cuerpos estriados.—

La protuberancia anular continuacion de la parte superior del bulbo raquídeo, transmite desde este punto al cerebro las impresiones sensitivas, y desde el cerebro al bulbo y á la médula las incitaciones motoras de la voluntad.

FIGURA 71.^a

Tálamos ópticos, cuerpos estriados, tercer ventriculo, protuberancia, bulbo y tubérculos quadrigéminos.

- 1 cuello del bulbo, 2 pirámides posteriores. 3 calamus scriptorius. 4 raíces posteriores del nervio auditivo formando la barba del calamus. 5 pedúnculo cerebeloso inferior. 6 pedúnculo cerebeloso medio. 7 pedúnculo cerebeloso superior. 8 lóbulo derecho del cerebelo. 9 tubérculos quadrigéminos. 10 glándula pineal invertida hácia delante. 11 tálamo óptico. 12 corte de los pilares anteriores del trígono. 13 cuerpo estriado. 14 pedúnculos anteriores de la glándula pineal.

Independientemente de su facultad conductora, ejerce por sí actos reflejos, determinando movimientos á

consecuencia de impresiones no sentidas. Además, según asegura Longet, es un centro de percepcion para las impresiones tactiles y el punto de partida de los movimientos de la locomocion, pero no está demostrado que pueda percibir las impresiones y convertirlas en verdadera sensacion sin el auxilio de los lóbulos cerebrales, ni puede tampoco desarrollar su accion excitomotora sin la intervencion de la voluntad y de consiguiente sin la de los indicados lóbulos.

Los pedúnculos cerebelosos y cerebrales están destinados á la trasmision del movimiento y de la sensibilidad; pero podria sospecharse que ejercen además alguna influencia en la coordinacion de los movimientos voluntarios, porque esta coordinacion desaparece cuando se les corta ó se les destruye. La lesion de uno de los pedúnculos cerebelosos inferiores vá seguida del encorvamiento del animal, cuyo cuerpo se inclina hácia el lado de la herida. El corte de uno de los pedúnculos cerebelosos medios ocasiona un movimiento de rotacion al rededor del eje longitudinal y hácia el lado del pedúnculo dividido. La destruccion de un pedúnculo cerebral produce un movimiento giratorio en sentido opuesto, es decir, hácia el lado sano. No es posible, sin embargo, deducir de estos hechos ninguna consecuencia positiva: en primer lugar, porque los experimentos no dan siempre idénticos resultados, y además, porque se prestan á gran número de interpretaciones diferentes, toda vez que no se sabe si los movimientos irregulares que en estos casos se producen dependen de que el órgano destruido es un verdadero centro nervioso cuya falta ocasiona la irregularidad, ó si es un simple agente conductor que, al dejar de funcionar, provoca análogos efectos.

Los tubérculos cuadrigéminos contribuyen eficazmente á la vision, no tanto porque sean el centro re-

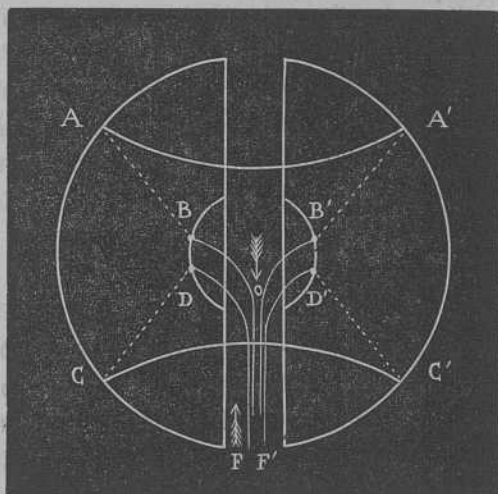
ceptor de las impresiones luminosas, ya que al fin y al cabo no pueden convertirse en verdaderas sensaciones sin la intervencion de los lóbulos cerebrales, sino porque, sirviendo, por decirlo así, de continuacion á los nervios ópticos, las trasmiten á los indicados lóbulos. Los tubérculos cuadrigéminos ejercen además una accion refleja incontestable sobre el iris, á la que se deben las contracciones de este tabique músculo-membranoso.

Los tálamos ópticos no ejercen en la vision ningun efecto apreciable á pesar de lo que por su nombre podria suponerse, y aunque sus funciones no son bastante conocidas, se relacionan con los movimientos voluntarios, en los que ejercen una influencia manifesta. M. Fonville supone que su accion se dirige especialmente sobre los movimientos de los miembros superiores, pero no hay datos bastantes para que esta opinion quede demostrada. El entrecruzamiento de las fibras de los tálamos ópticos contribuye á que su accion sea *cruzada*, es decir, á que la influencia de su mitad derecha se haga sentir en el lado izquierdo y vice-versa.

Segun M. Luys, los tálamos ópticos y los cuerpos estriados, á los cuales llama *núcleos cerebrales*, sirven de intermedio, los primeros, entre las fibras nerviosas del sistema convergente inferior, y los segundos, entre las del sistema convergente superior. De este modo, los cuerpos estriados en relacion, por una parte, con la sustancia gris cerebral por medio de las fibras convergentes superiores ó *córtico-estriadas*, y, por otra, con los cordones anteriores de la médula, vienen á ser receptores de la accion excito-motriz desarrollada en la sustancia gris periférica, y transmisores de esta misma accion á los músculos de la economía por medio de los cordones anteriores de la médula y de las raíces anteriores de los nervios espinales.

Los tálamos ópticos situados en el trayecto de las

fibras sensitivas, tanto especiales como generales, forman como un centro colector, donde se reúnen todos los conductores de las diferentes clases de sensibilidad, y sirven no solo para adquirir una especie de noción simple y poco perfeccionada de estas impresiones, sino para transmitir las, por medio de las fibras convergentes inferiores, á la sustancia gris cerebral, punto único donde por un mecanismo tan sorprendente como maravilloso tienen lugar las verdaderas percepciones.

FIGURA 72.^a

Relaciones entre las fibras cerebrales, los tálamos ópticos, los cuerpos estriados y los cordones anteriores y posteriores de la médula.

AA' y **CC'** fibras comisurantes que unen los dos hemisferios cerebrales, forman las comisuras y establecen la uniformidad en las funciones de estas dos partes del cerebro. **B** y **B'** puntos que indican la situación de los cuerpos estriados. **D** y **D'** puntos que indican la de los tálamos ópticos. **AB** y **A'B'** fibras convergentes superiores, llamadas también córtico-estriadas; que ponen en relación la sustancia gris periférica con los cuerpos estriados. **CD** y **C'D'** fibras convergentes inferiores que, desde la sustancia gris periférica terminan en los tálamos ópticos. Las líneas que desde **B** y **B'** se dirigen á **O** y siguen la dirección de la flecha representan los cordones anteriores de la médula; y las que desde **F** y **F'** se dirigen á **D** y **D'** siguiendo la dirección de la flecha, representan los cordones posteriores.

Partiendo de estos principios, M. Luys supone que

en los tálamos ópticos hay un centro anterior ú olfatorio; un centro medio ú óptico; un centro mediano ó de la sensibilidad general inconsciente, y un centro posterior ó acústico.

El cerebelo, segun el mismo autor, sirve como de accesorio á los cuerpos estriados, de manera que las excitaciones motrices que estos trasmiten á los cordones anteriores de la médula pasan antes al cerebelo, por el intermedio de los pedúnculos cerebelosos, y de aquí la influencia que estos órganos tienen en la coordinacion de los movimientos.

Nada se sabe de las funciones de la bóveda de tres pilares, de la glándula pineal, del cuerpo calloso, etc., de consiguiente es completamente inútil cuanto se diga de las hipótesis que se han hecho acerca las mismas.

§ 100.

Funciones del cerebelo.—Situado en la parte posterior é inferior del cráneo, el cerebelo comunica por medio del bulbo raquídeo con el cerebro y con la médula espinal, y aunque constituye una parte esencial del sistema nervioso, sus funciones son muy poco conocidas.

M. Flourens creyó notar que las lesiones del cerebelo causaban en la locomocion un trastorno análogo al que produce la embriaguez, y sus experimentos, confirmados por otros observadores, contribuyeron á generalizar la opinion de que este órgano era el regulador de los movimientos voluntarios y el encargado de su coordinacion. Á pesar de todo, la anatomía patológica ha demostrado despues que, en unos casos, se observan alteraciones profundas en el cerebelo sin que los movimientos hayan dejado de ser coordinados, y en otros, que puede existir el mayor desórden en la locomocion sin que el cerebelo presente el menor cambio

en su textura. Como por otra parte se ha visto la ausencia congénita del cerebelo coincidiendo con la integridad de los movimientos, no es posible aceptar las ideas de M. Flourens, al menos con la confianza que inspiraban hasta hace muy poco tiempo.

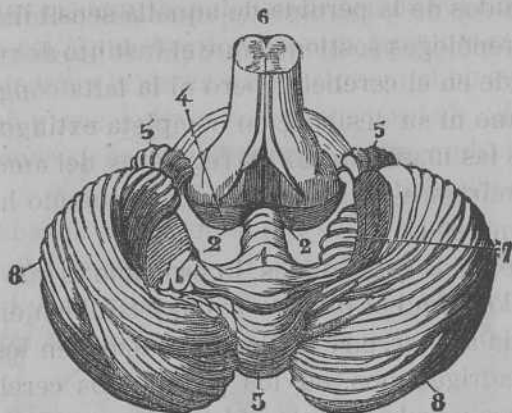


FIGURA 73.ª

Cerebelo visto por su cara inferior.

1 prolongacion anterior del vermis inferior ó campanilla. 2 válvulas de Farin, que no pueden observarse sino despues de haber elevado las tonsilas. 3 reunion del vermis superior y del vermis inferior. 4 cavidad del cuarto ventriculo. 5 lóbulo del nervio pneumo-gástrico. 6 cuello del bulbo. 7 corte de las tonsilas para descubrir las válvulas de Farin.

M. Lussana supone que la sensibilidad muscular reside en el cerebelo, y de aquí deduce que cuando por la destruccion de este órgano deja de sentirse el grado de contraccion ó relajacion de los músculos, se pierde la regularidad de los movimientos. Si los hechos citados por Flourens hubieran demostrado que las lesiones del cerebelo destruian esa regularidad, la teoria de Lussana, basada en los mismos datos, podria servir para explicar este fenómeno; pero como ya hemos visto que estos hechos están en oposicion con los que suminis-

tra la anatomía patológica, no puede inspirar gran confianza esa explicacion. Por otra parte, nada hay que demuestre que la sensibilidad muscular reside en un punto distinto del de la tactil ó general, y la observacion diaria manifiesta que las lesiones patológicas del cerebelo no van seguidas de la pérdida de aquella sensibilidad.

Los frenólogos sostienen que el instinto de reproduccion reside en el cerebelo; pero ni la falta congénita de este órgano ni su destruccion completa extingue en los animales las manifestaciones regulares del amor físico, segun tendremos ocasion de exponer cuando hablemos del sistema de Gall.

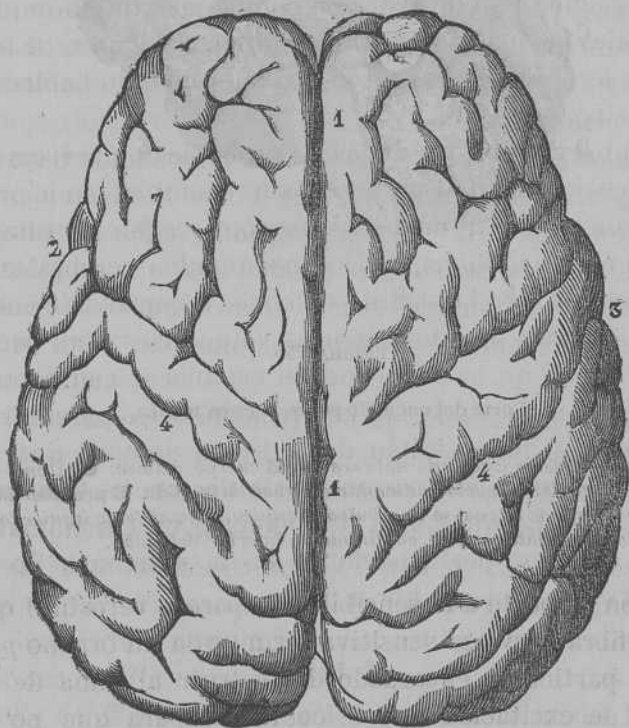
En medio de estas dudas, lo probable es que haya en el cerebelo, como al parecer los hay tambien en la protuberancia anular, en los tálamos ópticos, en los tubérculos cuadrigéminos, en los pedúnculos cerebrales y cerebelosos y en la médula oblongada, centros de coordinacion para los movimientos voluntarios; pero como hasta ahora no ha sido posible establecer con alguna seguridad ni la especie ni la direccion de los movimientos *forzados* que resultan de la lesion de cada una de estas partes, lo único que puede decirse es que, por regla general, la ablacion del cerebelo en los animales vivos ocasiona perturbaciones en la marcha y en la conservacion del equilibrio.

§ 101.

Funciones del cerebro.—El cerebro, compuesto de los hemisferios cerebrales, es el centro de percepcion de las impresiones sensitivas, el punto de partida de las incitaciones motoras voluntarias y el asiento orgánico de las facultades intelectuales y de las determinaciones instintivas.

La médula espinal, el bulbo raquídeo ó médula oblon-

gada y las demás porciones del eje cerebro-espinal que hemos estudiado hasta aquí, pueden por si solas realizar movimientos reflejos, aunque sean coordinados, á consecuencia de excitaciones no sentidas; pero solo el cerebro reúne las condiciones orgánicas necesarias para que las impresiones sean percibidas y para que los músculos obedezcan al impulso que la voluntad les comunica.

FIGURA 74.^a

Cara superior del cerebro.

1, 1 cisura interhemisférica ó gran hendidura cerebral. 2, 3 extremidad externa de la cisura de Sylvio. 4, 4 circunvoluciones ó de perfeccionamiento.

Por lo mismo, los hemisferios cerebrales pueden considerarse como el sitio en que residen la percepción

y la voluntad; pero hasta ahora no ha sido posible conocer cuál es el punto de esos hemisferios donde radica la sensibilidad y cuál el que preside á los movimientos voluntarios.

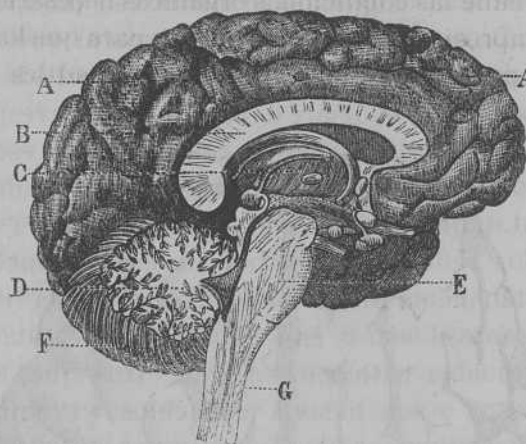


FIGURA 75.*

Corte del encéfalo sobre la línea media.

A hemisferio izquierdo del cerebro. **B** cuerpo calloso. **C** tálamo óptico. **D** corte del cerebelo indicando el árbol de la vida. **E** protuberancia anular debajo de la cual se vé el bulbo raquídeo. **F** hemisferio izquierdo del cerebelo. **G** médula espinal, continuacion inferior del bulbo.

Con respecto á la sensibilidad, parece verosímil que cada fibra nerviosa sensitiva termine en un órgano *psíquico* particular encargado de instruir al alma de la clase de excitacion que le comunica para que no se confunda con las que recibe de las demás partes del cuerpo; pero aun así, habria que admitir órganos cuya excitacion evoca no solo la sensacion de la luz, sino tambien la de su color particular y la del sitio de que procede.

Con respecto á la contraccion muscular voluntaria, en vez de estar cada fibra motora en correspondencia

con un órgano particular de *volicion*, parece como si esas fibras se reunieran en grupos, cada uno de los cuales estuviera destinado á un objeto comun y se hallara bajo la dependencia de un *centro especial de coordinacion* que recibiera directamente la incitacion motora de la voluntad. De este modo se comprenderia el que, en general, no podamos contraer cada músculo aisladamente, sino en conjunto, es decir, todos los que corresponden á un mismo centro de coordinacion, y el que esos centros se pongan en actividad y den lugar á movimientos coordinados, que en unos casos son reflejos y en otros voluntarios: reflejos, cuando por una circunstancia cualquiera están incomunicados con el órgano de la voluntad como durante el sueño, en los animales decapitados, en algunos estados patológicos, ó en otros que, aunque fisiológicos, no son todavía conocidos; y voluntarios, cuando su comunicacion con el órgano de la voluntad no se halla interrumpida, que es lo que sucede comunmente.

La union de los hemisferios cerebrales con los aparatos de coordinacion, parece efectuarse por entrecruzamiento, de modo que el hemisferio del lado derecho está en relacion con toda la mitad izquierda del cuerpo y viceversa; pero las observaciones patológicas demuestran que el entrecruzamiento no es completo, sino parcial.

Cuando se extirpan á un animal los hemisferios cerebrales, queda como sumergido en el sueño mas profundo: no vé, no oye, no huele, no siente, al menos hasta donde nosotros podemos juzgar, porque si anda, tropieza con los objetos que encuentra en su camino; si se produce un fuerte ruido, no lo percibe; si se le hiere ó se le causa una lesion cualquiera, no manifiesta el menor indicio de incomodidad ó de dolor. No hay tampoco ninguna de esas manifestaciones instintivas que tienden á la conservacion del individuo ó de la especie: el ham-

bre, la sed, el apego á la vida, etc., no existen. Sucede, pues, lo que debia suceder. No se tiene conocimiento ni de las impresiones externas ni de las internas, porque con la ablacion de los hemisferios desaparece el órgano material de la percepcion.

Se nota, sin embargo, que aun en este estado, los animales de sangre fria se mueven con cierta agilidad; las aves se sostienen de pié y aun andan si se las estimula, siguen con la vista una bujía encendida, se estremecen si se tira un tiro á su inmediacion, y los mamíferos dan tambien algunos pasos á pesar del abatimiento en que se encuentran.

Estos fenómenos, por mas extraordinarios que parezcan, están en perfecto acuerdo con la doctrina que sostenemos: las impresiones trasmitidas por los nervios de sensibilidad llegan hasta los centros de recepcion de las impresiones, constituidos probablemente por grupos mayores ó menores de células ganglionales, y allí dejan esa noción vaga y confusa que basta para que los animales puedan seguir con la vista la luz que se les pone delante, pero como la corriente centripeta no puede llegar á su destino, por haber desaparecido el órgano de la percepcion, retrocede por las raíces motoras, excitando á su paso los centros de coordinacion y produciendo movimientos coordinados, de naturaleza refleja, puesto que ni la impresion ha sido sentida ni la voluntad ha intervenido en ellos para nada. Segun experimentos recientes de Voit, de Munich, se pueden extirpar á las palomas los hemisferios cerebrales, y despues de presentarse los fenómenos que acabamos de indicar, estos órganos se regeneran al cabo de algunas semanas, y el animal despierta de su letargo, abre los ojos, vuela evitando los obstáculos y huye cuando se le persigue. La autopsia demuestra en estos casos que los hemisferios se habian reconstituido.

Cuando se destruye un solo hemisferio cerebral, por ejemplo, el del lado derecho, desaparecen los movimientos voluntarios del lado izquierdo, á consecuencia de la accion cruzada del cerebro de que acabamos de hacer mencion; pero se observa tambien que esta parálisis desaparece al poco tiempo, reapareciendo al fin todos los movimientos voluntarios con su precision y regularidad acostumbradas. Esto depende de que, como el entrecruzamiento de las fibras cerebrales es solo parcial, el hemisferio del lado sano atiende á las necesidades del mismo lado con las fibras rectas, y á las del lado opuesto con las fibras cruzadas, lo mismo en las corrientes centripetas que en las centrifugas, ó lo que es igual, lo mismo en la trasmision de las impresiones sensitivas que en la de las incitaciones motoras. Por medio de los anestésicos se pueden producir, sin mutilacion, una gran parte de los fenómenos que hemos visto que ocasiona la destruccion de los hemisferios cerebrales ó de otras partes del cerebro. Así, en el primer periodo de la cloroformizacion, durante el cual el sueño anestésico depende solo, al parecer, de la falta temporal de accion de los lóbulos cerebrales, todavia los estímulos violentos pueden provocar la sensibilidad de los animales; pero cuando la cloroformizacion invade los centros de recepcion de las impresiones, es decir, los tálamos ópticos ó la protuberancia cerebral, no hay la menor manifestacion de sensibilidad. Pero ¿sucede esto porque real y positivamente no se siente el dolor, ó porque, aunque se sienta, no hay posibilidad de manifestarlo? Si, como parece probable, hubiera algunos casos en que la accion excito-motriz de las células nerviosas y de consiguiente la posibilidad de ejecutar movimientos voluntarios quedara abolida por completo antes de que desapareciera la facultad de percibir las impresiones, pudiera muy bien suceder que durante el letargo anestésico hubiera sensibilidad y de

consiguiente dolor, sin que fuera posible darlo á conocer por la falta de los medios de expresion. La memoria de los anestesiados ha podido recordar alguna vez, al despertar, esta terrible situacion.

El cerebro, segun hemos dicho, no es solo el centro de percepcion de las impresiones sensitivas y el punto de partida de las incitaciones motoras, sino que es, además, el asiento orgánico de las facultades de la inteligencia, segun lo demuestran los hechos siguientes:

Primero: cuanto mas desarrollado se halla el cerebro con relacion al peso del cuerpo y al de las demás porciones del encéfalo, mas perfectas son las facultades intelectuales en toda la série animal y mas se asemejan á las del hombre. Conviene tener en cuenta, sin embargo, que el desarrollo del cerebro no ha de apreciarse solo por su volúmen, sino por su peso, y además, por el número y profundidad de las circunvoluciones ó, lo que viene á ser casi igual, por la cantidad de sustancia gris, que es la que principalmente debe tomarse en consideracion. Segundo: en los casos de falta congénita de desarrollo de los hemisferios cerebrales, como en el cretinismo; ó en los de su degeneracion, como en el hidrocefalo, se observa una disminucion proporcional en las facultades de la inteligencia, que llega hasta el idiotismo y la imbecilidad. Tercero: las heridas, compresiones y enfermedades del cerebro van casi siempre acompañadas de la pérdida del conocimiento, de somnolencia, de coma ó de una excitacion mental; y cuarto: la ablacion de los hemisferios cerebrales en las aves y en los mamíferos ocasiona un estado de abatimiento intelectual completo, puesto que no hay señal alguna de percepcion, ni de entendimiento, ni de memoria, ni de voluntad. Verdad es que esto no sucede cuando se extirpa un solo lóbulo cerebral, y que de algunas observaciones hechas en el hombre resulta que hay dolencias durante las cuales no se

nota ningun trastorno intelectual, y sin embargo se encuentran despues de la muerte lesiones graves en alguno de los hemisferios cerebrales; pero es preciso no olvidar que estos órganos son dobles y que pueden reemplazarse recíprocamente, al menos en parte, como se reemplazan los pulmones cuando alguno de ellos se halla en la imposibilidad de funcionar.

§ 102.

Angulo facial y sistema frenológico.—El convencimiento de que el mayor ó menor desarrollo del cerebro guarda proporcion con la energía y lucidez de las facultades psíquicas, dió lugar á que Camper intentara medir el grado de desenvolvimiento cerebral y á que considerara este dato anatómico como la expresion mas caracteristica de la inteligencia de los sugetos. Para realizar su propósito tiraba dos líneas rectas: la una vertical, que partia de los primeros dientes incisivos de la mandíbula superior y pasaba por delante de la parte media de la frente, y la otra horizontal, que se dirigia desde el conducto auditivo externo al encuentro de la primera y formaba con ella el *ángulo facial*. Aunque por este medio no es posible apreciar mas que el desarrollo de la parte anterior de los hemisferios cerebrales, y no con toda exactitud, porque el espesor de los huesos es variable en los distintos individuos, no puede menos de reconocerse que, por regla general, la mayor abertura de este ángulo coincide en todos los países con la mayor perfeccion de las facultades de la inteligencia.

No se sabe de positivo si existen en los hemisferios cerebrales sitios diferentes para cada una de las facultades intelectuales y afectivas, ó si están todas distribuidas de una manera uniforme en el conjunto de la masa cerebral. La primera de estas ideas, sostenida con em-

peño por Gall y sus discípulos, ha tenido entusiastas partidarios á principios de este siglo; pero ese entusiasmo ha decaído tan considerablemente, que hoy la frenología está casi olvidada. En nuestro concepto, el abandono á que se la condena no está justificado, y cualesquiera que sean las exageraciones de los frenólogos y las justas censuras que por esta causa hayan merecido, no puede negarse que la doctrina frenológica encierra algunas verdades que no se deben despreciar.

El sistema de Gall, considerado en su conjunto, comprende dos partes principales: la primera tiene por objeto demostrar que el cerebro no es un órgano único, sino un conjunto de órganos, cada uno de los cuales sirve para la manifestacion de una de las facultades de nuestra alma; la segunda señala el número de estos órganos, designa el sitio en que se encuentran y determina la facultad á cuyo servicio se hallan destinados.

Con respecto al primer punto, Gall dice, en nuestro concepto con razon, que así como el sistema nervioso está compuesto de partes diferentes, nervios, médula espinal, bulbo raquídeo, cerebro, cerebelo, gran simpático, etc., y así como, entre los mismos nervios, los unos sirven para la sensibilidad general, los otros para la sensibilidad especial de cada uno de los sentidos y los otros para los movimientos, se puede admitir por analogía que la masa cerebral no preside en globo la totalidad de las operaciones mentales, sino que cada una de ellas está subordinada á la influencia de un órgano especial. Estos órganos, segun Gall, están constituidos por las expansiones de los filetes nerviosos que proceden de los hacecillos primitivos, oriundos de la sustancia gris de la médula oblongada. Estos hacecillos, adelantando hácia los hemisferios cerebrales y hácia el cerebelo, se refuerzan en su camino con los gánglios que atraviesan, y separándose luego, al aproximarse á la superficie del

cerebro, forman las circunvoluciones que, ya en grupos, ya aisladamente, constituyen los órganos cerebrales destinados á dar origen á una ú otra de las facultades del entendimiento. Los principales datos en que funda la existencia de órganos múltiples son los siguientes:

«Primero: las facultades de los animales se hallan en
»proporcion al desarrollo de sus partes cerebrales, y estas
»diferencias no solo consisten en el desarrollo total,
»sino en el del número de partes de que consta el cerebro; y este número es diferente en varios animales.
»Segundo: siendo múltiples las facultades intelectuales,
»deben serlo tambien los órganos encargados de su producción. Tercero: se observan en los individuos de una
»misma especie muchas variedades psicológicas, lo cual
»no puede depender del diverso grado de desarrollo del
»órgano total, sino del de sus distintas partes. Cuarto:
»en un mismo hombre ó individuo no presentan siempre
»el mismo grado de actividad las diferentes facultades
»intelectuales y afectivas: tan pronto predomina una
»como otra; y la explicacion de este fenómeno es muy
»fácil admitiendo la pluralidad de órganos. Quinto: todas
»las facultades mentales no aparecen en la misma época
»en el individuo, sino que unas se presentan antes que
»las otras; si el cerebro fuese un órgano único, se desarrollarían todas á un mismo tiempo, siguiendo el desarrollo general del cerebro. Sexto: consta por la observacion que cuando se está fatigado por un género de
»trabajo mental, puede uno entregarse sin cansancio á
»otro diferente, lo cual demuestra que no se cansa, y de
»consecuencia que no trabaja todo el cerebro á la vez,
»sino solo alguna de sus partes. Séptimo: la locura no
»versa muchas veces mas que sobre un solo orden de
»ideas, y el entendimiento está claro y despejado con referencia á otras, lo que no debería suceder si las facultades dependiesen de toda la masa cerebral. Octavo:

»tambien se ha observado que la demencia y el idiotismo no son mas que parciales y no es fácil concebir la existencia de una facultad con la abolicion de todas las demás, en la hipótesis de la unidad del cerebro. Nove- no: en algunas heridas y otras lesiones se ha visto no »afectarse mas que una sola facultad, lo que prueba que »solo se habia dañado el órgano que la presidia.»

Aunque algunos de estos datos, aisladamente considerados, pueden prestarse á interpretaciones distintas, y aunque no todos tienen el mismo grado de importancia, es indudable que en su conjunto demuestran que el cerebro es un órgano múltiple, y que no todas las partes de que consta desempeñan las mismas funciones intelectuales ó afectivas. Hasta aquí, pues, aceptamos por completo la doctrina frenológica, porque está de acuerdo con la mayor parte de los hechos de anatomía comparada y con las observaciones recogidas en el hombre, tanto en estado patológico como en estado de salud.

Adelantando un paso mas, pretenden los frenólogos que los órganos correspondientes á las facultades intelectuales propiamente dichas, residen en la parte anterior del cerebro, los de las facultades afectivas en la media y superior, y en las regiones posteriores los de los instintos animales. No negaremos que este modo de localizacion tiene algunos hechos en su apoyo. Ya hemos visto que la mayor amplitud de la parte anterior de los hemisferios cerebrales coincide, en la generalidad de los casos, con el mayor desarrollo intelectual. El ángulo facial es de ochenta á ochenta y cinco grados en el europeo, de setenta y cinco en los tártaros y chinos, de setenta en los negros, observándose por regla general que la inteligencia de las diversas razas y la de los diferentes individuos es tanto mas obtusa cuanto mas deprimida tienen la region frontal del cráneo.

No son tan evidentes los datos en que se apoyan para localizar las facultades afectivas é instintivas en la parte superior y posterior del cerebro; pero aunque la ciencia, que solo debe acoger los hechos positivos, aconseja en este punto una prudente reserva hasta que nuevos trabajos aclaren la cuestion, se comprende que el espíritu de sistema dé ya como perfectamente demostrado lo que no pasa de probable. Lo incomprensible es que las pretensiones de los frenólogos hayan ido aun mas allá, y que con un aplomo y una seguridad verdaderamente envidiables se hayan atrevido á señalar el punto preciso de la masa cerebral en que reside cada una de las treinta y ocho facultades en que se dividen los tres grupos principales de que acabamos de hacer mencion. Cuando despues de medio siglo de trabajos incesantes no se sabe aun con seguridad cuál es el sitio de percepcion de las impresiones generales, ni si es el mismo ú otro diferente el de las impresiones especiales correspondientes á cada uno de los sentidos; cuando no hay nada rigurosamente determinado acerca de la localizacion del principio incitador de los movimientos voluntarios; cuando todavia ocurren tantas dudas con respecto al papel que desempeña cada una de las sustancias blanca y gris que se encuentran en los centros nerviosos; cuando ni Flourens ni Magendie, ni Longet, ni Bernard, ni tantos y tan distinguidos fisiólogos como se han consagrado en estos últimos tiempos á esta clase de estudios han podido resolver si el foco de las facultades intelectuales reside solo en los hemisferios cerebrales, ó en estos y el cerebello, ó en alguna otra de las partes del encéfalo á la vez, no es extraño que esta parte de la frenología esté sujeta á numerosas rectificaciones y que cada dia sea mas evidente la necesidad de estudios mas profundos.

Así, por ejemplo, y circunscribiéndonos á algunos de

los hechos principales, el órgano de la destructividad se ha localizado en las partes laterales del cerebro, porque en algunos asesinos, en las fieras y en las aves de rapiña se habian notado muy desenvueltas las regiones temporales del cráneo: sin embargo, Lafargue ha demostrado que el desarrollo de este punto se halla relacionado con el del maxilar inferior en proporcion á la fuerza que los animales emplean en la masticacion; de modo que el castor, que nada tiene de sanguinario, lo presenta muy desenvuelto, porque corta con los dientes las ramas de los árboles que le sirven de material para la fabricacion de sus madrigueras.

Ya hemos dicho que Gall localiza el instinto de propagacion en el cerebelo, fundándose en que los animales tienen este órgano tanto mas desenvuelto cuanto mas enérgico es en ellos el amor físico; en que el desarrollo del cerebelo adquiere todo su vigor en la época de la pubertad; en que se atrofia en la edad decrepita, y en que las heridas y contusiones de esta parte del encéfalo producen en algunos casos el priapismo y hasta eyaculaciones de esperma. Á pesar de todo, las observaciones de Leuret han demostrado últimamente, que hay gran número de animales, la rana, por ejemplo, con cerebelo rudimentario y con instinto de reproduccion fuertemente desenvuelto; las de Calmeil han puesto en evidencia que las ranas y otros muchos reptiles continúan ejerciendo la cópula despues de haberles destruido este centro nervioso; Wagner ha observado lo mismo en los palomos; Flourens habla de un gallo que perseguia á su hembra ocho meses despues de la extirpacion del cerebelo, y Combette refiere la observacion curiosa de una muchacha entregada al onanismo á pesar de la falta congénita del cerebelo. No es exacto tampoco que esta viscera adquiriera mayor desarrollo en la época de la pubertad, ni que se atrofie en la decrepitud en mayor es-

cala que los demás tejidos, ni que el priapismo resulte siempre á consecuencia de sus heridas ó lesiones. Por lo demás, aunque esto último sucediera, no seria una prueba de lo que se intenta demostrar, puesto que precisamente estas lesiones deberian producir un efecto contrario si fuera cierto lo que se sostiene.

La frenología ha cometido por otra parte el grandísimo error de asociarse á la craneoscopia y de abrigar la exagerada pretension de conocer por el exámen exterior de la cabeza el grado de desarrollo ó de depresion de *cada una* de las facultades. Puede sí apreciarse en conjunto el mayor ó menor desarrollo del encéfalo en su parte anterior, superior, lateral ó posterior; pero en cuestiones de detalle, cuando se llega al exámen de esta ó de aquella facultad, se olvida que, si bien la superficie externa de los huesos del cráneo presenta eminencias ó depresiones que corresponden á las grandes eminencias y depresiones del cerebro, las mas pequeñas no tienen absolutamente ninguna señal que las indique. Se olvida tambien, que el modelado de la superficie interna de los huesos no guarda relacion alguna con el de la superficie externa, de modo que, en la primera, se observan impresiones digitales y pequeñas cavidades que es imposible conocer por el exámen exterior; y se olvida, por último, que el arco superciliar, por ejemplo, donde se colocán seis facultades importantes, puede estar mas ó menos abultado, no por el relieve del cerebro, sino por el mayor ó menor desenvolvimiento de los senos frontales, lo que nada tiene que ver con la masa cerebral.

No es este, sin embargo, el error capital de la frenología. Suponiendo por un momento que hubiera tantos órganos cerebrales cuantas son las facultades que esta escuela admite; suponiendo tambien que cada uno de estos órganos tuviera asiento en el punto del cerebro

que se le ha señalado sin que en esto se hubiera cometido la menor equivocacion, y suponiendo, en fin, que todos estos órganos vinieran á imprimir su huella en la superficie craneana, de modo que fuera fácil apreciar su desarrollo, aun así sería *imposible* conocer por el solo exámen de la cabeza la clase de facultades que dominan en cada uno de los sugetos, porque como nuestros instintos, nuestros sentimientos, nuestra inteligencia, en lo que tienen de orgánico y funcional, no solo dependen del cerebro, sino de las impresiones internas ó externas que recibe de los órganos y tejidos, no basta conocer el grado de desarrollo de las diferentes partes de la masa cerebral, sino que es preciso tener en cuenta, además, la influencia que sobre cada una de ellas pueden ejercer las diferentes porciones del organismo. Así, por ejemplo, aunque un hombre tenga muy abultado el órgano cerebral donde reside el amor físico y no le contrarie ningun otro en su funcion, no puede asegurarse por esto que tenga tambien muy desarrollado el instinto reproductor, porque podrá suceder que no experimente el menor impulso venéreo si le faltan los testículos, si los tiene atrofiados, ó si por cualquiera otra circunstancia no se produce el orgasmo genital que se necesita para que, trasmitido al cerebro, se convierta en verdadera necesidad. Y no se diga que en el caso que acabamos de suponer no podia estar desenvuelto el órgano cerebral que preside al instinto generador, toda vez que *se atrofia despues de la castracion*; porque ni esto es exacto, ni aunque lo fuera, podria conocerse á través de la pared craneana, la cual no experimenta cambio alguno. ¿No vemos además todos los dias que la mayor parte de los animales solo se entregan á la cópula en épocas determinadas, y que pasado el período de celo que coincide en las hembras con la rotura de la vesícula de Graaf y el desprendimiento del huevecillo, se extingue todo

impulso venéreo hasta que se rompe otra vesícula y se reproduce el orgasmo genital indispensable para que reaparezca esta sensación? ¿Se dirá también que el cerebro se atrofia durante esos largos períodos en que el instinto reproductor no dá señales de existencia?

Lo mismo sucede con todas las demás facultades, cualquiera que sea el grupo á que pertenezcan. Por muy desarrollado que esté el órgano que preside el instinto gastronómico, sus manifestaciones podrán ser nulas ó estar muy debilitadas, segun sea el estado del aparato digestivo. Por muy desenvueltos que se hallen los órganos encargados del colorido, de la palabra ó de los sonidos, quedarán reducidos á la impotencia si faltan ó si no funcionan con regularidad los aparatos de la vista, de la voz ó del oído. Lo hemos dicho ya y es preciso repetirlo: nuestros instintos, nuestros sentimientos, nuestras facultades intelectuales, en todo lo que tienen de orgánico ó funcional, son el producto de dos factores diferentes: de las impresiones que llegan al cerebro desde las diferentes partes de la organizacion y de la manera especial con que el aparato cerebral las elabora. Por lo mismo, las pretensiones de los frenólogos no pasarán nunca de la categoría de delirios, aun suponiendo que descubran el asiento orgánico de *cada una* de las facultades y que conozcan su desarrollo por medio de un exámen exterior,—lo que ya hemos visto que es poco menos que imposible—mientras no descubran al mismo tiempo la influencia que ejerce en todas ellas la constitucion especial de los sujetos en cada caso particular.

§ 103.

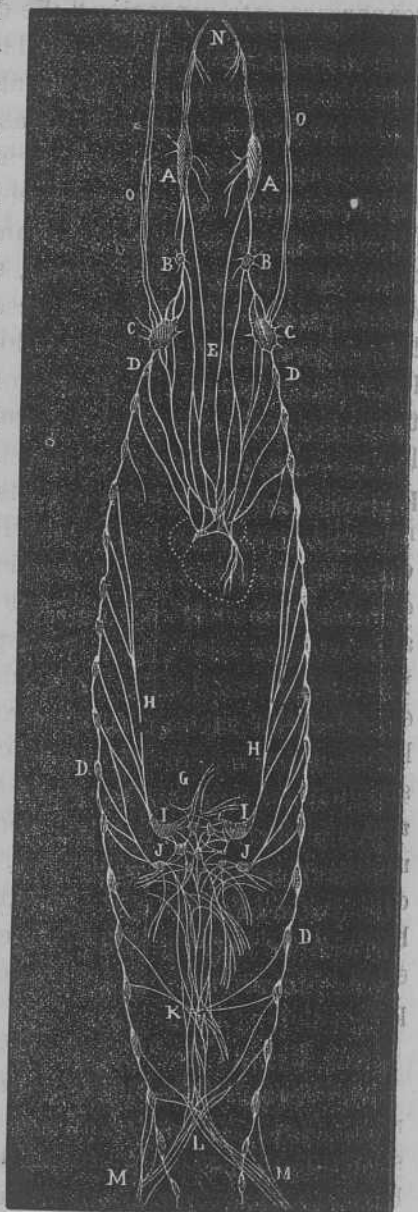
Funciones del gran simpático.—Se designa con el nombre de gran simpático á dos cordones nerviosos, situados el uno á la derecha y el otro á la izquierda de la columna vertebral, que se extienden desde la primera

vértebra cervical, á cuya altura se reunen sus extremidades superiores en las partes profundas de la cara, hasta la última vértebra del sacro, en cuya inmediación se juntan las extremidades inferiores, constituyendo un todo continuo de forma oval y prolongada. El gran simpático se abulta al nivel de cada vértebra, formando nudos ó gánglios, de los que nacen tres clases de filetes: los unos que se dirigen á las visceras, los otros que ponen en relacion los diferentes gánglios entre sí y los otros que comunican con los pares cerebrales ó raquídeos.

FIGURA 76.^a

Figura esquemática que representa el gran simpático.

A gánglio cervical superior. **B** gánglio cervical medio. **C** gánglio cervical inferior. **D** gánglio raquídeo. **E** filetes anteriores de los gánglios cervicales y de los primeros torácicos concurriendo á formar el plexo cardíaco. **G** plexo diafragmático. **H** esplénico mayor. **I** gánglio semilunar. **J** plexo solar. **K** plexo mesentérico. **L** plexo hipogástrico. **M** plexo iliaco. **N** anastómosis del gánglio cervical superior con los craneales. **O** filetes ascendentes que acompañan á las arterias en el cerebro.



Á pesar de esta comunicacion con el eje cerebro-es-pinal, los nervios simpáticos no se relacionan con los órganos de la voluntad, puesto que los movimientos que producen en las vísceras son completamente involuntarios, sin que sean tampoco muy íntimas sus conexiones con los centros de percepcion, porque es muy débil la sensibilidad que comunican á los tejidos en que se distribuyen. Entre los tubos nerviosos primitivos que se encuentran en el simpático, los unos son semejantes á los de los nervios raquídeos y cerebrales; los otros, llamados fibras de Remak, son delgados, blandos y de color gris. Tambien se encuentran en los gánglios sustancia gris y células nerviosas.

Con estos datos se puede deducir, desde luego, que el gran simpático no forma un sistema nervioso independiente, sino que es solo una de las partes constitutivas del sistema nervioso general, con el que está en inmediatas relaciones y al que debe toda su influencia. El gran simpático sirve, en primer lugar, de agente conductor de las impresiones que reciben sus filetes en los órganos donde se distribuyen; pero hay que tener en cuenta que, en la generalidad de los casos, la corriente centripeta no pasa de los gánglios, y que en este punto se trasforma en corriente centrifuga, produciendo movimientos reflejos en los músculos de fibra lisa, que son los que están bajo su dependencia.

Aunque los nervios vaso-motores nazcan directamente de la médula espinal, el distribuirse en los tejidos asociados á los del gran simpático explica la influencia que estos últimos ejercen en el aumento y en la disminucion del diámetro de los vasos sanguíneos. En otros casos, la corriente centripeta llega hasta la médula espinal, donde tambien es reflejada hácia los nervios raquídeos en forma de incitaciones motoras involuntarias, á las que ya obedecen los músculos de fibra estriada, y en

otros, la corriente centrípeta llega hasta el cerebro causando la sensacion de dolor. El gran simpático sirve, además, de conductor de las incitaciones motoras involuntarias que se desarrollan en sus gánglios como si fueran pequeños centros nerviosos, puesto que, cuando se le excita, se contraen los músculos de fibra lisa en que terminan sus filetes viscerales; y por último, según los datos mas generalmente admitidos, parten de este nervio las fibras que indicamos á continuacion.

En la region cervical, fibras vaso-motoras, para la mitad correspondiente de la cabeza; motoras, para el dilatador de la pupila; secretorias, para las glándulas lagrimal y salivales; aceleradoras, para los movimientos del corazon, y centrípetas, que excitan, por via refleja, el sistema moderador de este órgano.

En la region torácica, fibras aceleradoras y moderadoras, para los movimientos del tubo intestinal; secretorias, para los riñones; vaso-motoras, para los vasos del abdómen; centrípetas, que moderan, por accion refleja, los movimientos del corazon, y glucósicas, cuya excitacion contribuye á que la orina adquiera un sabor azucarado.

De la region abdominal solo se sabe que la excitacion del simpático ocasiona movimientos en los órganos mas próximos, y que la extirpacion de algunos de los plexos dá lugar á trastornos en el movimiento circulatorio y en la nutricion.

§ 104.

Del sueño.—Las funciones del sistema nervioso de relacion están sujetas á periodos de actividad y de reposo, y de aquí el que se sucedan alternativamente el sueño y la vigilia.

La necesidad de dormir se manifiesta por un entorpecimiento general en los movimientos voluntarios y en la percepcion de las impresiones: el cuerpo se sostiene en pié con dificultad, los brazos se caen como abandonados á la accion de la gravedad, los párpados se cierran, la cabeza se inclina hácia adelante y las ideas se van ofuscando poco á poco hasta que al fin los músculos voluntarios cesan en su accion, y el sentimiento de la existencia desaparece por completo.

El sueño no es siempre igualmente profundo: hay casos en que los estímulos mas fuertes no causan impresion alguna, y otros en que se percibe el mas ligero ruido. Por regla general, el sueño es tanto mas completo cuanto mas se ha prolongado el período de vigilia y cuanto mas activo ha sido el trabajo corporal. Los niños suelen dormir mas profundamente que los viejos: hay tambien personas extraordinariamente excitables que se despiertan con la mayor facilidad.

Aunque el sueño sea tan profundo que todas las funciones de relacion estén interrumpidas, los centros de accion refleja continúan en actividad; así es que, la circulacion, la respiracion, la nutricion, y en general todas las funciones de la vida vegetativa, siguen su marcha regular como en circunstancias normales, efectuándose diferentes movimientos á consecuencia de impresiones exteriores que, aunque no se sienten, dan lugar á actos reflejos, análogos á los que se producen por igual causa en los animales decapitados.

Hay ocasiones en que mientras la mayor parte de las facultades de la inteligencia están dormidas, otras velan al parecer, siendo causa de los *ensueños*. Cuando soñamos, el recuerdo de sensaciones pasadas lo atribuimos á la existencia real y positiva de objetos presentes, y partiendo de esta idea equivocada, los juicios y deducciones que formamos nos crean una existencia ficticia

que solo se disipa al despertar. Los ensueños, resultado generalmente de una sensacion que sirve de alimento á las operaciones sucesivas del espíritu, dan lugar, en unos casos, á alucinaciones, como cuando sentimos dolores ó impresiones diferentes sin causa real que las haya provocado; en otros, ocasionan ilusiones de movimientos voluntarios, que sin embargo no se ejecutan, como cuando se nos figura que corremos ó volamos; en otros, los juicios se suceden con inflexible lógica y con una perfeccion admirable, como si la ausencia completa de las impresiones exteriores permitiera un trabajo mas perfecto á las facultades reflexivas que permanecen en actividad; y en otros, en fin, la alucinacion es tan completa y de tal modo se confunde con la existencia real, que sorprendida, por decirlo así, la voluntad se pone al servicio de esas concepciones imaginarias y se ejecutan movimientos voluntarios, constituyendo un estado de verdadero sonambulismo.

En esta situacion indefinible por el gran número de variedades que presenta, segun sean los órganos que trabajan y los que están dormidos, el sonámbulo se levanta, escribe, anda, etc.; pero como los sentidos están generalmente en reposo; como de ordinario no vé ni oye, por mas que en algunos casos suceda lo contrario, no puede evitar siempre los peligros, y mas de una vez ha sido víctima de funestísimos errores.

Nada se sabe de positivo con respecto á la causa próxima del sueño. Se ha supuesto que dependia de una congestion cerebral pasajera, por la analogía de lo que sucede en los casos de compresiones cerebrales; pero hay demasiada diferencia entre el sueño patológico y el normal para que pueda atribuirse á las mismas causas. La quietud, el silencio, la oscuridad favorecen el sueño: las bebidas alcohólicas, los narcóticos, el cloroformo y otros anestésicos producen un estado orgánico que tiene

con el sueño natural bastante analogía. En el mismo caso se encuentra el magnetismo animal, y llámase *sueño magnético* al que por su influencia se provoca.

El sueño magnético se atribuye á la existencia de un flúido especial que el magnetizador comunica al magnetizado, y se diferencia del sueño natural no solo en la causa que lo produce, sino en que se prolonga tanto como se quiere, á voluntad del magnetizador. No negamos la posibilidad de que este sueño se produzca; posible es tambien que, en algunos casos, la persona así dormida presente fenómenos análogos á los del sonambulismo regular; pero en cuanto á lo que se llama *sonambulismo lúcido*, ó lo que es igual, en cuanto á la posibilidad de que los sonámbulos se trasladen con la imaginacion á centenares de leguas y presencien y refieran lo que allí pasa ó lo que ha pasado anteriormente; que no solo adivinen los acontecimientos pasados, sino que pronostiquen los venideros; que lean con la punta de los dedos y á través de los cuerpos opacos; que huelan con la boca del estómago; que adquieran conocimientos profundos en ciencias que les eran antes completamente desconocidas, etc., lo único que puede decirse es, que si hay magnetizadores que de buena fé sostienen la existencia real y positiva de estos fenómenos, es porque ellos mismos son víctimas inocentes de su excesiva credulidad.

§ 105.

Influencia de la circulacion en las funciones del sistema nervioso.—Así como el sistema nervioso interviene mas ó menos directamente en las funciones de la vida orgánica y principalmente en la circulacion, así tambien la circulacion ejerce á su vez una influencia poderosa en las funciones que al sistema nervioso le están enco-

mendadas. Cuando por una causa cualquiera se dirige al cerebro mayor cantidad de sangre de la acostumbrada ó cuando no recibe toda la que necesita, sobrevienen trastornos de consideracion, siempre peligrosos y que pueden ocasionar la muerte en muchas ocasiones. Para evitarlos en lo posible, existen disposiciones orgánicas dignas de ser conocidas: así, por ejemplo, á fin de que el cerebro no se halle expuesto á la falta del riego circulatorio por la obliteracion de alguna de las arterias que le suministran la sangre, sus cuatros vasos aductores se comunican en el exágono de Willis; y para que sean menos peligrosas las diferencias de presion sanguínea que puede producir en el cerebro un cambio brusco en la posicion del cuerpo, se establece, segun asegura Liebermeister, una circulacion colateral en la glándula tiroides.

CUARTA PARTE.

FUNCIONES DE GENERACION.

SECCION PRIMERA.

Generalidades.

CAPÍTULO PRIMERO.

Unidad de la especie humana.

§ 106.

La reproduccion de los diferentes seres que pueblan el universo lleva consigo, como propiedad fundamental, la semejanza de forma, de organizacion y de estructura entre los padres y los hijos, y de ahí el que todos los individuos que descienden por una série no interrumpida de generaciones de una misma pareja primitiva, conserven los caracteres típicos de la especie á que pertenecen. Ha ocurrido, sin embargo, la duda de si esos caracteres son inalterables, conservándose indefinidamente á través de los siglos y á pesar de la variedad infinita de influencias que tienden incesantemente á modificar el organismo, ó si experimentan algunas alteraciones que, sin destruir el carácter fundamental, se transmiten por generacion de unos á otros individuos hasta constituir razas ó variedades diferentes.

Linneo, Buffon, Lamarck, Darwin y otros naturalistas y fisiólogos admiten la variabilidad de los caracteres de las especies, ya por los cruzamientos, ya por las grandes vicisitudes de la tierra y de las aguas, ya por las influencias climatológicas. Cuvier es de opinion diametralmente contraria, y para él, las especies son hoy lo que eran al principio del mundo, excepto ligerísimas modificaciones que el estado de domesticidad ha producido en algunos animales. Broca, de acuerdo en este punto con Cuvier, asegura que en la actualidad se encuentran los mismos hombres y los mismos perros que hace cuatro mil años, lo que indica, en su concepto, que las variedades ó las razas no dependen de las modificaciones que hayan experimentado las especies, sino de que desde un principio han existido muchas especies de hombres y de cada uno de los otros animales y no una sola pareja primitiva, añadiendo, que del cruzamiento de individuos de especies distintas resultan *híbridos* que pueden ser fecundos, siendo esta la única y verdadera causa de las alteraciones que las especies pueden sufrir en algunas ocasiones. Para Darwin, no solo se modifican las especies, sino que se perfeccionan sin cesar por la influencia lenta pero constante de los medios en que viven, de la seleccion natural y de la herencia. Por eso el hombre procede, segun su doctrina, de otros seres inferiores que le han precedido en la creacion, y por eso desaparecerá á su vez dando lugar, sin duda, á seres todavía mas perfectos. Segun Geoffroy Saint-Hilaire, los caracteres de las especies no son ni absolutamente fijos, como sostiene Cuvier, ni infinitamente variables, como opina Lamarck: son fijos para cada especie mientras estas permanecen rodeadas de las mismas circunstancias, y variables, dentro de muy reducidos limites, cuando esas circunstancias cambian ó varían. La opinion de Geoffroy Saint-Hilaire, que en

nuestro concepto es la mas aceptable, tiene en su apoyo los hechos siguientes:

Primero: los animales de una misma especie presentan numerosas variedades segun las condiciones topográficas ó climatológicas en que se encuentran. El lobo, el tigre, el ciervo, la pantera, etc., no son iguales en todos los países. La perdiz es mas grande ó mas pequeña y de un color mas oscuro ó mas claro, y hasta completamente blanco, segun el terreno en que se encuentra. Lo mismo sucede con las liebres y conejos, cuyo tamaño es tan distinto segun las localidades y cuyo color pardo se trasforma en blanco en los climas frios ó en las montañas muy elevadas. Las truchas, las carpas, los peces todos, lo mismo de agua dulce que salada, presentan tambien cambios y modificaciones considerables, segun las costas y los mares, y segun los riachuelos donde moran. Y no se diga, como sostiene M. Broca, que cada una de estas variedades supone una pareja primitiva diferente, porque refiriéndonos á los peces, por ejemplo, los piscicultores entendidos demostrarán que con *unos mismos huevecillos* se pueden obtener truchas ordinarias y truchas asalmonadas, segun las condiciones del *medio* en que se les coloca. Una demostracion análoga estamos presenciando todos los dias al dejar en completa libertad á los animales que tenemos á nuestro servicio, ó al domesticar los que se han criado en medio de los campos. En uno y otro caso, su trasformacion es tan completa, que no solo se diferencian en sus condiciones exteriores, sino en el tamaño de sus vísceras y en sus instintos y necesidades, como se observa desde luego con solo comparar el gato montés con el casero, la paloma torcaz con las que se crían en nuestros palomares, y el caballo, la cabra ó el asno de nuestros establos con los que viven en medio de las selvas.

Segundo: los animales experimentan tambien tras-

formaciones importantes por el entrecruzamiento con individuos de su misma especie. Es indudable, ya que por la generacion se trasmiten á los hijos los caractéres orgánicos de los padres, que cruzando entre sí animales de una misma especie, que se distingan por alguna cualidad característica, como el color, la agilidad, la perfeccion física, etc., puede conseguirse, al cabo de algunas generaciones dirigidas con esmero, fijar definitivamente esas cualidades, llegando á constituir nuevas variedades susceptibles de perpetuarse por reproduccion. El mejoramiento de las razas animales no reconoce en el dia otros principios, y así es como han podido obtenerse carneros de abundante y fina lana; bueyes mónstruos por su gordura y notables al mismo tiempo por las exquisitas cualidades de su carne; caballos de extraordinaria ligereza ó de formas atléticas, segun el uso á que se les destina, y esa variedad en el plumaje ó en la forma del pico ó de la cabeza, que constituye el encanto de los aficionados á la cria de palomos, de canarios ó de otras aves semejantes. Idénticos resultados se obtendrian con el hombre si fuera posible subordinar el matrimonio al exclusivo objeto del perfeccionamiento de la especie, y no es de extrañar, por lo mismo, que el gran Federico de Prusia consiguiera que los habitantes de las cercanias de Potsdam tuvieran una talla mayor que los de las comarcas inmediatas, si es cierto, como se asegura, que casaba á los granaderos de su guardia, de grado ó por fuerza, con las muchachas mas altas del país.

Causas análogas han contribuido en todas épocas á que las imperfecciones físicas ó los vicios de conformacion, puramente accidentales, hayan podido reproducirse en determinadas familias, ó en ciertos animales, y hasta constituir nuevas razas, como las de los perros sin cola, ó con la nariz partida, la de los bueyes sin cuernos, etc., y en cuanto al hombre, se observa con

frecuencia que los defectos físicos, como el labio leporino, la deformidad de los piés, la superabundancia ó la falta de algunos dedos, el enanismo, etc., se transmiten de padres á hijos por dos, tres ó mas generaciones, y en algunos casos hasta se perpetúan de una manera indefinida, como ha sucedido á los peruanos, que por la costumbre de comprimir el cráneo de sus hijos, lo que en un principio era una deformidad accidental, se ha hecho entre ellos permanente á pesar de que esa costumbre bárbara ha desaparecido casi por completo.

Tercero: los animales de una especie determinada adquieren igualmente modificaciones importantes por el entrecruzamiento con individuos de otra especie distinta, en los poquísimos casos en que esta clase de cruzamiento puede tener lugar.

Si las especies animales pueden modificarse de la manera que acabamos de indicar, y si con una sola pareja de carneros, por ejemplo, podemos formar á nuestra vista un rebaño mas ó menos numeroso, cuyos individuos adquieran despues de cierto número de generaciones caractéres diferentes de los que tenían sus primeros padres, ya en el color, ya en la abundancia ó en la finura de la lana, ya en el desarrollo del sistema óseo ó del sistema muscular; si podemos hacer que se perpetúen y que sean como el principio de nuevas razas hasta algunos vicios de conformacion accidentales, y todo esto sin mas que por la influencia de las condiciones climatológicas ó por la inteligente direccion de los cruzamientos, no debe parecernos extraño que los hombres, aun procediendo de una sola pareja primitiva y siendo todos de la misma especie, hayan adquirido en el transcurso de los siglos y segun las influencias á que pueden haber estado sujetos, las diferencias que constituyen las distintas razas que se conocen; con tanto mas motivo cuanto que esas diferencias no son

tan grandes ni tan profundas como las que se observan en otras especies de animales.

Los poligenistas, ó los que sostienen la pluralidad de las especies humanas, y de consiguiente la de las parejas primitivas, se fundan principalmente en la diferencia del color de la piel, en la distinta forma del cabello, en la proporcion relativa de las extremidades y en la diversa configuracion del cráneo que los hombres pueden presentar. Veamos hasta qué punto alcanza la importancia de estas modificaciones.

Con respecto al color, los tipos principales son el blanco, el amarillo y el negro, observándose además algunos matices intermedios. La coloracion negra depende exclusivamente de la abundancia de granulaciones pigmentarias en las células profundas del cuerpo mucoso de Malpighi, sin que ni el dermis ni las demás partes del organismo presenten ninguna otra alteracion; de modo que los diferentes matices de la piel no reconocen otra causa que simples modificaciones en el trabajo nutritivo de sus capas superficiales. Fácil es comprender con esto la influencia que pueden haber ejercido las condiciones climatológicas en este trabajo de nutricion, modificando las granulaciones pigmentarias lenta pero constantemente hasta producir un cambio definitivo que se trasmite por reproduccion y que sirve de carácter distintivo de determinadas razas. Es tanta la influencia del clima en el color mas ó menos oscuro de la piel, que hoy mismo podemos hacerla perceptible, de cien maneras diferentes. El árabe ó el marroquí son mas morenos que los españoles y portugueses, y estos lo son á su vez mucho mas que los ingleses ó alemanes. El negro de Angola pierde en parte la intensidad de su color si se le traslada á las regiones del Norte, y el blanco caucásico mas puro adquiere un tinte atezado á los pocos años de permanencia en la proximidad de los trópicos. La galli-

na de Cochinchina tiene la piel amarilla, la de Europa blanca, y negra la de algunas comarcas de Asia y de África. No debe, pues, considerarse la coloracion como carácter distintivo de la variedad de las especies.

Lo mismo debemos decir del ensortijamiento y del color de los cabellos, puesto que son numerosísimas las variedades que acerca de este punto se observan hasta entre los individuos de una misma familia. Ya hemos visto, por otra parte, que carneros, por ejemplo, nacidos á nuestra presencia de una sola pareja, adquieren al cabo de pocas generaciones, si los cruzamientos son bien dirigidos, lanas blancas ó negras, largas ó cortas, ensortijadas ó sedosas, segun sea el objeto que nos proponemos, y esto demuestra de una manera indudable que los diferentes caracteres que acabamos de indicar no son una prueba de la diversidad de las especies.

Las diferencias relativas á la forma del cráneo son tambien en el hombre infinitamente menores que las que se observan entre los individuos de otras especies animales. Compárese sino la cabeza de dos perros, uno lebel y el otro perdiguero, ó la de dos cerdos, domesticado el uno y silvestre el otro, y se verá si esas diferencias son algo mas profundas que las que existen entre los hombres de distinta raza.

Existen datos, aun mas importantes que todos los anteriores, para demostrar que el hombre forma parte de una sola familia y que procede de un tronco único y comun. Los casos de ayuntamiento carnal entre animales de especie diferente son rarísimos. Para que el caballo cubra la borrica es preciso taparle antes los ojos, y solo á fuerza de paciencia y empleando toda clase de supercherías y de engaños se ha conseguido alguna vez que cohabiten el tigre y la leona, el perro y la loba, la liebre y el conejo. La naturaleza, como dice Cuvier, ha dotado á las especies de esa aversion instintiva para evi-

tar las infinitas alteraciones que de su mezcla podian resultar. Pues bien, en el hombre esta aversion no existe, y cualquiera que sea el color de la piel y las demás diferencias que entre sus distintas razas se noten, la union de los dos sexos se verifica de la manera mas natural, lo que por si solo ya indica que su especie es una misma.

Hay mas; como si la naturaleza no quisiera verse burlada y como si hubiera previsto la posibilidad de que se juntaran individuos de especies diferentes á pesar de la aversion á que hemos hecho referencia, ha evitado las consecuencias de esas uniones anormales haciéndolas estériles. ¿Qué resulta, en efecto, de la aproximacion sexual de especies diferentes, aunque sea de aquellas que mas semejanza tienen entre si? Séres híbridos, individuos completamente infecundos ó cuya fecundidad se extingue á la segunda ó tercera generacion. Entre las aves, se han emparejado alguna vez la oca y el pato, el faisán y la gallina, el gallo y la pintada, pero los híbridos que resultan ya no pueden fecundarse. Entre los mamíferos, la union del asno con la yegua dá lugar á la procreacion del mulo, que es infecundo y que solo en algun caso muy raro ha podido reproducirse sin que la fecundidad alcance ya á ninguno de sus hijos. En el mismo caso se encuentran los híbridos que resultan de la union del bisonte con la vaca, del asno con la cebra, y de algunos otros, bien escasos en número, que hasta ahora se conocen. Lo contrario sucede en el hombre. Donde quiera que se le examine y cualquiera que sea la raza á que pertenezca, el macho fecunda á la hembra, sea blanca, sea de color, y la fecundidad se trasmite de una manera indefinida y de generacion en generacion á cada uno de sus hijos; de modo que, ó hay que confesar que todos pertenecen á la misma especie, ó es preciso suponer que las especies humanas en el caso

de que existan se rigen por leyes especiales, completamente distintas de las que presiden á la reproduccion de todos los demás séres de la naturaleza.

CAPÍTULO II.

Formas de la generacion.

§ 107.

La reproduccion de los individuos, lo mismo en el reino vegetal que en el animal, puede efectuarse de tres maneras diferentes: por excision, por gemmacion y por germinacion, es decir, por huevos ó semillas. Ya hemos dicho anteriormente que la generacion espontánea es imposible.

Los vegetales se reproducen por excision cuando, cortada una de sus ramas y plantada en la tierra, crece y se desarrolla formando al fin un vegetal semejante á aquel de que procede. Este modo de reproduccion se observa tambien en algunos animales, con la sola diferencia de que mientras en los primeros la excision es siempre accidental ó provocada, en los segundos puede ser además espontánea ó completamente fisiológica. Las hidras ó pólipos de agua dulce, por ejemplo, las lombrices y algunos otros anélidos, como los nais, pueden ser divididos por mitad ó en trozos mas pequeños, y cada fragmento se desarrolla reproduciendo la porcion que le falta hasta formar un animal completo.

Por otra parte, la vorticela micróstoma, algunos zoófitos globulosos, las medusas y ciertos gusanos planos intestinales, se multiplican por excision natural, con independencia de toda mutilacion y como resultado de un trabajo fisiológico que comienza por un estrechamiento, ya á lo largo, ya á través del cuerpo del animal hasta que por último queda separado en dos mitades,

cada una de las cuales tiene su existencia propia é independiente.

La generacion gemmípara tiene bastante analogía con la anterior, y únicamente se diferencia en que es siempre espontánea y en que la parte que ha de constituir el nuevo animal, empieza por una especie de yema ó de tubérculo redondeado, macizo primero y con una cavidad en su interior despues, hasta que adquiere poco á poco el conjunto de caractéres de su especie y se desprende por último para reproducirse á su vez de una manera análoga á la de sus progenitores. Se observa esta forma de reproduccion en los acalefos, espongiarios, infusorios y algunos otros zoófitos.

Á medida que la organizacion se perfecciona, las dos clases de reproduccion de que acabamos de hablar se van haciendo mas difíciles, de modo que en los moluscos, los crustáceos, los insectos, los reptiles y los peces ya no hay gemmacion ni excision espontánea ó fisiológica, y cuando se excinde accidentalmente alguna de las partes que los constituyen, lo único que se observa es que, si la mutilacion no es tan considerable que ocasione la muerte del animal, pueden aun reproducirse en él algunas de las partes separadas, como las patas en los cangrejos, las colas en las lagartijas, los ojos en los lagartos verdes, y la cabeza en algunos caracoles. En las aves y en los mamíferos, ni aun esto es ya posible, y únicamente se regeneran algunos elementos anatómicos y algunos tejidos, como sucede en la cicatrizacion de las heridas.

La generacion ovípara, que es la mas general, la que se observa en casi toda la série de los seres, aun en los de organizacion mas rudimentaria y hasta en la mayor parte de aquellos que se reproducen tambien por fraccionamiento y por gemmacion, presenta como carácter fundamental, por una parte, el desarrollo del óvulo, pro-

ducto de un órgano particular llamado *ovario*; y por otra, el de un humor fecundante, el *esperma*, segregado por otro órgano llamado testículo. En los animales pertenecientes á las clases superiores, los ovarios y los testículos se encuentran en individuos diferentes, el macho y la hembra; en los de las clases inferiores pueden hallarse reunidos en un mismo individuo, en cuyo caso recibe el nombre de hermafrodita. Como el óvulo ó huevecillo no adquiere la facultad de desarrollarse sino cuando está fecundado, es decir, cuando se ha puesto en contacto con el *esperma*; y como para esto se necesita el concurso de los órganos masculinos y femeninos, ya estén en individuos diferentes ó en uno mismo, la generacion ovárica ha recibido tambien el nombre de *generacion sexual* para diferenciarla de la que tiene lugar sin sexo, por fraccionamiento ó por *gemmacion*, llamada *partenogenética*.

Algunos fisiólogos admiten la posibilidad de que los óvulos ó huevecillos se desarrollen en determinados casos sin previa fecundacion; pero los datos en que se apoyan no nos parecen suficientemente exactos. Se dice que en las abejas de un enjambre hay tres clases de individuos: los machos, las hembras estériles, que son las trabajadoras, y una hembra capaz de reproduccion: la reina. Esta es fecundada una vez al año por uno de los machos que la rodean, quedando depositado el *esperma* en el *receptaculum seminis*, á fin de que ella misma pueda ir fecundando los huevos que ponga en adelante. Ahora bien, segun se añade, si la reina pone los huevos en ciertas celdillas del panal, quedan fecundados y producen, ó hembras estériles ó una reina, y si los pone en otras, quedan infecundos y dan lugar al desarrollo de los machos. Pero ¿cómo se sabe que estos últimos huevos no han estado sujetos á la influencia del líquido *espermático*? En vez de recurrir, para explicar este fenómeno,

al instinto de la reina ó á la figura y disposicion de las celdillas que permiten ó no permiten, segun los casos, el contacto de los mismos con el sémen, cosas ambas que no están demostradas, ¿no es mas natural suponer que todos ellos están igualmente fecundados, y que si los unos producen hembras, estériles ó no, y los otros machos, se debe á influencias no bien conocidas todavía, como sucede á las demás especies, que tambien engendran machos ó hembras sin que sepamos de positivo en qué consiste? Nosotros, pues, hasta que otra cosa se demuestre, estamos en la conviccion íntima de que la generacion ovular no es posible á no ser cuando el sémen se pone en contacto con el óvulo, suponiendo que estos dos elementos tengan las condiciones indispensables para que pueda efectuarse la fecundacion.

El contacto del líquido fecundante con el huevo no se verifica siempre de una manera igual. En unos casos, como sucede en los peces, la hembra pone los huevos, y solo cuando han salido al exterior es cuando el macho los rocía y los fecunda; en otros, como sucede en las aves, el macho deposita el esperma en los órganos sexuales de la hembra y en ellos es donde tiene lugar la fecundacion, sin perjuicio de lo cual el huevo sale tambien al exterior para adquirir su completo desarrollo, y en otros, como sucede en los mamíferos, fecundado el huevo en el interior de la hembra, se fija despues en la matriz, donde se desarrolla á expensas de la madre hasta que tiene lugar el *nacimiento* cuando el feto es ya viable, para lo cual se necesita mas ó menos tiempo, segun la especie á que pertenece el animal.

La propagacion del hombre se efectúa por generacion sexual, fecundacion interna y desenvolvimiento intra-uterino, verificándose el nacimiento á los nueve meses de la fecundacion. Veamos ahora las condiciones que esta necesita para que pueda realizarse.

SECCION SEGUNDA.

Funcion propia del macho ó funcion espermática.

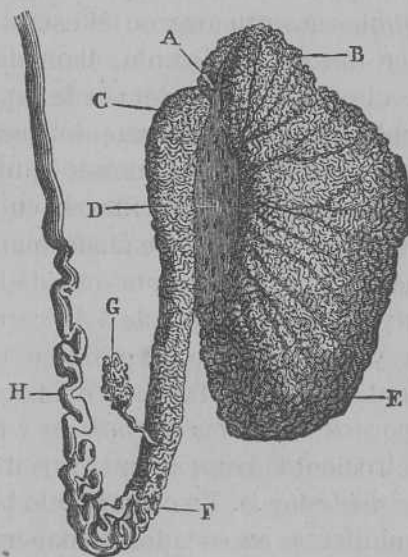
CAPÍTULO PRIMERO.

Del esperma y de los órganos que lo segregan.

§ 108.

El esperma ó líquido fecundante es el producto de la secrecion de los testículos. Los testículos son dos glándulas tubulosas, situadas en el escroto, cubiertas de una túnica fibrosa, resistente, llamada albugínea, mas espesa en la parte media del borde superior, donde forma un abultamiento cuneiforme—el *cuerpo de Highmore*—del cual parten prolongaciones celulares que dividen el interior de la cubierta fibrosa en una série de cavidades que comunican entre sí, formando el armazon ó estroma de la glándula. Estas cavidades, de figura piramidal, cuya base corresponde á la cara interna de la albugínea y cuyo vértice termina en el cuerpo de Highmore, contienen la sustancia propia de la glándula, constituida por los *conductos seminíferos* y forman trescientos ó cuatrocientos compartimientos diferentes llamados *lóbulo del testículo*. En cada lóbulo hay dos ó tres conductos seminíferos, enroscados á manera de espiral, que se anastomosan entre sí y con los de los lóbulos inmediatos, de modo que al llegar á poca distancia del cuerpo de Highmore, hácia el cual se dirigen, quedan reducidos á diez ó doce conductos algo mayores, llamados *vasos rectos*. Los vasos rectos perforan la túnica albugínea, se anastomosan unos con otros, formando la *red de Haller* ó *rete vasculosum* y van á parar á los *conductos*

eferentes, cuyas circunvoluciones, al llegar á la superficie exterior del testículo, constituyen el *epidídimo*, el cual termina en un conducto único ó *conducto deferente*. Los conductos deferentes, uno de cada lado, suben hácia el abdomen, en el cual penetran por el *anillo inguinal*, llegan á los lados de la vejiga, se unen al conducto excretorio de la *vesícula seminal* correspondiente y se abren en la porcion prostática de la uretra tomando el nombre de *conductos eyaculadores*. En las últimas porciones del epidídimo y en la proximidad de lo que se llama su *cola* se encuentra una prolongacion en forma de ciego llamada *vaso aberrante*.

FIGURA 77.^a

A cuerpo de Highmore. **BE** lóbulos formados por las circunvoluciones de los conductos seminíferos. **C** cabeza del epidídimo. **D** epidídimo, continuación de los conductos eferentes. **F** cola del epidídimo. **G** vaso aberrante. **H** conducto deferente.

Los conductos seminíferos que constituyen la parte esencial del testículo, porque es donde se elabora el

esperma, tienen una pared propia con núcleos longitudinales y tapizada de células, unas esféricas y otras poliédricas.

Los testículos, desarrollados primitivamente en el abdómen, solo descienden al escroto hácia el séptimo mes del embarazo. Hay casos, sin embargo, en que este descenso se efectúa despues del nacimiento ó en que no tiene lugar nunca, ocasionándose por esta causa diferentes vicios de conformacion, puesto que á veces el testículo y el epidídimo no se desenvuelven y solo se encuentra el conducto deferente en la bolsa escrotal; otras, la ausencia, la atrofia ó la parálisis del *gubernaculum testis* obliga al testículo á permanecer en el sitio de su desarrollo primitivo; otras, el testículo se inflama y adquiere adherencias en uno ú otro punto del corto trayecto que debe recorrer antes de llegar al escroto, y otras, en fin, el mismo gubernaculum se adhiere al epidídimo y no al testículo, de modo que este último queda en el abdómen á los lados de la columna vertebral, y el primero y el conducto deferente descienden á las bolsas, etc.

§ 109.

Esperma.—Hemos dicho que el esperma es el producto de la secrecion de los testículos; pero el liquido fecundante se mezcla en su trayecto con los humores segregados por los conductos deferentes, las vesículas seminales, las glándulas de Cooper, la próstata y las glándulas uretrales, de manera que cuando sale al exterior, por el conducto de la uretra, es ya un liquido mixto, que si bien conserva sus propiedades fundamentales, adquiere algunas otras que, cuando menos, le modifican en su cantidad, consistencia, color, etc.

El esperma así constituido es un líquido blanquecino, ligeramente salado, de un olor particular parecido al de la flor del castaño, de consistencia mucilaginosa y de densidad algo mayor que la del agua. Al contacto del aire se deseca y toma un color amarillento. Si la desecación es lenta, esparce un fuerte olor amoniacal. Su reacción es neutra ó débilmente alcalina; no coagula por la ebullición después de filtrado; los ácidos producen un ligero enturbiamiento, que desaparece en un exceso de reactivo y que reaparece con el cianuro férrico-potásico.

La sustancia orgánica que hay en el sémen fué designada por Berzelius con el nombre de *espermátina*. Aunque tiene mucha analogía con los cuerpos albuminoideos, se diferencia de la albúmina en que no se coagula por el calor y en que, coagulada por el alcohol y disuelta en una legía caliente de potasa, no precipita si se neutraliza la potasa por el ácido nítrico. Se sospecha que la espermátina se halla solo en los *espermatozoides* ó *animalillos espermáticos* que se descubren en el sémen cuando se le observa con el microscopio, porque cuando estos no existen, como en la infancia ó en algunos otros casos de que nos ocuparemos mas adelante, tampoco se encuentra esa sustancia albuminoidea. En cien partes de esperma, hay, según Vauquelin, noventa de agua, seis de espermátina ó materias extractivas, tres de fosfato de cal y otras sales, y una de sosa.

Entre todos los caracteres del esperma los mas importantes son los que se descubren por medio del microscopio. Según Liégeois, se perciben bajo el campo de este aparato en el esperma humano:

Primero: células epiteliales pavimentosas que proceden de la mucosa uretral; núcleos esféricos y células cilíndricas que provienen de la mucosa del conducto deferente ó del epidídimo.

Segundo: leucocitos que se forman en la superficie de las vías de excreción.

Tercero: granulaciones finas, redondeadas, esféricas, que refractan la luz á la manera de las materias grasas.

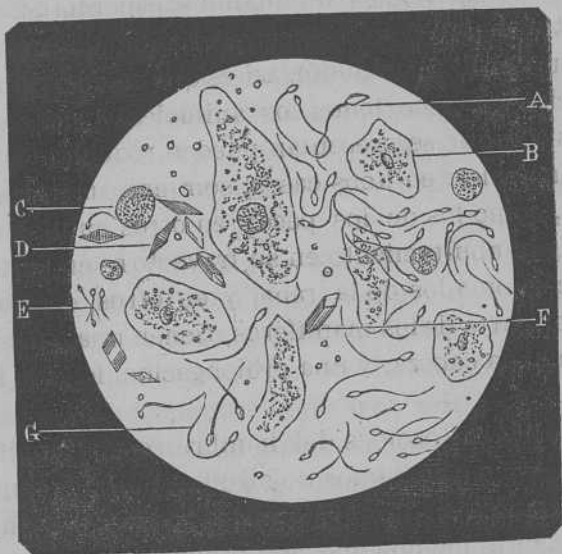


FIGURA 78.^a

AG espermatozoides, algunos de ellos anormales. **B** célula epitelial pavimentosa y á su izquierda una gran chapa seminal. **C** leucocitos. **DF** cristales de fosfato de magnesia. **E** espermatozoides de cabeza pequeña que se encuentran en algunos sujetos. Además se observan en diferentes puntos pequeñas granulaciones del humor prostático á las que el esperma debe principalmente su color.

Cuarto: vibriones si el esperma ha experimentado durante cierto tiempo el contacto del aire.

Quinto: cristales de fosfato de magnesia que no aparecen sino cuando el esperma está frio. Estos cristales son prismáticos, oblicuos, de base romboidal.

Sexto: chapas seminales de volumen y forma variables, que refractan débilmente la luz.

Y séptimo: filamentos movibles ó espermatozoides, que por su importancia merecen un exámen especial.

§ 110.

Espermatozoides.—Los espermatozoides, espermatozoarios, zoospermos ó animalillos espermáticos, etc., constituyen la parte esencial del sémen, pues á ellos debe su virtud fecundante, así es que se encuentran sin excepcion en el de todos los animales. Las diferentes formas con que se presentan pueden reducirse á tres tipos principales: en unos casos, son mas ó menos redondeados, como los de los peces; en otros puntiagudos, y sin ningun abultamiento en su trayecto ni en sus extremidades, como los de la rana, y en otros, como los de la mayor parte de los mamíferos, tienen una parte abultada llamada cabeza, y una prolongacion delgada llamada cola.

Los espermatozoides del hombre, cuya longitud es de unos cinco centésimos de milímetro, tienen un cuerpo ó cabeza en figura de almendra y una cola que se vá adelgazando á medida que se aproxima á su terminacion. M. Godard ha encontrado en ciertos casos algunos zoospermos de cabeza mas pequeña y de movimientos mas rápidos y persistentes, y otros de cabeza mucho mas abultada. Por lo general, el diámetro longitudinal de la cabeza, que es algo aplanada, no pasa de unos cinco milésimos de milímetro.

Los espermatozoides ejecutan movimientos bastante rápidos por medio de ondulaciones de la cola, que hacen avanzar el cuerpo hácia adelante y en línea recta mientras no encuentran algun obstáculo que les haga cambiar de direccion. Cuando hallan en su trayecto alguna célula epitelial ó algun cristalito, lo lanzan á cierta distancia, lo que indica que en sus movimientos despliegan cierta fuerza. La velocidad con que caminan es, segun M. Henle, de cinco centésimos de milímetro por

segundo, de modo que en este tiempo recorren un espacio próximamente igual á su longitud.

El movimiento de los espermatozoides es mas rápido en el momento de la eyaculacion que algun tiempo despues, y pasadas algunas horas desaparece por completo, á no ser que se les conserve en receptáculos cerrados para evitar la evaporacion, en cuyo caso persiste por dos ó tres dias. La duracion de este movimiento depende de gran número de circunstancias análogas á las que influyen en los movimientos que hemos llamado vibrátiles, y donde es mas persistente es en los líquidos cuya concentracion se parece á la del esperma, como las mucosidades de la próstata, de las vesículas seminales y de los órganos genitales de la mujer, no siendo extraño, por lo mismo, que Kölliker haya encontrado espermatozoarios todavía movibles en el epidídimo y canal deferente del toro seis dias despues de la muerte del animal; que Godard los haya hallado tambien en el canal deferente de un ajusticiado á las setenta y dos horas de haber sido decapitado, y que M. Percy, de Nueva-York, los haya recogido todavía vivos, en el cuello del útero de una mujer, ocho dias despues del último cóito.

Los espermatozoides se encuentran tambien en los vegetales, y aunque en la generalidad de los casos se presentan bajo la forma de pequeñas granulaciones dotadas de movimiento, granulaciones cuya reunion constituye los granos del polen, hay vegetales, como ciertas criptógamas, cuyos espermatozoides están completamente desenvueltos y dotados de movimientos tan vivos como en los del hombre.

Por regla general, los líquidos muy diluidos perjudican los movimientos de los espermatozoides; así es que desaparecen al poco tiempo en el agua y aun en la saliva y se extinguen casi instantáneamente en los ácidos minerales, en el alcohol, en el éter, los aceites, la

creosota, el cloroformo y en las disoluciones de muchas sales metálicas. Lo contrario sucede con los líquidos ligeramente alcalinos y con las disoluciones de algunas sustancias neutras, como la albúmina, la glicerina, la urea, puesto que en todas ellas los movimientos se hacen mas activos. Aunque el esperma esté desecado, no mueren siempre los zoospermos, pues hay veces en que con solo humedecerlos, recobran sus movimientos; lo mismo sucede con el frio, pues aunque ordinariamente los mata, en algunos casos han recobrado su vitalidad, sin mas que calentarlos, despues de haber estado cuatro dias á la temperatura del hielo.

Lo mas notable es la resistencia que oponen á la putrefaccion y á los agentes químicos, por enérgicos que sean, aun despues de haber desaparecido su vitalidad. Segun asegura Liégeois, á los cinco ó seis meses de la eyaculacion conservan todavia su forma si se les tiene en receptáculos cerrados; y por otra parte no se disuelven ni se destruyen por el ácido sulfúrico, ni por el nítrico ó clorhídrico, ni aun por el amoníaco concentrado, lo que sorprende tanto mas, cuanto que, como veremos mas adelante, se disuelven con extraordinaria facilidad en cuanto se ponen en contacto con el líquido contenido en el óvulo que deben fecundar.

La causa de los movimientos de los espermatozoides es completamente desconocida. Unos creen que su órgano activo es la cabeza, otros la cola; pero ya hemos dicho al hablar de los movimientos vibrátiles que, segun todas las probabilidades, los zoospermos no son mas que pequeños aparatos de vibracion, provisto cada uno de una sola pestaña, que es la cola, mientras que la cabeza corresponde al cuerpo de la célula; así lo hace al menos sospechar la circunstancia de que, lo mismo los movimientos vibrátiles que los zoospérmicos, se activan, se paralizan ó se destruyen por la influencia de iguales causas.

La formación de los espermatozoides, lo mismo que la del esperma testicular, se efectúa en los conductos seminíferos y á expensas, segun todas las probabilidades, de las células que tapizan sus paredes. M. Godard asegura que en el líquido extraído de los canaliculos espermáticos se encuentran, además de células epiteliales y de glóbulos de grasa, otras células voluminosas, esféricas, llenas de una sustancia granulosa, que son, por decirlo así, las madres de los espermatozoarios. Hé aquí, segun el referido autor, la manera de efectuarse su desenvolvimiento.

Los gránulos que forman el contenido de la célula madre A se condensan dibujándose en su interior el perfil de una ó muchas células hijas, C y D. Mas tarde, la célula madre se rompe dejando en libertad la célula ó las células hijas que contiene, las cuales pueden ser ó estériles, en cuyo caso no encierran ningun rudimento zoospermático, como en E, ó presentan en un punto cualquiera de su periferia una acumulacion de gránulos, que es el origen de la cabeza de los espermatozoides, como en F y G. Al cabo de algun tiempo, se condensan otros gránulos para formar la cola H, y por último, la célula hija se rompe, I, y el filamento espermático queda en libertad suspendi-



FIGURA 79.

do en el líquido que llena los conductos seminíferos, al principio, con la cola acaracolada como en J, después, ya mas distendida, como en K, y al fin, en la posición que debe conservar en lo sucesivo, como en L, desde cuyo momento empieza á ejecutar los movimientos que le caracterizan.

Los espermatozoides, cualquiera que sea el procedimiento de que la naturaleza se valga para su desarrollo, desempeñan un papel importantísimo en la generacion, pues cuando ellos faltan, el esperma es completamente infecundo. Por eso, el hombre adulto, y aun el viejo, que pueden fecundar en todo tiempo á la mujer, presentan siempre zoospermos en el líquido seminal, á veces hasta los setenta, y aun hasta los ochenta años, mientras que no se observan antes de la pubertad, ó al aproximarse la decrepitud, es decir, cuando no hay todavía facultad fecundante, ó cuando ya ha desaparecido por la influencia de la edad. Por eso, en los animales que únicamente se emparejan en ciertas épocas del año, la secrecion testicular no produce espermatozoides sino en el periodo del celo, desapareciendo la fecundidad en todos los demás. Por eso, los híbridos ó los hijos de animales que pertenecen á especies diferentes, que, como hemos dicho, son infecundos, no tienen zoospermos, á no ser en los rarísimos casos en que pueden reproducirse. Por eso, en fin, los vicios de conformacion ó las enfermedades que imposibilitan el trabajo testicular indispensable para el desarrollo de los filamentos espermáticos, ó para el paso de los mismos desde el testículo á las vesículas seminales y la uretra, ocasionan la incapacidad para la fecundacion, pues aunque en alguno de estos casos puedan sentirse estímulos venéreos y haya eyaculacion, le falta al esperma su cualidad fecundante ó los filamentos movibles á quienes la debe.

CAPÍTULO II.

Excrecion espermática.

§ 111.

El esperma elaborado en los testículos, atraviesa, segun hemos dicho, el sistema esponjoso de las cavidades del cuerpo de Highmore y los conductos del epidídimo para dirigirse por el conducto deferente á las vesículas seminales, y de aqui, despues de una permanencia mas ó menos prolongada, á los conductos eyaculadores y canal de la uretra, por el cual sale al fin al exterior. Indicaremos brevemente las causas que contribuyen al paso del esperma por estos diferentes conductos y las principales modificaciones que experimentan en su trayecto.

Los conductos seminíferos, donde el esperma se elabora, no tienen mas abertura que la que comunica con el epidídimo por medio de los vasos rectos y conductos eferentes, de modo que, impulsado el sémen por las nuevas cantidades que sucesivamente se van formando, penetra en el epidídimo, y favorecido por su propio peso, desciende hasta la parte inferior, mezclándose de paso con las mucosidades que encuentra y con el humor segregado por los vasos aberrantes. Desde la parte inferior ó cola del epidídimo, se eleva al conducto deferente, impelido por las contracciones del cremaster, las de las fibras musculares de la túnica fibrosa, las del cordon espermático y las del mismo conducto deferente; y cuando llega á la parte superior de este conducto, no pudiendo vencer la resistencia del orificio eyaculador, penetra sin dificultad en la vesícula seminal cor-

respondiente, siendo ya mas abundante, menos denso, y de un color mas agrisado por su combinacion con los productos secretorios de los elementos glandulares que se hallan en el espacio recorrido. Durante su permanencia en las vesículas seminales, adquiere nuevas modificaciones, porque el humor segregado por estos receptáculos, que es muy abundante, opaco, viscoso y de un gris amarillento, se une y comunica sus propiedades al sémen testicular, cuya cantidad es proporcionalmente muy pequeña.

Cuando las vesículas seminales están mas ó menos distendidas por el liquido que á ellas afluye, ó cuando, aun sin estarlo, tienen lugar excitaciones voluptuosas, se contraen enérgicamente las fibras musculares lisas contenidas en sus paredes y en la cubierta que las envuelve, y la mayor parte del esperma contenido en su interior, que no puede retroceder al conducto deferente, por impedirlo el que asciende al mismo tiempo desde los testículos, atraviesa los conductos eyaculadores penetrando en la porcion prostática de la uretra. Al llegar á este punto, su presencia provoca la contraccion de las fibras lisas y las del músculo estriado de la próstata ó músculo de Sappey, y comprimido el sémen sin que pueda penetrar por el cuello de la vejiga, se dirige á la porcion membranosa de la uretra, donde, contrayéndose tambien el orricular de la uretra ó músculo de Jarjay y las fibras longitudinales lisas que se encuentran en este punto, lo impulsan hácia la porcion esponjosa, de la que es lanzado al exterior por las contracciones rítmicas de los músculos bulbo é isquio-cavernosos.

El esperma, en su trayecto á lo largo de la uretra, se une al liquido prostático—del que recibe parte de su color blanco lechoso,—al segregado por las glándulas de Cooper ó bulbo-uretrales, las de Littre y los sacos glandulares de Morgagni, cuyo principal objeto parece

ser el de lubricar el conducto de la uretra para que el esperma salga con facilidad y no se adhiera á las paredes del conducto que recorre. Estos líquidos son tambien los que, bajo la forma de un humor trasparente, salen de la uretra antes de la eyaculacion ó despues de terminada, y los que expelen algunos animales castrados, á consecuencia de erecciones mas ó menos prolongadas, aunque en este último caso se mezclan al mismo tiempo con el que segregan las vesículas seminales.

En circunstancias normales, las contracciones musculares que contribuyen á la expulsion del esperma, dependen de una accion refleja provocada por el estimulo que produce en los conductos por donde pasa y por la excitacion mecánica del glande. Hay casos, sin embargo, en que la eyaculacion se efectúa espontáneamente á consecuencia de una excitacion psíquica voluptuosa, como en las poluciones nocturnas; otros, en que se verifica involuntariamente y sin eretismo venéreo por la sola contraccion de los músculos del periné al acabar de expeler la orina, ó en los esfuerzos de la defecacion, sin duda por la atonia de los conductos eyaculadores, como en la *espermatorrea*; otros, en que es difícil, como en las *estrecheces de la uretra*; otros, en que es dolorosa, como en algunas *blenorragias*, y otros, en fin, aunque muy raros, en que es nula, á pesar de haber ereccion y placer venéreo, probablemente por la falta de contractilidad de los músculos de las diferentes partes que contribuyen á su expulsion, como en el *espermatismo*. La eyaculacion que se observa algunas veces en los que mueren ahorcados es determinada por la contraccion muscular de las vías excretorias á consecuencia de la compresion y magullamiento de la médula espinal.

§ 112.

Ereccion.—En el estado normal, la eyaculacion del sémen debe ir siempre precedida de la ereccion, es decir, de la turgescencia de los cuerpos cavernosos que, llenos de sangre, aumentan el volúmen y la consistencia del miembro viril. La ereccion no solo tiene por objeto el facilitar la introduccion del pene en la vagina para que el liquido espermático pueda quedar así depositado lo mas cerca posible del óvulo que debe fecundar, sino que contribuye al mismo tiempo á que la sensibilidad sea mayor, y á que, adaptándose de un modo mas completo á los órganos genitales de la mujer, aumente la superficie de contacto y sea mucho mas viva y mas enérgica la sensacion voluptuosa que acompaña al cóito, convirtiéndose así en un atractivo poderoso, que incita vehementemente al desempeño de una funcion sin la cual quedarian extinguidas las especies animales.

El fenómeno de la ereccion depende del estancamiento de la sangre en los cuerpos cavernosos del pene y de la uretra, á consecuencia de la mayor actividad con que afluye este líquido por las arterias y de los obstáculos accidentales que se oponen á su salida por las venas. Los cuerpos cavernosos, constituidos por un tejido fibroso en el cual se entrecruzan tambien fibras musculares lisas, forman un sistema de cavidades ó celdillas que comunican entre sí y que están en relacion, por una parte, con los ramitos arteriales que en ellas desembocan, y por otra, con los venosos que toman origen en las mismas. Dada esta disposicion, y tratándose de un tejido elástico y además contractil por las fibras musculares que contiene, se comprende con facilidad que si la sangre arterial afluye en mayor cantidad de la acostumbrada, si la venosa encuentra algun entorpeci-

miento á su salida, ó si suceden ambas cosas á la vez, las celdillas irán dilatándose á consecuencia de la sangre que las llena, y la turgescencia y el aumento de volúmen del miembro irán aumentando en la misma proporcion.

Las causas que contribuyen á que la sangre arterial afluya en mayor cantidad de la ordinaria, son: por una parte, el estímulo que el sémen produce en los testículos, vesículas seminales y demás receptáculos que lo contienen; por otra, la excitacion mecánica del pene, y por otra, las excitaciones cerebrales de naturaleza erótica, provocadas por las impresiones que la vista, el oído, el tacto ó los demás sentidos trasmiten al cerebro, evocando el recuerdo de sensaciones voluptuosas experimentadas con anterioridad. Así es que la vista de una mujer hermosa, el simple contacto de su mano ó el sonido de su voz, bastan para provocar el orgasmo venéreo, porque estas excitaciones cerebrales, influyendo sobre los nervios vaso-motores, dilatan los capilares de las arteriolas cavernosas, del mismo modo que se dilatan los capilares de la piel y se pone encendida la cara, por la sola influencia de una emocion moral. Distendido el glande por la mayor cantidad de sangre que en él se acumula, se aumenta su sensibilidad, y obrando por accion refleja, provoca la contraccion del músculo transversal del periné, por el cual pasan las venas profundas que proceden del pene, la de las eminencias traveculares compuestas de músculos lisos en las venas del plexo de Santorin, y en general, la de todos los músculos que tienden á disminuir el calibre de las venas procedentes de los cuerpos cavernosos, contribuyendo de este modo á que la sangre salga de los mismos con dificultad y á que sea mas enérgica y vigorosa la ereccion.

La accion refleja de que acabamos de hablar se extiende al mismo tiempo á todos los demás músculos del

aparato genital, de modo que en el acto de la ereccion se contrae el cremaster, y comprimiendo el testiculo, favorece la excrecion del esperma testicular. Á medida que aumenta la turgescencia de los aparatos erectiles, se contraen tambien los hacecillos musculares que rodean las vesículas seminales, los que están contenidos en el espesor de sus paredes, los de la próstata y los que rodean las glándulas bulbo-uretrales, provocando al fin, cuando la sensacion voluptuosa adquiere su máximum de intensidad, la eyaculacion del sémen y la de los humores contenidos en los conductos que atraviesa.

Como los efectos del estancamiento de la sangre en el tejido erectil del pene son puramente mecánicos, se puede producir en el cadáver una ereccion artificial, para lo que basta colocar verticalmente un tubo que comunique con los cuerpos cavernosos por una de sus extremidades mientras se llena de agua por la otra á la vez que se comprimen los órganos de la pelvis, para evitar su salida por las venas. Cuando el líquido infiltrado de este modo sostiene una columna de agua de dos metros de altura, ó lo que es igual, cuando está sometido á una tension idéntica á la que tiene la sangre en las arterias, la ereccion es casi completa.

Algunos sugetos á quienes ha sido preciso extirpar los testículos á consecuencia de lesiones orgánicas, no han perdido inmediatamente la potencia viril, y hasta han sentido el estímulo venéreo, acompañado de ereccion y derrame de un líquido lechoso, algunos meses y aun años despues de una castracion completa. En estos casos, la secrecion de las vesículas seminales basta para que lenta y paulatinamente se vayan llenando estos receptáculos y para que el estímulo que ocasiona su replecion, favorecido por excitaciones mecánicas del pene y por el recuerdo de sensaciones eróticas, ocasione la ereccion, y aun la salida del líquido contenido en

las vesículas; pero como esas vesículas se atrofian poco á poco despues de la extirpacion de los testiculos, las erecciones son mas lentas y tardías cada vez hasta que al fin desaparecen por completo.

La influencia de las excitaciones eróticas cerebrales. ó la de la imaginacion, que viene á ser lo mismo, es tan evidente en todo lo que se refiere á la ereccion, que á veces basta ella sola para provocarla, como sucede en los ensueños, y en otras, la hace de todo punto imposible, como cuando el hombre está dominado por la repugnancia, por el temor, por el respeto, y sobre todo, por la desconfianza en su facultad viril.

La duracion de las erecciones puede ser en algunos casos tan considerable ó tan frecuentemente repetida, que constituye un estado patológico á que se ha dado el nombre de *priapismo*, indicio generalmente de trastornos de la médula espinal ó de irritaciones en algun punto de las vias genito-urinarias. Hay ciertas sustancias, llamadas *afrodisiacas*, como las cantáridas, el fósforo y algunos otros estimulantes, que favorecen la ereccion, y hay otras, como la digital, el alcanfor, el nitrato de potasa, que producen un efecto contrario; pero ninguna de ellas debe inspirar gran confianza en sus virtudes, poco eficaces de ordinario y mas bien perjudiciales que útiles en la mayoría de los casos.

Tambien los órganos sexuales de la mujer, principalmente el clítoris y el bulbo de la vagina, pueden entrar en ereccion por un mecanismo análogo al que tiene lugar en el hombre, y tambien las glándulas bulbo-vaginales dejan escapar en el acto del eretismo venéreo un liquido abundante destinado á lubricar la vagina, á favorecer la introduccion del pene y á hacer mas voluptuosas las impresiones de las superficies que se ponen en contacto.

La excitacion de los órganos sexuales de la mujer,

durante el cóito, produce igualmente algunos movimientos reflejos que tienen por objeto favorecer la traslacion del esperma á los puntos en que debe ponerse en contacto con el óvulo, puesto que el útero y las trompas adquieren movimientos peristálticos, observados en los animales, que se dirigen hácia el ovario, y que permiten al sémen llegar hasta este punto, á pesar del movimiento vibrátil del epitelio de las trompas que se dirige en sentido inverso.

SECCION TERCERA.

Funcion propia de la hembra ó funcion ovular.

CAPÍTULO PRIMERO.

Ovulacion.

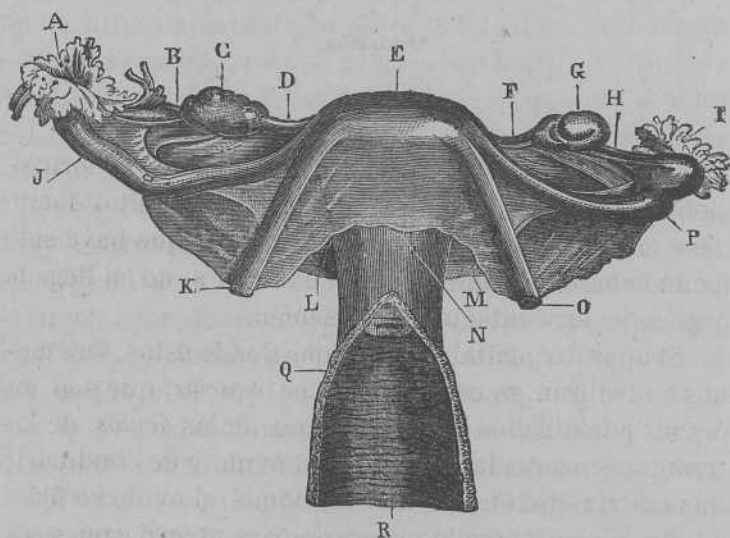
§ 113.

La ovulacion comprende, por una parte, la formacion del óvulo, y por otra, su transporte al sitio donde debe crecer y desenvolverse en el caso de que haya sido fecundado, ó su eliminacion al exterior si no ha llegado á ponerse en contacto con el sémen.

El aparato genital de la mujer donde estos fenómenos se realizan, se compone de los *ovarios*, que son los órganos destinados á la formacion de los *óvulos*; de las *trompas*, encargadas de recibir el óvulo y de conducirlo á la matriz; del *útero* ó *matriz*, donde el óvulo se fija y adquiere el desarrollo necesario para vivir despues con independencian de la madre, y de la *vagina* y de la *bulba*, órganos que reciben el sémen en el acto de la cópula y que están al mismo tiempo destinados á dar salida al producto de la concepcion.

Los ovarios, situados en la escavacion de la pelvis, á los lados del útero, entre la vejiga y el recto, están compuestos de dos sustancias diferentes: una externa, llamada *porcion cortical*, de color blanquecino, que apenas llega á dos milímetros de espesor, constituida por fibras musculares lisas, tejido celular, vasos y nervios,

entre cuyos elementos se encuentran las *vesículas de Graaf*; y otra interna, llamada *porcion bulbosa*, mucho mas gruesa que la primera, puesto que por sí sola forma la mayor parte de la masa del ovario, de color rojizo, desprovista completamente de vesículas, y en la que se encuentran fibras musculares de la vida orgánica, tejido conjuntivo y gran número de vasos, [principalmente venosos. Los ovarios están, además, envueltos en una cubierta muy fina y casi epitelica del peritoneo.

FIGURA 80.^a

AI pabellon de la trompa. **BH** ligamento tubo-ovárico. **CG** ovarios. **DF** ligamento del ovario. **E** útero. **JP** trompas. **KO** ligamentos redondos. **LM** hoja del peritoneo que cubre la cara posterior del útero, y **N** repliegue del peritoneo que cubre su cara anterior, ó ligamentos anchos. **Q** corte longitudinal de la pared de la vagina que permite ver el cuello del útero. **R** superficie interior de la vagina.

Segun las últimas investigaciones de Plüger, el epitelio peritoneal que cubre el ovario penetra en el interior de esta viscera y forma unas utriculas cilindricas,

ramificadas, que pueden considerarse como verdaderos elementos glandulares encargados de la elaboracion de los óvulos y de los ovisacos ó vesículas en que están envueltos. Para este fisiólogo, las vesículas de Graaf no son mas que apéndices desprendidos del saco peritoneal; su epitelio, una parte del epitelio peritoneal; el óvulo, una célula epitélica trasformada, y el ovario, una glándula tubulosa como su análoga, el testículo. Sea de esto lo que quiera, es lo cierto que en la sustancia cortical del ovario se presentan desde los cinco ó seis meses de la vida intra-uterina una multitud de vesículas de Graaf que, segun Sappey, llegan ya al prodigioso número de seiscientos mil en las niñas de tres á cuatro años, y al de setecientos mil en la edad adulta. Se comprende fácilmente que el volúmen de estas vesículas ha de ser extraordinariamente pequeño: por regla general, no pasa de dos centésimas de milímetro, pero en la época de la pubertad adquieren algunas mayor tamaño, y entre estas, hay quince ó veinte mas desarrolladas que las otras. Á medida que alguna de ellas llega á su madurez se aproxima á la superficie del ovario, cuyas paredes se adelgazan, y cuando adquiere el máximo de su desarrollo, presenta una figura esférica de mas de un centímetro de diámetro.

La pared propia de la vesícula de Graaf está compuesta, segun se supone, de dos láminas distintas: la una externa, fibrosa, y la otra vascular. De todos modos, aunque la túnica externa no exista, como asegura Robin, se encuentra en el interior de la célula un líquido trasparente, alcalino, amarillento, y coagulable por el calor, los ácidos y el alcohol. La superficie interna de la vesícula se halla tapizada de gran número de células prismáticas ó esféricas, pavimentosas, y el conjunto de las mismas forma una especie de membrana llamada *granulosa*. Las indicadas células, aglomeradas en mayor

cantidad en un punto cualquiera de esta membrana, producen un pequeño abultamiento á que se ha dado el nombre de *cúmulo* ó *disco prolífero*, y en medio de este disco se encuentra una pequeña esfera, que es el *óvulo* ó *huevo*.

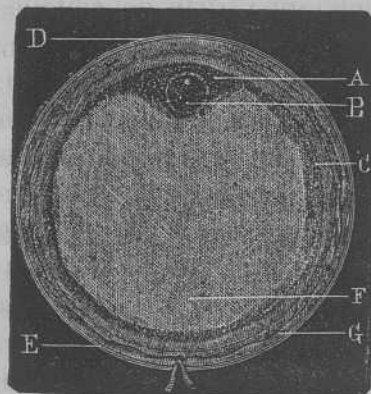


FIGURA 81.ª

D límite externo de la pared propia de la vesícula. **E** límite interno. **G** vasos que se distribuyen en la cubierta vesicular. **C** membrana granulosa. **F** cavidad que contiene un líquido transparente. **A** *cúmulo prolífero*. **B** *óvulo*.

Al llegar la época de la pubertad, cuando alguna de las vesículas adquiere todo el desarrollo de que es capaz, sus paredes, distendidas por el líquido que las llena, se rompen al fin, desgarrándose á la vez la cubierta adelgazada del ovario á que se hallan adheridas, y el huevo, con el disco prolífero y con la mayor parte del líquido contenido en la vesícula, queda en completa libertad. Durante este tiempo, las demás vesículas continúan su evolucion, y en la mujer, cada veintiocho días, poco mas ó menos, llega una á su completa madurez, rasgándose sus paredes y dejando otro óvulo en disposicion de que pueda ser fecundado por el sémen. Conviene tener en cuenta, sin embargo, que el trabajo

fisiológico que se efectúa en el ovario, en virtud del cual las vesículas de Graaf se desenvuelven y se rompen, es completamente independiente de la aproximación sexual. Observaciones numerosísimas han demostrado hasta la evidencia que la glándula ovárica elabora los óvulos, como el testículo elabora el sémen, y que estos óvulos, depositados en el pabellon de la trompa, pueden ser conducidos á la matriz y á la vagina, á fin de ser eliminados al exterior, sin que para ninguna de estas operaciones se necesite la fecundación. Esto no impide que el óvulo pueda ser fecundado despues de su salida del ovario si el esperma se deposita con anterioridad en los órganos sexuales de la hembra; pero, en este caso, se implanta en la matriz y experimenta un nuevo orden de trasformaciones que daremos á conocer mas adelante.

Tambien se ha demostrado que la rotura de las vesículas de Graaf y la salida del óvulo coincide en los animales con la época del celo, caracterizada por la congestion sanguínea del aparato genital y por la salida, á través del mismo, de una mucosidad sanguinolenta; y como estos fenómenos tienen tanta analogía con los que presenta la mujer durante el período menstrual; como se ha observado por otra parte en los ovarios de las que han muerto durante el mismo período ó poco tiempo despues, que casi constantemente se hallaba rota alguna vesicula de Graaf, y como esta rotura se ha comprobado muchas veces en el ovario de jóvenes *virgenes*, se puede asegurar, en el estado actual de la ciencia, no solo que la postura de los huevos presenta en la mujer una grande analogía con la de los peces y las aves, que tambien ponen huevos infecundados cuando están separadas del macho, sino que esa postura espontánea y sin excitacion sexual se verifica todos los meses, coincidiendo con la época de la menstruación.

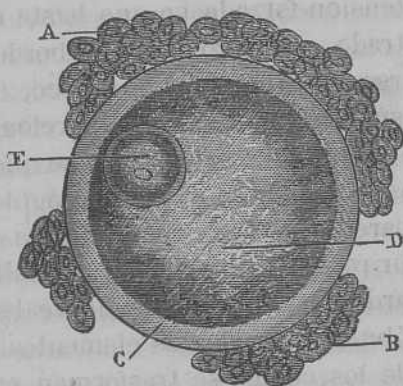
Así como en la mayor parte de los mamíferos se desarrollan á un tiempo dos ó mas vesículas de Graaf, de modo que pueden ser fecundados á la vez diferentes óvulos, dando á luz en cada parto mayor ó menor número de hijos, en la especie humana lo comun es que solo llegue una sola vesícula al estado de madurez, y únicamente en algun caso excepcional se observan embarazos múltiples, lo que indica que solo en muy raras ocasiones quedan mas de dos óvulos en disposicion de que sean fecundados.

Por regla general, el diámetro del óvulo no llega á un décimo de milímetro al tiempo de separarse del ovario, de modo que no es visible con la vista natural. Los huevos de las aves y de los demás animales *ovíparos* son mucho mayores, porque llevan consigo el alimento necesario para las evoluciones que deben experimentar fuera del claustro materno.

El óvulo humano, examinado con el microscopio, presenta la forma de una esfera, rodeada de células semejantes á las de la membrana granulosa, y que probablemente son las mismas del disco prolífero en que estaba envuelto antes de su salida de la vesícula de Graaf. La esfera ovular está formada de una membrana homogénea, amorfa, en la que no se encuentra ningun elemento anatómico; de un espesor considerable con relacion al volúmen del huevo, y que presenta el aspecto de un anillo ancho y trasparente. Esta membrana, llamada *vitelina* ó *zona trasparente*, es considerada por algunos fisiólogos como una simple cubierta de albúmina, análoga á la que rodea la yema del huevo de las aves. Dentro de la membrana vitelina se encuentra la *yema* ó *vitellus*, sustancia semilíquida, compuesta de un conjunto de granulaciones elementales adheridas entre sí por un líquido viscoso.

En el centro del vitellus, cuando el óvulo no ha lle-

gado todavía á su completa madurez, ó en un punto mas próximo á la periferia, si su desarrollo está mas adelantado, se observa una vesícula redondeada, llena de un líquido trasparente y granuloso, llamada *vesícula germinativa*; y en el interior de esta vesícula se halla una pequeña masa granulosa y menos trasparente, á que se ha dado el nombre de *mancha germinativa*. Gran número de fisiólogos aseguran que las partes contenidas en el interior del huevo comunican con el exterior por medio de un pequeño orificio llamado *micropilo*, que existe en la superficie de la membrana vitelina, y que, como veremos mas adelante, desempeña un papel importantísimo en los fenómenos de la fecundacion.

FIGURA 82.^a

Óvulo recogido en el ovario de una mujer de veinticuatro años.

AB células del disco prolifero en que estaba contenido el óvulo. **C** zona trasparente ó membrana vitelina. **D** yema ó vitellus. **E** vesícula germinativa y mancha germinativa.

Cuerpos lúteos.—Inmediatamente despues de la rotura de la vesícula de Graaf y de que el huevo haya quedado en libertad, se verifica en la pared desgarrada del

ovario un trabajo de cicatrizacion, á consecuencia del cual se forma en el sitio ocupado anteriormente por la vesícula un pequeño abultamiento á que se ha dado el nombre de *cuerpo lúteo*, *cuerpo amarillo*, ó *metoario*; y como durante todo el período de la vida de la mujer comprendido entre la pubertad y la edad critica, se van rompiendo sucesivamente las vesículas que llegan al estado de madurez, se encuentran tambien en los ovarios diferentes cuerpos lúteos cuya cicatrizacion se halla mas ó menos adelantada.

No todos los fisiólogos están de acuerdo en cuanto á las causas que contribuyen á la formacion de los cuerpos lúteos; pero parece natural que, una vez rota la vesícula, se contraigan sus paredes, puesto que desaparece la distension forzada en que hasta entonces se habian encontrado, y se aproximen los bordes de la rasgadura para irse aglutinando poco á poco, encerrando, de paso, en su interior una corta porcion de sangre coagulada, de la que forzosamente tiene que haber salido de los vasos desgarrados. Este coágulo, comprimido por las paredes de la vesícula, forma un abultamiento de color rojo oscuro primero, amarillo despues, y gris mas tarde, segun van siendo reabsorbidos la fibrina, los glóbulos y los demás elementos de la sangre, algunos de los cuales se trasforman en una sustancia grasa amarillenta; y como la vesícula continúa retrayéndose sobre sí misma, la superficie interna se arruga, tomando un aspecto parecido al de las circunvoluciones cerebrales. Estas arrugas van desapareciendo pausadamente, lo mismo que el estado hiperhémico de la indicada vesícula, y cuando la reabsorcion es completa, el abultamiento desaparece, y al cabo de veinticinco ó treinta dias, solo queda en la superficie del ovario una cicatriz lineal. Se ha dicho que los metoarios que proceden de vesículas que han sido fecundadas,

son mucho mas abultados y duran mayor tiempo que los otros, pero no nos parece exacta esta opinion.

El desgarramiento periódico de la vesicula de Graaf coincide en la mujer con otro fenómeno importante llamado *menstruacion*, que es el que vamos á estudiar.

CAPÍTULO II.

Menstruacion.

§ 114.

Consiste la menstruacion en un flujo sanguíneo ó sero-sanguinolento, que sale periódicamente del orificio de la vagina, sin traspasar los límites del estado fisiológico, y que solo se presenta en la mujer durante las épocas de la vida en que puede ser fecundada.

En los animales se observa algo parecido á la menstruacion. En el período del celo, los órganos genitales de la hembra adquieren cierta turgescencia y tambien se desprende por el conducto bulbo-uterino un líquido mucoso, amarillento, que despidе emanaciones olorosas; que está mezclado con algo de sangre, y que hasta puede ser completamente sanguíneo, como sucede en algunos monos y otros cuadrúmanos.

La menstruacion no se presenta en la mujer hasta que llega la época de la pubertad. Se citan casos de niñas de seis y siete años menstruadas con regularidad, pero ya eran notables al mismo tiempo por el desarrollo precoz de las mamas y de todo el aparato generador. Como la pubertad se adelanta ó se retrasa, segun el clima, la constitucion, el género de vida y otro gran número de condiciones en que pueden encontrarse los sugetos, el flujo menstrual no se presenta siempre en

una edad determinada, pero lo general es que las primeras reglas aparezcan desde los trece á los diez y seis años.

La aparicion de las reglas vá comunmente precedida de un ligero movimiento febril, dolor en los riñones, abatimiento, malestar y de una impresionabilidad muy exaltada. El flujo menstrual es al principio mucoso y ligeramente sanguinolento; á las pocas horas adquiere un color algo mas subido, y al siguiente dia por lo regular se compone de sangre casi pura. La duracion de este flujo es muy variable: suele ser tanto mayor cuanto menor es la cantidad de sangre evacuada y, en general, persiste de dos á ocho dias. Al concluir, disminuye primero la cantidad de líquido, su color se hace despues menos oscuro y últimamente termina por la salida de una mucosidad mas ó menos espesa. No hay tampoco regularidad en cuanto á la cantidad de sangre que se pierde en cada período menstrual. La alimentacion, el género de vida, el temperamento, etc., influyen considerablemente en que el flujo sanguíneo sea mayor ó menor, pero comunmente no pasa de cuatro á seis onzas.

El color de la sangre es de un rojo mas intenso en las mujeres robustas y bien constituidas que en las enfermas y cloróticas, pero su decoloracion no siempre es un indicio del estado anémico, porque depende, en muchos casos, de la abundancia de algunos flujos vaginales, como las flores blancas, etc. Las mucosidades y humores que la sangre encuentra en su trayecto la comunican tambien un olor particular, haciéndola algo mas viscosa y menos coagulable que la de las venas. Examinada con el microscopio, presenta, segun M. Robin, una gran cantidad de glóbulos rojos, algunos leucocitos, células de epitelio pavimentoso, que provienen principalmente de la vagina, y células prismáticas, desprendidas, segun se cree, del epitelio uterino.

Los intervalos que median de uno á otro período menstrual no son iguales en las diversas mujeres ni en una misma mujer en diferentes épocas. Liégeois dice, refiriéndose á Martin Saint-Ange y á Grimaud, que en Laponia esos intervalos son de un año, y aunque este dato no sea completamente exacto, pues es fácil que se haya tomado como expresion de un hecho general lo que acaso no sea mas que la consecuencia de alguna anomalía particular, es lo cierto que el tiempo transcurrido de uno á otro período menstrual es algo mayor en los climas frios que en los cálidos. Por lo general, la menstruacion reaparece cada veintiocho dias, pero unas veces se adelanta y otras se retrasa, aun en la misma mujer y en la misma localidad, si bien dentro de muy reducidos limites. Se ha supuesto, desde los tiempos de Aristóteles, que la menstruacion estaba subordinada á la influencia de los astros, haciéndola depender principalmente de la revolucion anomalística de la luna; pero esta creencia queda destruida con solo tener en cuenta que, ni todas las mujeres tienen los ménstruos á la vez, ni hay ningun dia del mes en que no menstrúe alguna, cualquiera que sea el período de la revolucion lunar.

La menstruacion está tan íntimamente relacionada con el trabajo fisiológico de los ovarios, que cuando este cesa por cualquiera causa, ó cuando desaparece á consecuencia de la edad, cesa ó desaparece asimismo el flujo menstrual. Por eso no se presenta antes de la pubertad, que es cuando las vesículas de Graaf empiezan á romperse; por eso se suspende durante el embarazo y generalmente tambien durante la lactancia, en cuyas épocas, por regla general, se paraliza la funcion de los ovarios; por eso la atrofia, las alteraciones orgánicas profundas ó la extirpacion de estos aparatos glandulares, ocasionan la falta de las reglas, y por eso, en fin, cuando la mujer llega á la *edad crítica*, cuando

ya no es fecunda, cuando la elaboracion de los óvulos se extingue de una manera definitiva, se extingue tambien definitivamente la menstruacion.

Estas aseveraciones se hallan plenamente confirmadas por los hechos: en los ovarios de las niñas que mueren sin haber menstruado todavía, no se encuentra ningun cuerpo lúteo, ninguna cicatriz; en los de las mujeres que han pasado de la edad crítica, las cicatrices son antiguas, apenas se distinguen; en los de las que mueren poco tiempo despues del período menstrual, el cuerpo lúteo se encuentra en vias de cicatrizacion; las mujeres á quienes ha sido preciso extirpar los ovarios, han dejado de ser fecundas y han desaparecido sus reglas á la vez, y aquellas que, congénitamente, carecen de estos órganos, no solo son completamente estériles, sino que no están menstruadas nunca.

El conjunto de los hechos que acabamos de indicar, demuestra de una manera tan completa la dependencia que existe entre la menstruacion y el trabajo ovárico, que bien puede asegurarse que la causa del flujo menstrual reside en el ovario mismo; y á poco que se medite se verá que no puede ser otra que la hemorragia producida por el desgarre de la vesícula de Graaf y de la cubierta del ovario que la envuelve. Quizá se dirá que hay mujeres que no han menstruado nunca, sin que por eso hayan dejado de hacerse alguna vez embarazadas; pero la única consecuencia que de este hecho debe deducirse es, que puede haber algunos casos, rarísimos por otra parte, en los que el desgarre de que acabamos de hablar no produzca necesariamente una hemorragia capilar. Á esta causa debe atribuirse el que las hembras de los demás mamíferos no tengan verdadera menstruacion, á pesar de que verifican periódicamente la postura de los óvulos. Y no se añada que hay tambien mujeres que continúan menstruando durante el embarazo, y

otras que solo han tenido las reglas al hallarse en cinta, porque estas anomalías solo pueden probar, ó que durante la gestacion continúa alguna vez el desenvolvimiento y la rotura de nuevas vesículas ováricas, ó que se ha tomado por flujo menstrual lo que era una hemorragia de otro género, producida por causas completamente distintas. Tambien Le Fort, Kœberté y Storer citan algun caso de doble ovariectomía con persistencia de las reglas; pero conviene tener en cuenta que, en esta parte, es muy fácil incurrir en errores involuntarios, porque no es siempre posible asegurar que se han extirpado los ovarios aunque el operador lo haya creído así. Insistimos, pues, en que no hay menstruacion sin el trabajo fisiológico de estos órganos—lo que no impide que pueda haber óvulos y hasta fecundacion sin flujo menstrual,—é insistimos al mismo tiempo en que la causa de este flujo es la hemorragia producida por la rotura de las vesículas de Graaf, y de consiguiente, que la sangre no procede del útero como *unánimemente se cree*, sino de los vasos sanguíneos del ovario, que se rompen al desgarrarse las paredes de esta viscera.

No se nos oculta que esta opinion ha de encontrar adversarios decididos, siquiera no sea mas que por hallarse en abierta pugna con todas las ideas admitidas; pero además de las razones que en su apoyo hemos indicado, existen otras que no son de menos importancia. En primer lugar, la sangre de los ménstruos contiene gran cantidad de glóbulos hemáticos, lo que ya indica por sí solo que no sale de los vasos á consecuencia de una simple trasudacion, sino por verdadera rotura de los mismos. Pues bien, mientras que nada hay en el útero que explique de una manera satisfactoria la rotura de estos vasos, se encuentra en el ovario una causa natural y fisiológica que, periódicamente y coincidiendo con la menstruacion, desgarras sus paredes, puesto que

solo de este modo se puede dar paso á los óvulos que han llegado al estado de madurez.

Es preciso tener en cuenta, además, que no basta una pequeña dislaceracion de los capilares sanguíneos para que se produzca una hemorragia parecida á la menstrual: la sangre debe coagularse al poco tiempo, tapando por sí misma los orificios que le han permitido la salida; y puesto que esto no sucede; puesto que continúa fluyendo por algunos dias, aunque sea en corta cantidad, se necesita el concurso de otras circunstancias que tampoco se encuentran en el útero y que hallamos en el ovario como consecuencia natural de la funcion que desempeña. Durante el desenvolvimiento de las vesículas de Graaf, la sangre afluye á esta víscera en mayor cantidad que la acostumbrada; la distension forzada de sus paredes excita necesariamente los filamentos nerviosos que se distribuyen en las mismas, y este estímulo, obrando por accion refleja sobre las numerosas fibras musculares descubiertas por M. Rouget en el interior de los ligamentos anchos, las pone en contraccion, comprimiendo al mismo tiempo las venas que proceden del ovario y los abundantes plexos que ellas forman. Entorpecida por esta causa la circulacion venosa del ovario, su tejido, muy semejante al de los demás tejidos erectiles, se abulta y congestiona, y como la tension de la sangre aumenta en la misma proporcion, desde el momento en que se desgarran algunos pequeños vasos por la rotura natural de la vesícula de Graaf, fluye la sangre sin detenerse hasta que cesa el estado congestivo y se restablece el curso natural de la circulacion.

Se comprende de este modo con facilidad la causa de que la hemorragia cese fisiológica y espontáneamente despues de algunos dias, porque una vez rota la vesícula de Graaf, y ya en la trompa el óvulo y el líquido

que distendian sus paredes, desaparece el estímulo que ocasionaba en el ovario; disminuye gradualmente la acumulacion de sangre producida por este estímulo; cesan las contracciones de las fibras musculares del ligamento ancho, y restablecida la circulacion en sus condiciones regulares, la sangre adquiere su tension normal, fluyendo lenta y paulatinamente hasta que se forma un pequeño coágulo, que es el principio del cuerpo lúteo y de la cicatrizacion que desde aquel momento se establece. No es difícil que parte del estado congestivo del ovario se comuniquen tambien al útero y al resto del aparato genital en cada uno de los periodos menstruales; pero solo en la primera de estas visceras hay dislaceracion de vasos capilares y solo en ella puede haber hemorragia capilar.

Se demuestra tambien que la hemorragia ovárica es la verdadera causa del flujo catamenial, no solo por la existencia del coágulo sanguíneo que contribuye á la formacion de los cuerpos lúteos, sino porque cuando las trompas no se adaptan al ovario de una manera conveniente, como sucede en algunos casos excepcionales, una parte de la sangre, en vez de dirigirse al útero, se vierte en la cavidad del peritoneo, dando lugar á la enfermedad conocida con el nombre de hematocele retrouterino, que aunque atribuida generalmente á hemorragias patológicas del ovario, depende, en la mayoría de los casos, de la hemorragia *fisiológica* que periódicamente se efectúa en la viscera, puesto que coincide casi siempre con el periodo de la menstruacion, es decir, con la rotura de la vesícula de Graaf. En cambio, no hay nada que demuestre que la sangre menstrual procede del útero: podrá haberse visto la mucosa de esta viscera mas ó menos congestionada, mas ó menos cubierta de arborizaciones sanguíneas, pero sin dislaceracion de vasos, sin cicatrices, sin el menor vestigio de un trabajo

fisiológico de esta naturaleza, y cuando, en los casos de inversion de la matriz, se ha podido observar lo que pasa en su interior, se vé, sí, que resbala la sangre por su superficie, pero como si viniera de otra parte; y cosa bien notable, casi todas las observaciones están de acuerdo,—aunque sin haber dado importancia á este hecho ni sacado de él ninguna consecuencia,—en que la sangre fluye principalmente de uno de los lados del útero, y esto es precisamente lo que debe suceder, puesto que la sangre solo debe fluir de la parte del útero que está en relacion con el ovario en el cual se ha desgarrado la vesícula de Graaf.

Debe llamar tambien la atencion el que las enfermedades del ovario trastornen fácilmente la regularidad de la menstruacion y que cuando terminan por atrofia ó por lesiones profundas de textura, las reglas desaparecen para siempre. No sucede lo mismo en las enfermedades del útero: los prolapsos, las anteversiones, las retroversiones, las inversiones de esta víscera no ejercen la menor influencia en el flujo menstrual, y en los casos de inflamacion, de úlceras, de fungosidades de cánceres, etc., si ocasionan hemorragias, se *aumentan* en los períodos menstruales, y si no las ocasionan, continúan las reglas como en el estado regular.

La teoría que acabamos de exponer no estará exenta de objeciones, pero las que hasta ahora se han presentado pueden resolverse fácilmente.

Se dice en primer lugar, que no hay relacion entre el pequeño desgarre del ovario y lo copioso del flujo menstrual que produce, pero es porque no se ha calculado la cantidad de líquido que puede fluir por un orificio, aunque sea solo de un milímetro de diámetro, cuando está sujeto á una presion tan considerable como la que experimenta la sangre en los vasos capiláres del ovario.

Se dice tambien que, puesto que la rotura de las vesículas de Graaf es la causa del flujo menstrual, debe este presentarse, necesariamente, siempre que tenga lugar la indicada rotura, y no es esto lo que sucede; pero los que hacen esta observacion se olvidan sin duda de que la hemorragia ovárica no depende solo del desgarré de los vasos capilares, sino de la presión á que la sangre está sujeta; y de consiguiente de que cuando esta presión disminuye por una causa cualquiera, la falta de excitabilidad orgánica, por ejemplo, puede haber rotura de los vasos sin que sobrevenga la hemorragia, y por lo mismo, que puede haber rotura de las vesículas de Graaf sin que forzosa y necesariamente vaya acompañada de flujo menstrual.

Se dice además que en los casos de extirpacion de la matriz, la sangre procedente del ovario en cada período menstrual deberia derramarse en el peritoneo, puesto que no tiene medio de salir al exterior y que sin embargo no se observan síntomas de hemorragias peritoneales; pero no se tiene en cuenta que en los poquísimos casos en que la mujer ha podido sobrevivir á esa operacion, el ovario no funciona, al igual de lo que sucede durante el embarazo ó cuando el óvulo fecundado se implanta en la matriz, y como no hay ovulacion ni rotura de vesículas de Graaf, no hay sangre procedente del ovario, ni cabe por lo mismo posibilidad de que se presenten hemorragias peritoneales.

Se añade, entrando en el terreno de la patologia, que en la dismenorrea llamada congestiva el flujo menstrual es trabajoso y escaso porque la demasiada tenacidad de la rez capilar de la matriz se opone á la salida de la sangre; y que en la dismenorrea inflamatoria sucede una cosa parecida, demostrando ambas enfermedades que la sangre menstrual procede de la matriz; pero lo que real y positivamente sucede en estos casos es que la inflama-

cion de la matriz ocasiona la ateria o inestensibilidad del cuello de esta víscera y de consiguiente la dificultad en el paso de la sangre *procedente del ovario*, y por lo mismo el estancamiento y la coagulacion de este líquido, las contracciones uterinas y el dolor. Otras veces, la simple congestion uterina, como en la dismenorrea llamada congestiva, basta para exaltar la sensibilidad de la mucosa y para que la sangre *procedente del ovario*, obrando como si fuera un cuerpo extraño, provoque las mismas contracciones y ocasione dolor.

Se habla igualmente de las menorragias, y para demostrar que la sangre no procede en estos casos del ovario, sino del útero se dice que el diámetro de las trompas es demasiado reducido para que pueda pasar por ellas toda la que sale al exterior; que van casi siempre acompañadas de trastornos orgánicos mas ó menos considerables en el tejido de la matriz, y que el mejor medio de cohibirlas y casi el único, es el cornezuelo de centeno, cuya accion efectiva sobre la matriz provoca sus contracciones y detiene el flujo. Estos hechos, cuya importancia es imposible desconocer, no se oponen en nada á la teoría que venimos sosteniendo. Por de pronto, es innegable que el útero puede ser el asiento de hemorragias mas ó menos considerables porque no hay nada que le exima de ese estado patológico que puede afectar á todos los tejidos. Es innegable igualmente que en algunos casos de inflamacion, de úlceras, de fungosidades, de cánceres, la disposicion de esta víscera á las hemorragias aumenta considerablemente, y es innegable, por último, que estas hemorragias se presentan con mucha mayor facilidad, dadas las condiciones anteriores cuando el útero se congestiona por una causa cualquiera accidental. Pero, ¿se sigue de aquí que la sangre verdaderamente menstrual procede del útero? No; lo que hay es que la hemorragia fisiológica del ovario coincide con la

hemorragia patológica del útero, porque esta viscera se congestiona mas ó menos al mismo tiempo que la primera y de consiguiente que hay aquí dos fenómenos que, aunque simultáneos, son de naturaleza completamente distinta.

No es de extrañar, por lo mismo, que el diámetro reducido de las trompas no sirva de obstáculo al peso de la sangre en las menorragias, porque solo una pequeña parte de esa sangre pasa por esos conductos. No debe extrañarse tampoco la coexistencia de estados patológicos en el útero porque á ellos se debe en realidad la existencia de las menorragias; y no debe sorprender tampoco la eficacia del cornezuelo de centeno en estos casos, porque precisamente dirige su accion sobre el sitio en que radica el mal. Por lo demás, aun en el caso de que la menorragia estuviera sostenida exclusivamente por un estado patológico del ovario, no deberia sorprendernos la accion de esta sustancia, puesto que no solo contribuye á la contraccion de las fibras musculares de la matriz, sino tambien á las de los ovarios y en general á la de todos los músculos de fibra lisa.

Es preciso tener en cuenta, por último, que durante el estado congestivo del ovario se modifica de tal modo la inervacion vaso-motriz, que si el flujo menstrual se suspende, pueden presentarse en ciertos casos hemorragias accidentales que coinciden con la época de las reglas y que parecen destinadas á reemplazarlas.

Con los datos que acabamos de exponer se comprende desde luego que ni la menstruacion depende de la naturaleza pletórica de la mujer, la que le obliga á desembarazarse en ciertas épocas de la sangre sobrante que contiene, segun creyeron Aristóteles, Galeno, Stal, Barthez, etc.; ni de la necesidad de evacuar del organismo principios perjudiciales, de naturaleza fermentescible, como se ha sostenido antiguamente, y como bajo otro

punto de vista sostiene Aran en nuestros dias; ni de ninguna de tantas otras hipótesis como se han inventado para explicar este fenómeno. En nuestro concepto, la hemorragia menstrual tiene su origen en los ovarios, de donde pasa á las trompas y al útero para salir al exterior por el orificio bulbo-vaginal cada vez que se rasga una vesícula de Graaf, siendo la causa de esta hemorragia la dislaceracion de algunos vasos capilares y el aumento de tension que la sangre adquiere en el ovario, al llegar esas vesículas á su completo desarrollo.

CAPÍTULO III.

Excrecion de los óvulos.]

§ 115.

Hemos dicho que durante el último período del desenvolvimiento de la vesícula de Graaf aumenta la tension sanguínea en el ovario por la dificultad que encuentra la sangre venosa á su salida. La consecuencia inmediata de este aumento de tension es el abultamiento gradual y sucesivo de la vesícula, próxima ya á su madurez, por la mayor cantidad de plasma que sale al través de los vasos capilares; y como las paredes de la indicada vesícula se distienden sin cesar; como por otra parte se hallan fuertemente comprimidas, de fuera adentro, por la contraccion de las fibras lisas del ovario y las de los ligamentos que le envuelven, se rasgan al fin, lanzando al exterior el óvulo, el disco prolífero y parte del líquido en que estaban suspendidos. A la vez, la sangre fluye por las boquillas de los vasos dislacerados, y estos humores reunidos van á parar al pabellon de la trompa dispuesta de antemano para recibirlos.

El mecanismo de que la naturaleza se vale para que la trompa, separada comunmente del ovario, se adapte á esta viscera y recoja los materiales que ha de conducir á la matriz, es verdaderamente extraordinario, tanto por su sencillez como por su precision.

Los oviductos ó trompas son dos conductos, contenidos en el espesor de los ligamentos anchos, que nacen, por decirlo así, uno á cada lado de la matriz, con cuya cavidad comunican por un orificio de un milímetro de diámetro, poco mas ó menos, y que desde este punto se dirigen hácia arriba y hácia fuera para terminar en una abertura que corresponde al interior del abdómen en la proximidad del ovario correspondiente. La longitud de estos conductos es de doce centímetros, con corta diferencia, y su diámetro vá aumentando sucesivamente desde el útero hácia el ovario, en cuya inmediacion es ya de siete á ocho milímetros. La extremidad interna, que podriamos llamar ovárica, se ensancha en forma de embudo ó *pabellon*, y su abertura, cortada muy oblicuamente, mira hácia atrás y hácia dentro y está provista de diez á quince franjas que imitan las hojas de una flor y se extienden libremente en el abdómen, excepto una de ellas que se adhiere á la superficie del ovario, constituyendo el ligamento tubo-ovárico. Se vé, pues, que una de las extremidades de la trompa comunica directamente con el útero, pero que la otra solo está en relacion con el ovario por una especie de lengüeta ó ligamento músculo-membranoso que desde esta viscera se dirige á la abertura del pabellon. Á pesar de esta aparente independencia, el pliegue peritoneal que cubre el útero, las trompas y el ovario, contiene fibras musculares, y cuando las del ovario se contraen á consecuencia de la excitacion producida por el abultamiento de la vesícula de Graaf, se contraen tambien, por una parte, las del ligamento tubo-ovárico, poniéndose en contacto de

este modo el pabellon y el ovario; y por otra, las contenidas en el mismo pabellon, las cuales contribuyen á que las franjas que le forman se aproximen por sus extremidades libres, adaptándose al mismo tiempo á la superficie del ovario.

Lo que hay de mas notable en esta disposicion es, que las fibras musculares de la trompa no se contraen sino á consecuencia del estímulo que procede del ovario, y como este estímulo únicamente se produce cuando la vesícula de Graaf adquiere una distension considerable, solo se aproxima el pabellon y se adapta al ovario en el momento mas preciso, es decir, cuando la vesícula está á punto de romperse. Por otra parte, como despues de la salida del óvulo el eretismo ovárico disminuye gradualmente, cesa tambien en este caso la contraccion de las fibras musculares de la trompa, la cual se separa por lo mismo, recuperando su primitiva posicion. Á pesar de que todo se halla admirablemente dispuesto para que ni el óvulo ni la sangre que se vierte del ovario dejen de penetrar en la trompa, hay sin embargo algunos casos en que la adaptacion no se efectúa con exactitud y caen en la cavidad peritoneal. Tal es la causa de algunas preñeces abdominales y de los hematoceles retro-uterinos de que hemos hablado anteriormente.

Una vez el óvulo en el conducto de la trompa, se dirige hácia la matriz en virtud de nuevas causas que le impulsan en esta direccion. Por de pronto, la misma hemorragia ovárica le arrastra por entre las anfractuosidades del pabellon; pero como la superficie mucosa está tapizada de células epiteliales y provista de pestañas vibrátiles, y como por otra parte forma numerosos pliegues y pequeñas escavaciones, el óvulo queda detenido en el conducto de la trompa aunque la sangre continúe su curso hácia la matriz. Probablemente el movimiento vibrátil de las vellosidades epitélicas que se dirige de

dentro hácia fuera es el que le vá conduciendo lentamente en la misma direccion; pero de todos modos, su marcha es tan pausada, que el profesor Hyrt, de Viena, le ha encontrado en la segunda porcion de la trompa cinco dias despues de haber cesado las reglas, y no es de extrañar que en algunos casos tarde doce ó catorce dias en atravesar este conducto—como se ha comprobado en las perras, en las conejas y en otros animales en que las observaciones directas son mas fáciles, — porque la lentitud de su marcha tiene sin duda por objeto el que la mujer pueda ser fecundada en cualquiera de los dias que median entre uno y otro período menstrual y el que el óvulo vaya experimentando en su trayecto las modificaciones que le preparan, para que, si se pone en contacto con el sémen, pueda implantarse en la matriz.

CAPÍTULO IV.

Fecundacion.

§ 116.

La fecundacion es el acto en virtud del cual el óvulo se pone en contacto con el esperma y adquiere la facultad de desarrollarse y constituir un nuevo sér de la misma especie que sus progenitores. Para que este contacto pueda tener lugar es preciso que el sémen se deposite en la vagina, lo que se verifica por medio del coito; pero conviene tener en cuenta que ni la cópula ni la sensacion del placer que la acompaña tienen la menor importancia en la procreacion, fuera de la de asegurar la introduccion del liquido fecundante en los órganos sexuales de la hembra. Por eso la mujer puede ser fecundada aun durante el sueño mas profundo ó la anestesia mas

completa y hasta con la sola inyeccion del esperma en la vagina por un medio artificial.

Cualesquiera que hayan sido en otras épocas las ideas dominantes acerca de la fecundacion, hoy se sabe de una manera positiva que no existe el *aura seminalis*, á la que tan importante papel se le ha hecho desempeñar; que no hay mas aura que los zoospermos, y que solo cuando estos se ponen en contacto con los óvulos, es cuando la fecundacion tiene lugar. En esta parte, los experimentos de Spallanzani, repetidos despues por Prevost y Dumas, son del todo concluyentes. Los óvulos de rana, cubiertos con un cristal de reloj que contenga sémen recogido de las vesículas seminales del macho, no quedan fecundados, por poca que sea la distancia que del mismo los separe, aunque el esperma se evapore y llegue hasta ellos la humedad evaporada. Nada hay, sin embargo, tan fácil como la fecundacion artificial de estos huevos, con tal que se pongan en contacto con el líquido espermático, siquiera sea en cortísima cantidad, pues basta á veces la millonésima parte de un grano para que este efecto se consiga. Idéntico resultado se obtiene con los huevos de los peces, habiéndose generalizado tanto el conocimiento de estos hechos, que ha dado origen á la piscicultura, ramo de industria tan interesante como lucrativo. La necesidad de que el óvulo se ponga en contacto directo con el sémen para que se verifique la fecundacion, se ha demostrado tambien en los mamíferos, puesto que si se les extirpa el útero ó se ligan sus trompas, el cóito es siempre infecundo.

Á Spallanzani se debe igualmente el descubrimiento de que la propiedad fecundante del sémen reside en los zoospermos, pues indicó antes que nadie, que haciéndole pasar al través de un filtro, perdía su virtud para la fecundacion, lo que depende, segun se ha demostrado posteriormente, de que los filamentos espermáticos que-

dan detenidos en la parte superior del filtro. Por lo demás, este hecho está de acuerdo con el resultado de las observaciones microscópicas verificadas en estos últimos tiempos, con arreglo á las cuales hemos dicho ya, que cuando por la edad, por las enfermedades ó por cualquiera otra circunstancia faltan los espermatozoarios, el sémen es ineficaz para la fecundacion.

No se conoce todavía cuál es la manera de obrar de los zoospermos en el misterioso fenómeno que nos ocupa, pero se sabe que es preciso que penetren en el interior del huevo, pues sin esta circunstancia no queda fecundado. Y como el sémen se deposita en la vagina y el contacto de los elementos fecundantes tiene lugar en el útero, en las trompas ó en el mismo ovario al romperse la vesícula de Graaf, es indispensable que los zoospermos se trasporten hasta estos puntos, ya que en otro caso no seria posible que se verificara en ellos la fecundacion. No puede ponerse en duda la traslacion indicada, puesto que se les encuentra, algun tiempo despues de la cópula, en la extremidad de las trompas y en el pabellon; pero los fisiólogos no están de acuerdo en cuanto á las causas que contribuyen á su movimiento progresivo. Parece natural que la movilidad espontánea de que están dotados baste para conducirlos indistintamente hácia la bulba ó hácia el ovario, y si bien por esta causa pueden ser muchos los que salgan al exterior ó los que desaparezcan en las mucosidades de la vagina, no puede negarse que algunos penetran en el útero, y, ya en este punto, los movimientos peristálticos de esta viscera y los de las trompas, dirigidos hácia el ovario, explican satisfactoriamente la traslacion de una parte del espermatozoario en esta direccion, á pesar del movimiento vibrátil de las pestañas epitélicas, que obra en sentido opuesto.

Se ha creido durante mucho tiempo que la fecun-

dacion solo se efectuaba en el ovario, pero puesto que las vesículas de Graaf se rompen periódicamente, y los óvulos atraviesan toda la extension del conducto excretorio con independencia completa de la cópula, es indudable que el contacto del sémen y del óvulo se puede efectuar en cualquiera de los puntos del trayecto que recorren, debiéndose á circunstancias puramente accidentales el que unas veces se verifique en el ovario y otras en las trompas ó en la matriz. Si el cóito tiene lugar algunos dias antes de que el óvulo se desprenda del ovario, los zoospermos tienen tiempo de llegar hasta el pabellon de la trompa, y como este se adapta á la vesícula que está á punto de romperse, la fecundacion puede efectuarse en el ovario mismo, segun lo demuestran algunas preñeces ováricas y el que á veces caiga el óvulo, ya fecundado, en la cavidad del peritoneo, dando lugar á una preñez abdominal. Si cuando el sémen se deposita en la vagina hace ya dias que el óvulo ha quedado en libertad, puede hallarse en un punto mas ó menos adelantado de las trompas ó de la misma matriz al llegar los zoospermos en direccion opuesta, y de consiguiente el contacto de los elementos fecundantes se verificará en uno ú otro punto segun la distancia que respectivamente hayan recorrido. Parece inútil advertir que si el óvulo ha atravesado ya todo el conducto excretor cuando el esperma empieza á recorrerlo, será imposible que se encuentren.

Estas consideraciones han hecho sospechar que no todos los momentos son igualmente favorables para que la mujer quede fecundada, y que hay ciertos dias del período intermenstrual en que la fecundacion es mucho mas difícil que en todos los demás. Si el cóito coincide con la rotura de la vesícula de Graaf ó, lo que viene á ser igual, con alguno de los dias que preceden ó que siguen inmediatamente al período menstrual, como el

óvulo descende por las trompas al mismo tiempo que el sémen se dirige hácia el ovario, estos dos elementos se reunen y la fecundacion puede efectuarse. Ahora, si la cópula se verifica diez ó doce dias despues de la menstruacion, es decir, si el óvulo tiene tiempo suficiente para recorrer todo el conducto excretor sin encontrar el humor fecundante en su camino, la fecundacion no puede tener lugar. Verdad es que el esperma depositado en la vagina inmediatamente despues de la expulsion del óvulo, puede llegar hasta el pabellon de la trompa y esperar á que se rompa otra vesícula, pero para que esta llegue á madurez es preciso que transcurran otros doce ó catorce dias, y ya entonces los zoospermos pueden haber perdido su movilidad, y ser, en la generalidad de los casos, inservibles, para la fecundacion.

Esta doctrina se halla en tan completo acuerdo con lo que la experiencia enseña, que ya Hipócrates recomendaba á las mujeres, que deseaban tener hijos, que se entregaran á los placeres conyugales en el momento de las reglas. Galeno, Boerhaave y Haller sostienen que solo inmediatamente despues de la menstruacion es cuando la mujer puede hacerse embarazada; y Raci-borski, en nuestros dias, entre otros datos de gran interés, refiere que, entre quince mujeres de la clase obrera que por entregarse á sus amantes en dias determinados recordaban con seguridad el estado menstrual en que entonces se encontraban, cinco, quedaron embarazadas dos ó tres dias antes del correspondiente á las reglas; una, durante el período menstrual; ocho, dos dias despues de la menstruacion, y sola una, á los diez dias de haber terminado.

Conviene, sin embargo, no dar á estos hechos mayor importancia de la que les corresponde. El que la fecundacion sea difícil en los casos que acabamos de indicar

no autoriza para suponer que sea imposible, como algunos aseguran. Si el óvulo, por cualquiera circunstancia, *desciende con mayor lentitud que la acostumbrada*, podrá ser fecundado antes de que haya atravesado la matriz, aun cuando la llegada del sémen *parezca un poco tardía*; y aunque esto no suceda, aunque el óvulo haya desaparecido ó se haya disuelto antes de que se ponga en contacto con el esperma, como este asciende hácia el ovario, puede fecundar el nuevo óvulo en el momento en que se desprenda *si la vitalidad de los zoospermos dura algo mas de lo que generalmente sucede*.

Los espermatozoarios penetran en el interior del óvulo por el micrópilo ó abertura que perfora la membrana vitelina, y una vez en contacto con el vitellus, se disuelven ó desaparecen con bastante rapidez, sin que sea fácil adivinar la misteriosa funcion que en este punto desempeñan. Lo único que sabemos es, que el óvulo adquiere por este medio, una actividad que antes no tenia; que queda fecundado, y que desde este momento crece, se desarrolla y se organiza hasta dar lugar á la formacion de un nuevo sér.

Tampoco sabemos en qué consiste que los óvulos, á pesar de su aparente identidad, se conviertan, segun los casos, en individuos del sexo masculino ó femenino. Hipócrates suponía que el sémen procedente del testículo derecho era mas á propósito que el de el izquierdo para la procreacion de los varones; pero son muchos los sugetos que, despues de castrados de un testículo, han tenido varios hijos de uno y de otro sexo. Tambien se ha sostenido que el ovario derecho segregaba óvulos masculinos, y el izquierdo femeninos; sin embargo, las mujeres que solo tienen un ovario, congénitamente, ó como consecuencia de una extirpacion, dan á luz indistintamente hembras y varones. Se ha dicho por unos, que los datos estadísticos demostraban que el sexo de los hijos

dependia de la edad relativa de los padres: por otros, que del mayor ó menor vigor que respectivamente tenían, etc.; pero los hechos diarios nos demuestran á cada paso la inexactitud de todas estas opiniones.

M. Thury, apoyado en numerosos experimentos efectuados en la especie bovina, sostiene que el sexo depende del grado de madurez en que se encuentra el óvulo en el momento de ser fecundado; de modo que, si se pone en contacto con el sémen al poco tiempo de haberse desprendido del ovario, se produce una hembra, y si el contacto se establece en un período mas adelantado de su escursion hácia la matriz, un macho. El tiempo y las nuevas observaciones que deben efectuarse pondrán en claro lo que haya de cierto en esta teoría, y sobre todo las aplicaciones que de ella puedan hacerse á la especie humana. De todos modos, es muy notable que si se hace cubrir la vaca al principiar el período del celo, se obtienen *siempre* hembras, segun asegura M. Thury, y *siempre* machos si no se permite que esté en relacion con el toro sino al fin del mismo período. Aun es mas notable que M. Cornaz, que ha repetido estos experimentos en Suiza, haya obtenido *siempre* el producto que deseaba, macho ó hembra, sin que en veintinueve ensayos se haya equivocado ni una sola vez.

Por lo demás, es un hecho que el calor favorece el desarrollo de las flores masculinas en un gran número de plantas, lo que indica que el elemento masculino representa un período de mayor madurez. Las abejas, que con una sola cópula quedan fecundadas para un año entero, solo procrean hembras inmediatamente despues de la fecundacion, es decir, cuando los óvulos son menos maduros, y al contrario, solo procrean individuos del sexo masculino en los últimos meses de la postura de los óvulos, es decir, cuando están ya del todo desarrollados.

Tambien es digno de notarse lo que sucede con la mayor parte de las aves de corral, las gallinas por ejemplo. Un solo contacto con el macho basta para la fecundacion de los óvulos que puedan poner en diez y ocho ó veinte dias, y de estos óvulos los que se ponen primero dan siempre lugar á hembras, mientras que de los últimos solo se obtienen individuos del sexo masculino.

Aunque lo general es que en los mamíferos queden fecundados muchos óvulos á la vez, en la mujer, que solo se rompe una vesícula en cada período menstrual y que solo contiene un óvulo, la fecundacion es comunmente única; pero como cabe en lo posible que dos ó mas vesículas lleguen á un tiempo al mismo grado de madurez, ó que una sola contenga mas de un óvulo, puede haber tambien fecundaciones dobles, triples ó múltiples, por mas que esto constituya siempre una excepcion. Tampoco es natural que despues de fecundado un óvulo, haya una nueva fecundacion antes de haber sido eliminado al exterior el producto de la primera, porque ya hemos dicho que durante la preñez se suspende el trabajo de los ovarios; pero como cabe en lo posible que en el espacio de algunas horas se eliminen dos óvulos diferentes y sean fecundados con separacion, y como existen casos en que la menstruacion continúa á pesar del embarazo, es lógico deducir que siguen formándose nuevos óvulos, y de consiguiente que puede haber verdaderas superfetaciones, sin que sirvan de obstáculo la *caduca* uterina, ni la supuesta obliteracion de las trompas, ya que esta obliteracion no existe en realidad.

Así puede explicarse el hecho, referido por Buffon, de una mujer de la Carolina que dió á luz dos gemelos, blanco el uno y el otro de color, y que confesó haber tenido relaciones sexuales sucesivamente y en el espacio de pocas horas, con un blanco y con un negro.

Así como la falta de los testículos, la degeneracion completa de los mismos, las alteraciones del conducto excretor que impiden la eyaculacion del sémen y la falta de zoospermos son causas de esterilidad dependientes del hombre, la atrofia ó la degeneracion completa de los ovarios, las alteraciones en el conducto excretor que se oponen al descenso regular del óvulo y la pérdida de la movilidad de los filamentos espermáticos, por la acidez ó acritud que á veces adquieren los humores vaginales ó por la inyeccion artificial en el conducto de la vagina de sustancias que los matan, son causas de esterilidad en la mujer.

SECCION CUARTA.

Gestacion ó embarazo.

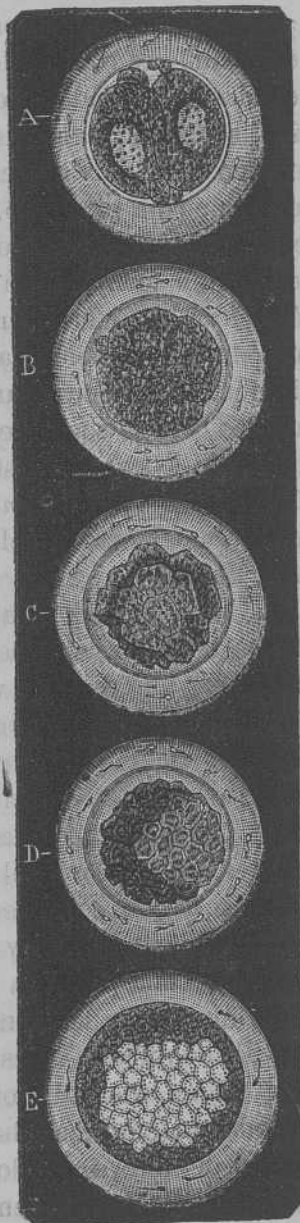
CAPÍTULO PRIMERO.

Modificaciones que experimenta el huevo desde su salida del ovario hasta que aparece el embrion.

§ 117.

El óvulo, á juzgar por lo que sucede en los animales, pues en los primeros dias del embarazo las observaciones directas son muy dificiles en la mujer, empieza á sufrir algunas modificaciones desde el momento en que sale del ovario, aun en el caso de que no se halle todavía fecundado. Por de pronto, el disco prolífero que al principio le envolvía, desaparece al poco tiempo, adquiriendo en su lugar una ligera capa de sustancia albuminosa; el vitellus se retrae ó se encoge, quedando entre el mismo y la membrana vitelina un espacio trasparente ocupado por un líquido seroso; la vesícula y la mancha germinativas desaparecen tambien, y en uno de los puntos de la periferia del vitellus se presentan algunos glóbulos claros, transparentes, llamados *glóbulos polares*. Estas pequeñas modificaciones se observan lo mismo en los huevos fecundados que en los que no se han puesto en contacto con el sémén; pero así como en este último caso la trasformacion no pasa adelante y el óvulo se disuelve ó desaparece saliendo al exterior, en el primero, experimenta nuevas modificaciones que son las que ahora vamos á examinar.

Despues de haberse formado el último glóbulo polar, las granulaciones del centro del vitellus se condensan, produciendo una masa redondeada, brillante, á la que se designa con el nombre de *núcleo vitelino*. Este núcleo se alarga extendiéndose hácia el punto en que se encuentran los glóbulos polares, de modo que llega á ocupar todo el diámetro de la yema, y al poco tiempo se deprime en la superficie, delineándose un pequeño surco que concluye por dividirlo en dos mitades. Como la yema ó vitellus queda tambien dividida al mismo tiempo, aparecen dos porciones ovoideas, cada una de las cuales tiene su núcleo correspondiente, segun se representa en A. Estas mitades ó *esferas de segmentacion* se duplican á su vez por segmentaciones sucesivas, y la yema queda dividida en cuatro, ocho, diez y seis partes, etc., segun se indica en B, en C y en D, hasta que por último se convierte en una masa de pequeñas esférulas, envuelta en la membrana vitelina y en una capa mas ó menos densa de albúmina, en cuyo espesor se

FIGURA 83.^a

encuentran algunos zoospermos que no han penetrado en el interior ni se han disuelto todavía.

Las pequeñas porciones en que el vitellus ha quedado dividido se rodean de una cubierta amorfa y, convertidas en verdaderas células, se multiplican por excision, se comprimen, adquiriendo una forma poliédrica, se unen entre sí, y en vez de ocupar toda la yema, como sucedía en un principio, se van acumulando en la periferia de la misma, segun se observa en E, hasta que por último forman una especie de membrana llamada *blastodérmica* ó simplemente *blastodermo*, que reviste en toda su extension la cara interna de la membrana vitelina. Hay siempre un punto del blastodermo en el cual las células se concentran en mayor número, constituyendo lo que M. Costa denomina *mancha embrionaria*, Bischoff *área germinativa*, y otros *cúmulo prolífero* por su semejanza con el cúmulo prolífero de la vesícula de Graaf.

Á la vez que esto sucede, el óvulo vá perdiendo la capa albuminosa de que se habia rodeado á su paso por la trompa; adquiere un volúmen cinco ó seis veces mayor del que tenia en el ovario, y como por regla general experimenta estas modificaciones en los ocho dias que con corta diferencia tarda en descender hasta la matriz, cuando llega á esta viscera para alojarse en su interior, tiene ya un milímetro de diámetro, poco mas ó menos, y está compuesto de dos membranas, la vitelina y el blastodermo, y además, de la mancha embrionaria y de una pequeña cantidad de líquido contenida en el interior de la membrana blastodérmica. Cuando el óvulo adquiere este estado, bien en la trompa, ó bien en el útero, si es allí donde ha sido fecundado, es decir, cuando empieza á hacerse perceptible el delineamiento del nuevo sér, lo que hasta entonces no habia sido mas que un gérmen, recibe el nombre de *embrion*,

nombre que cambia por el de *feto*, desde que empieza el cuarto mes del embarazo y que conserva hasta la época del parto.

CAPÍTULO II.

Desenvolvimiento del embrión y de las membranas que le envuelven.

§ 118.

Al penetrar el huevo en la matriz, encuentra ya la membrana mucosa preparada para recibirlo. Á consecuencia de la congestión que se establece en todo el aparato genital de la mujer, la mucosa uterina, ligeramente hipertrofiada, presenta numerosas arrugas y circunvoluciones, que se adaptan las unas á las otras, y que, ocupando toda la cavidad de la matriz, impiden el paso del óvulo y lo detienen en alguna de las anfractuosidades próximas al orificio de la trompa. Por su parte la membrana vitelina se adhiere á la mucosa del útero por medio de apéndices ó *vellosidades* que, á la manera de raíces, se implantan en la superficie uterina, constituyendo los primeros medios de unión del huevo con la madre.

Desde este momento el blastodermo empieza á dividirse en tres hojas: una interna, llamada *visceral* ó *mucosa*, porque ha de constituir mas adelante la mucosa gastro-pulmonal y génito-urinaria; otra externa, designada con el nombre de *cutánea* ó *serosa*, porque corresponde á lo que ha de ser superficie tegumentaria, y entre estas dos la llamada *intermedia*, en la que aparece el blastema primitivo y en la que se desarrollan los órganos del embrión y los primeros rudimentos vasculares, por cuya razón se designa tambien por algunos con el nombre de *vascular* á esta hoja del blastodermo.

Á la vez que la membrana blastodérmica experimenta estas modificaciones, la mancha embrionaria sufre otras que no son menos importantes. Su forma circular desaparece, haciéndose elíptica; el centro se vuelve algo mas claro, y en medio de esta parte clara aparece un delineamiento longitudinal, que es el primer indicio de lo que ha de ser mas tarde la médula espinal; el rudimento embrionario se hace mucho mas perceptible, adquiriendo mayor tamaño y aumentando en longitud y en espesor; una de sus extremidades, llamada *cefálica* porque corresponde á la cabeza, se abulta mucho mas que la otra, designada con el nombre de *caudal* ó *cocigea*; estas dos extremidades se encorvan, mirando la concavidad hácia el interior del huevo, de modo que el embrion adquiere una forma navicular ó de barquilla; los bordes de esta barquilla, llamados *láminas ventrales*, se aproximan, llegando mas tarde á punto de tocarse, de manera que solo dejan entre sí un orificio correspondiente al ombligo.

Al tiempo de encorvarse el embrion se encorva tambien la hoja externa del blastodermo en que descansa, y forma un repliegue sobre cada una de las extremidades cefálica y caudal, á las que al fin envuelve casi por completo; al repliegue que cubre la extremidad cefálica se le llama *capuchon cefálico*, y al que cubre la extremidad caudal, *capuchon caudal*. Estos repliegues ó capuchones tienden tambien á envolver el embrion por la parte correspondiente á su convexidad, para lo que se inclinan el uno hácia el otro, hasta que en una época mas adelantada de la evolucion embrionaria se juntan por completo, produciendo lo que se llama el *amnios*.

Cuanto mayor es la corvadura del embrion por la parte de su concavidad, mas comprimida queda la hoja interna ó mucosa del blastodermo, de modo que se estrecha y queda como estrangulada, formando un pe-

dículo en la proximidad del mismo embrión, con el interior del cual conserva dos comunicaciones, de las que una corresponde á la *vesícula umbilical* y la otra á la *alantoides*. Este pedículo ha de constituir mas tarde el cordón umbilical que establece, por medio de la placenta, las relaciones vasculares entre la madre y el feto.

La figura inmediata representa tres óvulos con las modificaciones que hemos indicado y en el orden con que se suceden, si bien corresponden todas á los primeros dias de la vida embrionaria. Las líneas C H O indican, en cada uno de los tres óvulos, la membrana vitelina, que en esta época de la vida constituye todavía su cubierta exterior, unida ligeramente á la membrana mucosa del útero por medio de algunas vellosidades. B G N señalan la hoja externa del blastodermo que en I L Q y U concurren á la formación de los capuchones cefálicos y caudales. E K y S manifiestan los primeros delineamientos del embrión, que se abulta en sus extremidades y

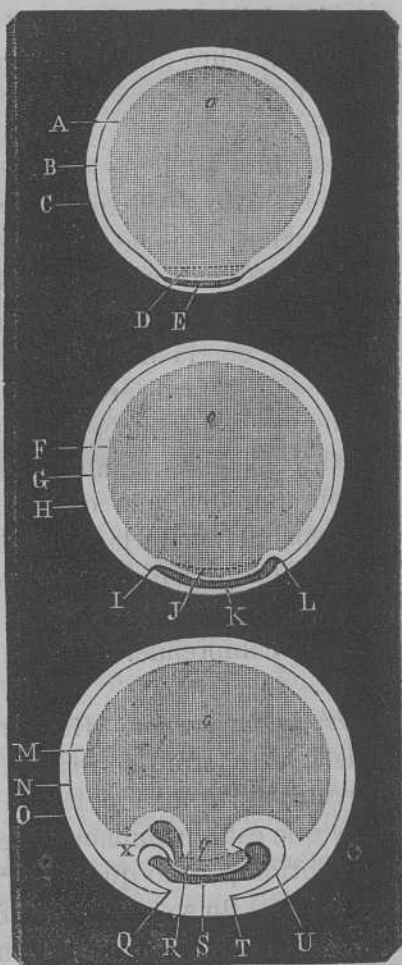


FIGURA 84.*

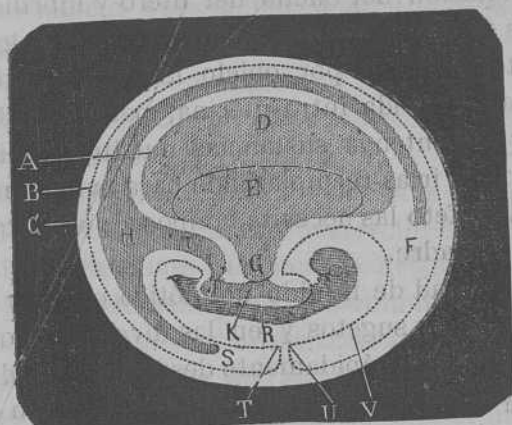
que se encorva hácia el interior, tomando la forma na-

vicular. A F y M representan la hoja interna ó mucosa del blastodermo con la porcion que ha de concurrir á la formacion del intestino en D J y R. Esta hoja, que contiene en su interior un liquido bastante espeso, con granulaciones libres y células poliédricas de núcleo, y que es casi esférica en A, se estrecha un poco en F, á la proximidad del embrión, y en M forma ya un pedículo *g*. El punto oscuro que á manera de *o* se halla en su centro, indica la cavidad de la vesícula umbilical, comunicando por su pedículo con el embrión. El apéndice *x* representa la vesícula alantoides en su origen.

De lo dicho se deduce que al duodécimo día de la fecundacion, poco mas ó menos, presenta el huevo dos partes distintas: el cuerpo del embrión y sus dependencias. Por medio de estas últimas se establecen las relaciones con la madre, obteniéndose los jugos nutricios que el nuevo sér necesita para su desarrollo. Las dependencias del feto son: el ámnios, la vesícula umbilical, la vesícula alantoides, el córion, la placenta, el cordón umbilical y la caduca. Conviene que estudiemos separadamente las modificaciones que sufre cada una de ellas para que veamos de qué manera contribuyen al desenvolvimiento del embrión, y sea despues mas fácil comprender las metamorfosis que este experimenta.

Membrana ámnios.—Hemos dicho que la hoja externa del blastodermo se replega sobre las extremidades del embrión, formando los capuchones cefálico y caudal, y que estos capuchones tienden á envolver el dorso del embrión para lo que se dirigen el uno hácia el otro hasta que al fin se juntan, quedando como soldadas sus paredes. Al verificarse la reunion de estos repliegues blastodérmicos, que comunmente suele tener lugar á los veinte ó veinticinco dias, constituyen lo que desde entonces se llama membrana ámnios, la cual represen-

ta un saco sin abertura, que envuelve completamente al embrión, excepto en la parte que corresponde á la vesícula umbilical y á la alantoides, que si bien por el pronto no se hallan comprendidas en el interior de esta membrana, se encuentran, sin embargo, cubiertas por la misma, cuando mas tarde forman parte del cordón umbilical.

FIGURA 85.^a

Huevo de veinte á veinticinco días, que representa el desarrollo del ámnios, de la vesícula umbilical y de la alantoides.

A hoja interna del blastodermo que forma las paredes de la vesícula umbilical. **B** hoja externa del blastodermo que, después de haber formado los capuchones cefálico y caudal, tiende á reunirse hácia el dorso del embrión en **TU**, recibiendo el nombre de ámnios. **C** membrana vitelina. **D** vesícula umbilical que se atrofia en adelante y que comunica por medio de su pedículo **G** con el intestino del embrión. **J** origen de la alantoides. **I** pedículo de la misma. **H** alantoides que se desarrolla rápidamente envolviendo las demás partes del embrión y cuyas extremidades, **F** y **S**, se aproximan para reunirse algunos días después.

La estructura del ámnios se parece mucho á la de las serosas. Ofrece como ellas una superficie lisa, revestida de epitelio pavimentoso, y segrega un líquido

muy semejante á la serosidad, aunque en cantidad mucho mas considerable que la que lubrifica de ordinario las paredes de esta clase de membranas.

El líquido segregado por el ámnios, en el cual se halla sumergido el feto, sirve para protegerle contra los golpes y sacudidas que puede recibir, y para facilitar su salida al exterior en la época del parto, contribuyendo á la dilatacion del cuello del útero y lubrificando las paredes del conducto que debe recorrer. Algunos han supuesto que tenia por objeto la nutricion del nuevo sér durante la vida intra-uterina; pero ni está demostrado que contenga sustancias nutritivas, ni se sabe cómo podria irlas reemplazando para evitar que se agotasen, ni el feto las necesita tampoco, puesto que las recibe de la madre.

La cantidad de líquido amniótico es muy variable en los distintos sugetos y en las diversas épocas de la preñez: aumenta rápidamente desde el segundo al sexto mes y disminuye algo despues, sin que su peso exceda en ningun caso de un kilógramo. El líquido amniótico es de unblanco amarillento, inodoro, ligeramente salado, neutro ó débilmente alcalino; forma espuma al agitarlo y se hace viscoso hácia el fin del embarazo. En cien partes de líquido hay noventa y nueve de agua, y el resto se compone de albúmina, cloruro de sódio, fosfato y sulfato de cal, y además, contiene algo de urea, de azúcar y de creatina, que sin duda provienen de la orina expulsada de la vejiga por el feto.

Vesícula umbilical.—Desde el momento en que el embrión se encorva en los primeros dias de su desarrollo inclinando sus extremidades cefálica y caudal hácia la parte interior del huevo, la hoja interna del blastodermo, que hasta entonces habia conservado la forma de una esfera, se contrae en el punto correspondiente á las láminas ventrales y sufre una especie de estrangul-

lacion que la divide en dos porciones desiguales: la mas pequeña queda dentro del embrión y es la que forma el intestino; la mas grande queda al exterior y constituye la vesícula umbilical. El pedículo de esta vesícula que comunica con el embrión, ha recibido el nombre de *conducto ónfalo-mesentérico* ó *conducto vitelo-intestinal*: al orificio de comunicacion entre este conducto y el intestino se le llama *omblico intestinal*, y *omblico cutáneo* al que circunscriben las láminas ventrales, comunicando con la vesícula umbilical, y por el cual han de pasar tambien mas adelante la alantoides y los demás elementos del cordón.

La vesícula umbilical, que ocupa casi la totalidad del huevo en los primeros dias del desarrollo embrionario, se atrofia gradualmente al principio del segundo mes: de modo que va disminuyendo de volumen; desaparecen al mismo tiempo las arborizaciones vasculares ó vasos ónfalo-mesentéricos que en ella se habian desarrollado; se oblitera la comunicacion con el intestino, llamada omblico intestinal, y del cuarto al quinto mes, ya no quedan mas que algunos vestigios de la existencia de esta vesícula, representados por los ligamentos ónfalo-mesentéricos que han reemplazado á los vasos del mismo nombre. La vesícula umbilical es, pues, en la especie humana, un órgano transitorio, y su importancia debe ser menor que en los animales, puesto que en estos subsiste durante todo el periodo de la vida intra-uterina, alimentándose el embrión á expensas de la sustancia contenida en su interior, sobre todo en las aves, mientras que en el hombre solo puede contribuir al mismo objeto en muy reducidas proporciones y por un tiempo limitado.

Vesícula alantoides.—Esta vesícula aparece en los primeros dias de la gestacion, y está representada al principio por un pequeño tubérculo que toma origen en

la extremidad caudal del embrión. Se forma, lo mismo que la vesícula umbilical, á expensas de la hoja interna ó mucosa del blastodermo; queda estrangulada como esta última entre las láminas ventrales, y de las dos porciones en que se divide, la que comunica con el interior del embrión corresponde á la futura vejiga de la orina, y la externa constituye la alantoides propiamente dicha. La alantoides se desarrolla rápidamente y se extiende hasta llegar á la cara interna de la cubierta exterior del huevo, sobre la que se aplica y con la que se confunde en toda la extension, contribuyendo á formar en ella lo que se llama *córion*. A los treinta dias poco mas ó menos del desarrollo embrionario, la alantoides presenta una red vascular muy fina y abundante, constituyendo lo que en esta época se llaman vasos alantoides, por cuyo medio se establecen comunicaciones con las vellosidades del *córion*, que desde entonces se hacen vasculares. Á pesar de todo, la mayor parte de los vasos que con la alantoides penetran en el *córion* se atrofian mas tarde, comprimidos por el abultamiento gradual y sucesivo del *ámnios*, no quedando al poco tiempo otro vestigio de la alantoides en las vellosidades y en el interior del *córion* que un tejido formado de fibras laminosas, separadas por una sustancia semi-líquida y granulosa. Hay, sin embargo, un punto, correspondiente á la *caduca útero-placentaria*, en el cual las vellosidades y los vasos, lejos de atrofiarse, aumentan en número y volúmen, constituyendo la mayor parte de la placenta. Se vé, pues, que la alantoides se atrofia en casi toda su extension, confundiéndose con el *córion* y contribuyendo á reforzarlo: en lugar de su pedículo, queda un cordón ligamentoso entre el ombligo y la vejiga de la orina, llamado *uraco*: la comunicacion que existia con la misma vejiga se oblitera, y en lugar de los vasos alantoides, quedan las dos arterias umbilicales y la

vena umbilical, en relacion, por una parte, con la placenta, y por la otra, con los vasos del embrión.

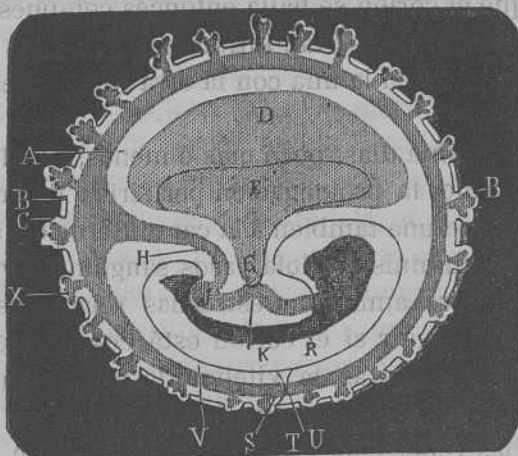


FIGURA 86.*

Huevo de treinta á treinta y cinco dias que representa el desarrollo del ámnios, de la vesícula umbilical y de la alantoides, algo mas adelantado que en la figura anterior.

A hoja interna del blastodermo que constituye las paredes de la vesícula umbilical. **B** hoja externa del blastodermo unida á la membrana vitelina. **C** membrana vitelina, confundida con la hoja externa del blastodermo y con las prolongaciones de la alantoides. **D** vesícula umbilical que se atrofia mas tarde. **G** pediculo de la misma. **H** vesícula alantoides, que tiene su origen en **J** y que reviste la cara interna del huevo, uniéndose á las vellosidades del corión. **K** intestino del embrión. **R** embrión. **V** repliegue de la hoja externa del blastodermo que, despues de haber formado el capuchon caudal, se une con el capuchon cefálico en **T U**, constituyendo el ámnios. **X** vellosidades del corión que se atrofian, excepto en el punto correspondiente á la placenta.

Corión.—Llámanse corión á la cáscara ó cubierta del huevo, independientemente de la que le proporciona la mucosa uterina, con el nombre de *caduca*. Cuando el óvulo llega al útero, el corión lo forma la membrana vitelina, ligeramente modificada por la capa albuminosa de que se ha rodeado al recorrer el trayecto de la trompa y por las vellosidades que se desarrollan en su superficie para adherirse á la mucosa de la matriz.

Algunos dias despues, la hoja externa del blastodermo se aplica á la cara interna de la membrana vitelina, de modo que el córion se halla entonces compuesto de estas dos membranas, tan íntimamente unidas entre sí, que se confunden la una con la otra sin que sea posible separarlas.

Á los treinta dias, poco mas ó menos, del desarrollo intra-uterino, la prolongacion periférica de la vesícula alantoides se une tambien á la cara interna de la cubierta ovular, suministrándola vasos sanguíneos y estableciéndose entre ambas tan estrechas relaciones, que no es fácil distinguir si el córion está compuesto de tres membranas distintas, la vitelina, la blastodérmica y la alantoidea, ó si se han refundido en una sola. De todos modos, las vellosidades vasculares se atrofian gradualmente, y al finalizar el tercer mes, la superficie exterior del córion se presenta lisa y separada de las paredes uterinas, excepto en la parte que corresponde á la placenta, donde, lejos de atrofiarse las vellosidades, adquieren un desarrollo mas considerable.

Placenta.—Las vellosidades vasculares del córion, que no se atrofian como las demás, son las que comunican directamente con el feto por medio del pedículo de la alantoides, de la cual han tomado origen, y al conjunto de arborizaciones y de grupos vasculares ó *cotiledones* que ellas forman, es á lo que se llama *placenta fetal*, por hallarse, como hemos dicho, en comunicacion directa con el feto. La placenta consiste en una masa esponjosa y achatada, de quince á veinte centímetros de diámetro mas gruesa en el centro, cuyo espesor es de uno á dos centímetros, y mas delgada á medida que se acerca á la circunferencia, donde se continúa con el córion. Tiene dos superficies: una lisa y lustrosa, revestida de la hoja parietal del ámnios, y otra cubierta de arrugas y digitaciones vasculares: la primera está uni-

da al cordón umbilical, y la segunda se adhiere á la mucosa del útero, llamada *placenta materna*, profundamente modificada en este punto por las numerosas ramificaciones vasculares que en ella se han desarrollado y por el grosor que ha adquirido.

Tanto la placenta fetal como la materna están casi exclusivamente compuestas de vasos sanguíneos; pero aunque las eminencias y digitaciones que forman en ambos lados encajan recíprocamente, multiplicándose por este medio la superficie de contacto entre los vasos de la madre y los del feto, no hay comunicacion directa entre los unos y los otros, de modo que los elementos constitutivos de la sangre solo se ponen en relacion atravesando las paredes de los vasos capilares.

Cordon umbilical.—En el primer mes de la gestacion, el cordón umbilical está representado por el pedículo de la vesícula umbilical y el de la alantoides, en las que se distribuyen los vasos ónfalo-mesentéricos y alantoides. Algun tiempo despues, la vesícula umbilical se atrofia, desapareciendo casi por completo, y el cuello prolongado de la alantoides se trasforma en un cordón fibroso, por cuyo interior pasan los elementos vasculares que van á distribuirse en la porción periférica de la misma alantoides, formando parte del córion y de la placenta fetal. Al aproximarse el término del embarazo, el cordón umbilical consta de una cubierta exterior, bastante fina, constituida por el ámnios, que le envuelve á manera de vaina en todo su trayecto. Debajo de esta cubierta se encuentra una sustancia albuminosa, semi-sólida, de aspecto gelatinoso, denominada *gelatina de Warton*, que dá al cordón su forma cilíndrica.

Los vasos alantoideos, reducidos ya á las dos arterias umbilicales y vena umbilical, se hallan rodeados por la gelatina de Warton: estas arterias nacen en las ilíacas del feto y llegan hasta la placenta, en cuyas an-

fractuosidades se distribuyen para ponerse en relacion con el sistema sanguíneo de la madre: la vena toma origen en los capilares de la placenta y vá á parar al hígado y á la vena cava inferior del feto.

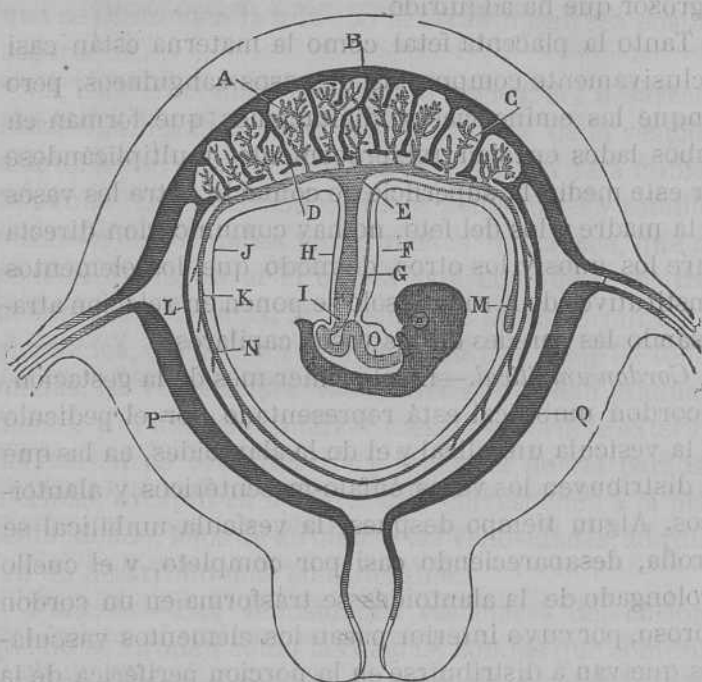


FIGURA 87.^a

Huevo que representa los anexos ó dependencias del feto del tercero al cuarto mes.

O intestino. **G** pedículo de la vesícula umbilical atrofiada y reducida á un cordón macizo. **M** restos de la vesícula umbilical. **HF** conducto amniótico formado por el amnios, en cuyo interior se encuentran las partes constitutivas del cordón umbilical. **I** pedículo de la alantoides, que, después de elevarse hasta la placenta, se prolonga á derecha é izquierda, revistiendo la parte interna del huevo y presentando en la superficie **KN** del córion pequeñas vellosidades atrofiadas. **E** porción de la alantoides, que, confundida con el córion, contribuye á la formación de la placenta fetal. **AC** vellosidades y arborizaciones vasculares que concurren á la formación de la placenta. **BD** caduca útero-placentaria. **L** caduca ovular. **QP** caduca uterina.

Las arterias umbilicales carecen de túnica externa, haciendo sus veces la sustancia gelatinosa que las ro-

dea, y están desprovistas tambien de *vasa vasorum*. El cordon umbilical no tiene tampoco vasos linfáticos, y en caso de hallarse alguna ramificacion nerviosa, es solo en la extremidad fetal. La longitud del cordon suele ser de cincuenta centímetros poco mas ó menos, y de un centímetro de espesor.

Caduca.—Se ha creido hasta estos últimos tiempos que, á consecuencia de la fecundacion del óvulo, no solo se aumentaba la turgescencia de la mucosa uterina, sino que segregaba una especie de serosidad plástica que, convertida en membrana, tapizaba la superficie interna del útero en toda su extension, obstruyendo, al mismo tiempo, el orificio de las trompas. Á esta falsa membrana se daba el nombre de *caduca*, y como al descender el óvulo desde la trompa á la matriz no encontraba libre el paso, se suponía que penetraba en el espacio comprendido entre la mucosa uterina y la *caduca*, quedando aprisionado entre las dos. Á la parte de esta última membrana que cubria el huevo, se llamaba *caduca refleja*, y al resto de la misma, *caduca directa*.

Las observaciones microscópicas efectuadas en estos últimos tiempos han permitido descubrir la analogía de textura que existe entre la *caduca* y la mucosa de la matriz, y como se encuentran en ambas los mismos elementos histológicos, hoy se considera á la primera como una dependencia de esta última y no como una membrana de nueva formacion. Ya hemos dicho que, inmediatamente despues de fecundado el huevo, la mucosa del útero se congestiona y aumenta de espesor, hasta el punto de llenar toda la cavidad, presentando su superficie arrugada y deprimida, pero blanda y esponjosa como si estuviera cubierta de una exudacion de albúmina.

Dada esta disposicion; cuando el huevo penetra en el útero, queda detenido y como enterrado en una ú

otra de las depresiones ó cavidades que allí encuentra, y como la mucosa continúa hipertrofiándose, no tardan en reunirse las partes laterales de la depresion, envolviendo al óvulo por completo. Á la parte de la mucosa uterina que, reflejándose sobre el huevo, lo encierra en su interior, formando como un saco sin abertura, se llama *caduca refleja, epicórrion*, ó mejor, *caduca ovular*; á la parte de la mucosa sobre la que descansa el huevo y con la que se establecen las relaciones vasculares que mas tarde han de dar lugar á la produccion de la placenta, *caduca útero-placentaria*; y *caduca uterina, verdadera ó parietal*, al resto de la mucosa que tapiza el útero en toda su extension. De este modo no queda obstruido el orificio de las trompas, como sucederia si hubiera una membrana de nueva formacion, y de consiguiente nada hay que impida la entrada de nuevos óvulos, en el caso de que aun sigan desprendiéndose, siendo posible, por lo mismo, una nueva fecundacion despues de la primera, que es á lo que se dá el nombre de superfetacion.

Á medida que el huevo se vá desarrollando, la *caduca ovular* se acerca mas á la *uterina*, sus conexiones se hacen mas íntimas, y despues se refunden en una sola. Hacia el fin del tercer mes, las dos caducas así refundidas se atrofian gradualmente, desprendiéndose al mismo tiempo de la superficie del útero; la pared interna de esta víscera se reviste de un blastema que se condensa lentamente presentando los caractéres de una membrana amorfa, la cual se trasforma por último en mucosa, pero sin que su desarrollo se complete hasta los sesenta ó setenta dias de verificado el parto, que es cuando adquiere el aspecto que tenia, antes de la fecundacion, la mucosa á la cual reemplaza. En cuanto á la *caduca útero-placentaria*, lejos de atrofiarse como las otras al empezar el cuarto mes, adquiere mayor ex-

tension; aumentan el calibre y la longitud de sus vasos, haciéndose mas extensas y mas completas las relaciones vasculares entre el feto y la madre; pero al aproximarse la época del parto, experimenta modificaciones análogas á las que hemos descrito anteriormente, preparándose, por una parte, para desprenderse del útero, y facilitando, por otra, la exudacion de la linfa plástica de que ha de formarse la mucosa destinada á reemplazarla.

CAPÍTULO III.

Desarrollo de los tejidos y funciones del feto.

§ 119.

Los primeros fenómenos de desarrollo que se observan en el huevo despues de haber sido fecundado, consisten en la segmentacion del vitellus, á consecuencia de la cual queda convertido en un conjunto de células que constituyen los elementos primitivos de que ha de formarse el nuevo sér. La primera célula está representada por el óvulo, y las células embrionarias á que dá origen se multiplican por generaciones sucesivas. El estudio de las trasformaciones que estas células experimentan para contribuir á la formacion de los diferentes tejidos de que se compone la economía, constituye el objeto de la histología, de la que ya hicimos un brevísimo resumen en la primera parte de esta obra, debiendo estudiarse en los tratados especiales los numerosos y difíciles problemas que comprende esta parte de la anatomía general.

De todos modos, á la vez que los anexos del feto sufren las trasformaciones que acabamos de dar á co-

nocer, el embrión, representado en un principio por la mancha germinativa, sigue también desarrollándose. Á las tres ó cuatro semanas, tiene una longitud de tres líneas; su figura es la de un gusanito encorvado, algo más ancho en la extremidad correspondiente á la cabeza; en esta se observan dos manchas oscuras circulares, correspondientes á lo que han de ser los ojos, y una hendidura que será la boca. El pecho se confunde con la cabeza; no hay cuello, y las extremidades superiores empiezan á manifestarse por un pequeño mamelon. El aparato digestivo presenta la forma de un tubo sin curvaturas, que se abre en la vejiga de la orina, lo mismo que los conductos excretores de los cuerpos de Wolf.

A los dos meses, la longitud es de unas diez y seis líneas; en la cabeza se observan los rudimentos de los párpados, de la nariz y de los labios; el oído externo está ya casi conformado; se distinguen los rudimentos de los pulmones, del bazo, de las cápsulas supra-renales; el hígado es bastante voluminoso; se percibe la separación de los intestinos delgados y de los gruesos; los cuerpos de Wolf están casi atrofiados; se advierten diferentes puntos de osificación en el esqueleto; el sistema muscular empieza á caracterizarse, y se presentan las extremidades, con los codos y brazos separados del tronco, y aislados los talones y rodillas.

Hacia el fin del tercer mes, cuando el embrión toma el nombre de feto, tiene de cuatro á cinco pulgadas de longitud, y sus órganos se perciben clara y distintamente. La cabeza está proporcionalmente más desarrollada que el resto del cuerpo; el globo del ojo contiene todas sus partes componentes; se halla formada la membrana pupilar, que solo desaparece en el último mes; la piel está bien limitada; aparecen los rudimentos de las uñas, y el estado de los órganos genitales permite distinguir si el sexo es masculino ó femenino.

Pasado el tercer mes, continúa el desenvolvimiento hasta el término del embarazo, en cuya época la cabeza corresponde generalmente al cuello del útero, y las extremidades se hallan dobladas sobre el tronco. El cráneo está mas desarrollado que la cara, y las extremidades superiores mas que las inferiores. El feto de término pesa de cinco á siete libras, y tiene una longitud de diez y seis á diez y ocho pulgadas.

§ 120.

Circulacion del feto.—Los rudimentos del aparato circulatorio aparecen durante los primeros quince dias de la vida embrionaria, por medio de vasos capilares que se desarrollan en la vesícula umbilical y del *punctum saliens*, ó primer delineamiento del corazon, que se presenta en la extremidad cefálica. Poco tiempo despues se establecen ramificaciones vasculares entre uno y otro punto, de modo que los ramúsculos sanguíneos de la vesícula umbilical forman dos troncos venosos, llamados *ónfalo-mesentéricos*, que penetran en el embrion por el ombligo, y reunidos á otros capilares venosos del mismo, llegan hasta la extremidad inferior del corazon, que en esta época solo tiene una cavidad. De la extremidad superior de esta víscera nacen los llamados *arcos aórticos*, que, encorvándose, se dirigen á las partes laterales del cuerpo, recorriendo toda su longitud y suministrando numerosos capilares; al llegar á la altura del ombligo, dan dos troncos, designados con el nombre de *arterias ónfalo-mesentéricas*, que van á distribuirse en las paredes de la vesícula umbilical.

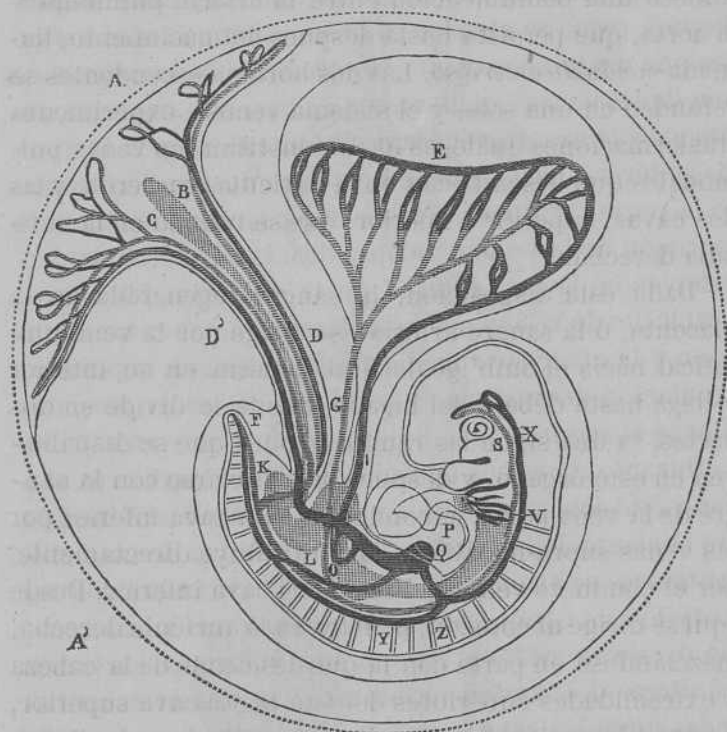
La circulacion que de esta manera se establece entre la indicada vesícula y el cuerpo del embrion se llama *primera circulacion*, y está principalmente destinada

á suministrar al nuevo sér los materiales nutritivos que todavía no recibe de la madre. Pero como la vesícula umbilical se vá atrofiando desde que empieza el segundo mes; como se atrofian al mismo tiempo todos los vasos que contiene, excepto la porcion *intra-embrional* de una de las venas ónfalo-mesentéricas, que continúa recibiendo la sangre venosa de los intestinos por la vena mesentérica, hasta que se trasforma despues en tronco de la porta; y como estos cambios coinciden con la aparicion de la vesicula alantóides, cuyos vasos se distribuyen en la cara interna de la cubierta del huevo, estableciendo relaciones vasculares directas entre el embrión y la madre por medio de la placenta, la primera circulacion desaparece, y al llegar al tercer mes, comienza la segunda.

Durante el periodo de transicion entre las dos circulaciones, no solo se atrofia la vesícula umbilical á medida que la alantóides la sustituye, sino que una de las venas alantóideas se atrofia tambien, quedando reducidos los vasos de esta última vesícula á dos arterias y una vena, que persisten hasta el nacimiento y forman los vasos definitivos del cordón umbilical. Las dos arterias llamadas umbilicales, comunican con las iliacas, ramas de la aorta descendente, y la vena llamada tambien umbilical, con el tronco de la porta, resto de los antiguos vasos ónfalo-mesentéricos, y con la vena cava inferior, por medio del *conducto venoso* que se oblitera despues del nacimiento.

El corazón se encorva al mismo tiempo, de modo que la parte superior, de donde nacen las arterias, se hace inferior, y la inferior que recibia las venas, superior. De las tres cavidades que contiene, una corresponde á las aurículas que comunican entre sí hasta despues del nacimiento por el orificio llamado *agujero de Botol*, que se halla en el tabique de separacion; la otra

corresponde al ventrículo derecho, y la tercera al ventrículo izquierdo, denominado en esta época *bulbo aórtico*.

FIGURA 88.^a

Periodo de transición entre la primera y segunda circulación.

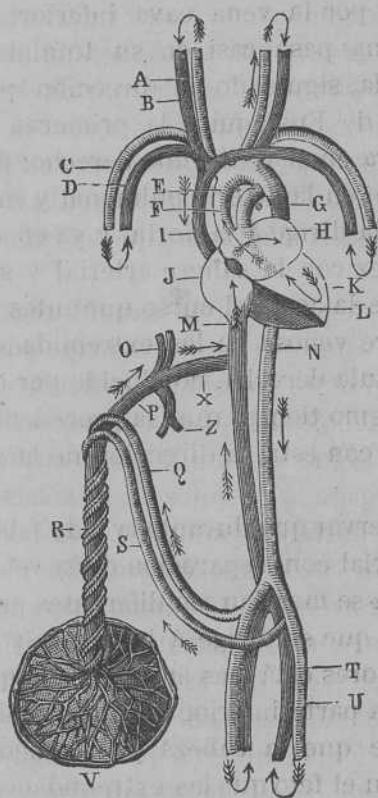
AA' córion que resulta de la fusión de la membrana vitelina con la hoja externa del blastodermo y con la que suministra la prolongación periférica de la alantoides. **E** vesícula umbilical. **G** arteria ónfalo-mesentérica. **I** vena ónfalo-mesentérica. **O** continuación intra-embriónica de la misma vena que ha de formar más tarde el tronco de la porta. **BC** arterias alantoides. **DD'** venas alantoides. **S** tronco que representa la aorta torácica. **X** vena cardinal que ha de trasformarse en cava superior. **Y** vena cardinal inferior. **Z** confluencia de las venas cardinales. **V** tronco aórtico y arcos aórticos. **P** cavidad auricular del corazón. **Q** confluencia de todas las venas en la cavidad auricular. **L** vena cava inferior. **K** aorta descendente. **F** punta de anastomosis de las venas cardinales con la aorta descendente.

Los arcos aórticos se trasforman en cayado de la

aorta, carótidas, arteria pulmonar, subclavias, etc., con la notable particularidad de que al mismo tiempo se establece una comunicacion entre la arteria pulmonal y la aorta, que persiste hasta despues del nacimiento, llamada *conducto arterioso*. Las dos aortas descendentes se refunden en una sola, y el sistema venoso experimenta trasformaciones análogas hasta constituir las venas pulmonales que desembocan en la aurícula izquierda, y las dos cavas, superior é inferior, que se reunen en la aurícula derecha.

Dada esta disposicion, la sangre regenerada en la placenta, ó la sangre arterial, se dirige por la vena umbilical hácia el ombligo del feto; penetra en su interior y llega hasta debajo del hígado, donde se divide en dos partes: la una sigue las ramificaciones que se distribuyen en este órgano, y despues de mezclarse con la sangre de la vena porta, es conducida á la cava inferior por las venas supra-hepáticas; la otra afluye directamente, por el conducto venoso, á la misma cava inferior. Desde aquí se dirige al corazon; penetra en la aurícula derecha, mezclándose en parte con la que desciende de la cabeza y extremidades superiores del feto por la cava superior, y pasa á la aurícula izquierda por el agujero de Botal. Desde la aurícula izquierda, se introduce, por el orificio aurículo-ventricular, en el ventrículo izquierdo, asciende á la aorta, y despues de suministrar á las carótidas y subclavias la porcion que necesitan para el riego de la cabeza, del cuello y de las extremidades superiores, continúa su curso por la aorta descendente, de donde una parte se distribuye en las extremidades inferiores, pasando por las arterias crurales, y la otra vuelve, por las arterias umbilicales, á la placenta, en cuyo punto recupera las cualidades de sangre arterial que habia perdido, no solo suministrando los elementos necesarios á la nutricion y al acrecentamiento del feto, sino mezclándose

con la sangre venosa al pasar por el hígado, por la aurícula derecha y por el conducto arterioso.

FIGURA 89.^a

Segunda circulación ó circulación fetal.

V placenta. **R** cordón umbilical. **P** vena umbilical. **OZ** ramos de la misma vena que van al hígado. **X** conducto venoso que desemboca en la cava inferior. **J** aurícula derecha en cuyo interior se vé el agujero de Botai. **H** aurícula izquierda. **K** ventrículo izquierdo. **E** aorta ascendente. **A** carótida. **C** arteria subclavia. **GN** aorta descendente. **U** arteria iliaca. **SQ** arterias umbilicales. **B** vena yugular. **D** vena subclavia. **I** vena cava superior que recibe la sangre venosa de la cabeza, del cuello y de las extremidades superiores. **L** ventrículo derecho, del cual sale la sangre por la arteria pulmonal para dirigirse á la aorta por el conducto arterioso que se halla algo á la derecha de la línea **F**.

En cuanto á la sangre venosa, la que procede de la cabeza, del cuello y de las extremidades superiores,

llega por la vena cava superior á la aurícula derecha, donde se mezcla en parte con la arterial conducida al mismo sitio por la vena cava inferior; pero mientras esta última pasa casi en su totalidad á la aurícula izquierda, siguiendo la direccion que le imprime la válvula de Eustaquio, la primera, es decir, la venosa, penetra en el ventrículo derecho; desde el ventrículo derecho, en la arteria pulmonal y en el conducto arterioso que la dirige á la aorta, y ya en este sitio, se mezcla otra vez con la sangre arterial y sigue por las derivaciones de la aorta el curso que antes hemos indicado. La sangre venosa de las extremidades inferiores llega á la aurícula derecha, conducida por la vena cava inferior, al mismo tiempo que la procedente de la placenta, y sigue, con esta, la direccion de la sangre arterial.

Es fácil observar que durante la vida fetal no circula la sangre arterial con separacion de la venosa, puesto que una y otra se mezclan en diferentes puntos. Á pesar de todo, la que se dirige á la cabeza y á las extremidades superiores está mas arterializada que la que se distribuye en la parte inferior del cuerpo, siendo tal vez esta la causa de que la cabeza y el tronco estén mas desarrollados en el feto que las extremidades inferiores.

Inmediatamente despues del nacimiento, el aparato circulatorio experimenta las modificaciones necesarias para acomodarse á la nueva situacion en que se encuentra el organismo.

Los vasos umbilicales, que estaban en comunicacion con las ilíacas y con la vena cava, se trasforman en cordones ligamentosos; el conducto venoso se atrofia; el agujero de Botal se obstruye, quedando las dos aurículas completamente separadas, y el conducto arterioso se atrofia tambien, mientras que adquieren mayor desarrollo los vasos pulmonares. Cuando estos cambios

se verifican, la circulacion entra en las condiciones definitivas que ya hemos dado á conocer, y la sangre venosa, en vez de regenerarse en la placenta, pasa á los capilares del pulmon, adquiriendo del aire atmosférico el oxígeno que necesita para convertirse en arterial.

Nutricion durante la vida intra-uterina.—Las modificaciones y el aumento de volúmen que el óvulo experimenta en los primeros quince dias de la gestacion, se realizan á expensas de los materiales que, por absorcion y por endósmose, penetran á través de sus membranas. Cuando se desarrollan los vasos ónfalo-mesentéricos, el huevo se nutre, por una parte, de los jugos que estos vasos encuentran en el interior de la vesícula umbilical, y por otra, de las sustancias que absorben las vellosidades del córion en la mucosa de la matriz. Al establecerse la segunda circulacion, la sangre del feto adquiere en la placenta materna los materiales reparadores y el oxígeno que necesita, cediendo en cambio las sustancias y los gases que ya no pueden serle de utilidad alguna.

Secreciones en el período embrionario y fetal.—En el período embrionario, los cuerpos de Wolf, que se desarrollan rápidamente y que presentan los caracteres de verdaderas glándulas, están destinados, segun se cree, á la secrecion del líquido que llena la vesícula alantoides, con la cual comunican por medio de un conducto excretor. El líquido alantoideo tiene, sin duda, por principal objeto distender las paredes de la vesícula para que se pongan mas fácilmente en contacto con la superficie interna del huevo, á la que deben revestir; así es que, cuando esto se consigue y se establecen por este medio relaciones vasculares entre el embrión y la madre, el líquido alantoideo desaparece.

En esta misma época, existiendo ya la continuidad del aparato urinario, empieza la secrecion de orina, y si

el feto la expelle por la uretra, vá á parar á la cavidad del ámnios, donde se mezcla con el líquido amniótico. También empieza la secrecion biliar á medida que el hígado se desarrolla, y el producto de esta secrecion rudimentaria se encuentra en el intestino y se le dá el nombre de *meconio*. Ordinariamente el meconio se expelle por el ano poco despues del nacimiento; pero á veces la evacuacion se verifica durante la vida intrauterina y queda también mezclado con el agua del ámnios.

La sustancia sebácea de que se cubre el feto en los últimos meses del embarazo es igualmente un producto de secrecion y está destinado á facilitar su salida en el momento del parto.

Funciones de relacion del feto.—Estas funciones están limitadas durante el período fetal á movimientos automáticos que empiezan á observarse del cuarto al quinto mes del embarazo. Las contracciones musculares de que dependen, son debidas á una accion refleja, lo mismo que las de los músculos de fibra lisa, que también se contraen, á medida que vá siendo necesario su concurso para las funciones de la vida vegetativa que el feto desempeña.

CAPÍTULO IV.

Nacimiento y lactancia.

§ 121.

Durante el embarazo, que en la mujer dura unos doscientos ochenta dias, el organismo de la madre experimenta modificaciones importantes. La menstruacion desaparece; el útero, que hasta fin del tercer mes se

acomoda en la cavidad pelviana debajo del estrecho superior, aumenta sucesivamente de volúmen y ocupa la cavidad abdominal, extendiéndose en los últimos tiempos del embarazo hasta el epigastrio. Las paredes uterinas aumentan considerablemente de espesor, por la formacion de nuevas fibras musculares y por el desarrollo que adquieren los vasos sanguíneos, pero van distendiéndose tambien de una manera progresiva. La compresion que experimentan los órganos abdominales, á consecuencia del aumento de volúmen del útero, ocasiona la de la vejiga, tenesmos vesicales y á veces retencion de orina; la de los nervios pelvianos y crurales, calambres ó entorpecimiento en los movimientos de las extremidades inferiores; la de los vasos sanguíneos, edemas en las mismas extremidades y en la bulba, ó estados varicosos en las venas correspondientes; el aparato digestivo se perturba en sus funciones, sobreviniendo náuseas, vómitos, inapetencia ó perversion del apetito, y la demasiada elevacion del diafragma hace dificiles los movimientos respiratorios.

La mayor parte de estos trastornos, aunque poco constantes, lo mismo en su intensidad que en el orden con que se presentan, pueden ser debidos á estados patológicos ó á otras causas distintas, y no bastan por sí solos para considerarlos como indicios positivos de la preñez. La seguridad de que existe el embarazo, solo puede adquirirse á los cuatro meses, con corta diferencia, porque en esta época empiezan los movimientos automáticos del feto y porque los latidos del corazon, perceptibles con el estetoscopio, son muy distintos, por su celeridad, de los correspondientes á la madre.

De todos modos, á los nueve meses de la fecundacion, poco mas ó menos, el feto tiene ya las condiciones de viabilidad que necesita, y se anuncia la proximidad de parto por el descenso del útero, por dolores en la region

lumbar, que se sienten despues en la direccion de la sínfisis del pubis, y por la dilatacion progresiva del cuello del útero. Á medida que el trabajo del parto está mas adelantado, los dolores se hacen mas violentos; las contracciones uterinas van acompañadas de movimientos respiratorios que tienen por objeto deprimir fuertemente el diafragma sobre la matriz y suministrar puntos de apoyo á los músculos del abdómen, que entran tambien en contraccion. Á consecuencia de estos esfuerzos, comprimidas las membranas que envuelven el feto, atraviesan el cuello del útero, formando una protuberancia conocida con el nombre de *bolsa de las aguas*, y cuando al fin esta se rompe, dando salida á la mayor parte del líquido que contiene, una porcion del feto, que generalmente suele ser la cabeza, franquea el cuello del útero y penetra en la vagina. Desde entonces, su expulsion completa se efectúa con mas ó menos rapidez, segun la resistencia que opone la estrechez del conducto que ha de recorrer, neutralizada en parte por el unto sebáceo de que está cubierto el feto y por las mucosidades y humores que lubrifican la superficie de la vagina y de la bulba.

Despues de la salida del feto, acompañada siempre de una hemorragia mas ó menos considerable, se corta el cordón umbilical, ligándolo á tres ó cuatro centímetros del ombligo, y como la placenta y las cubiertas del huevo se hallan todavía en la matriz, se necesita esperar algunos minutos para que puedan desprenderse por completo y ser tambien eliminadas al exterior. La expulsion de las *secundinas*, que es el nombre que se dá á este conjunto de membranas, vá seguida de un flujo sanguíneo mezclado con coágulos, cuya salida es á veces dolorosa; poco tiempo despues, la hemorragia es sustituida por una mucosidad sanguinolenta, y desde el tercer dia, poco mas ó menos, por un líquido albuminoso que

apenas tiene color. Este flujo, designado con el nombre de *loquios*, dura unos quince ó veinte dias, y á los dos meses, con corta diferencia, la matriz entra de nuevo en sus condiciones regulares. Coincide con el parto la secrecion de las glándulas mamarias, tan interesante para la alimentacion del nuevo sér.

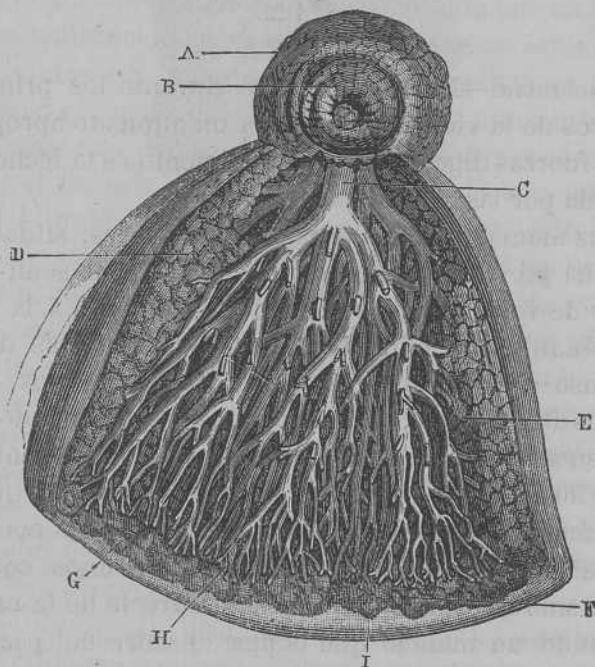
§ 122.

Lactancia.—El niño necesita durante los primeros tiempos de la vida extra-uterina un alimento apropiado á sus fuerzas digestivas, y este alimento es la leche, segregada por las glándulas mamarias.

Las mamas son dos órganos glandulares, situados á derecha y á izquierda del externon, de forma semi-esférica y de volumen muy variable; pertenecen á la clase de glándulas arracimadas y están compuestas de un inmenso número de gránulos ó *acini*, de dos milímetros de diámetro, poco mas ó menos, terminados por pequeños conductos excretores que se unen entre sí hasta formar, por reuniones sucesivas, de doce á quince conductos mayores, llamados *galactóforos*. Los conductos galactóforos no se anastomosan los unos con los otros, sino que convergen hácia la auréola de la mama, formando un manojo que ocupa el cetro del pezon, y despues de recorrerle en toda su longitud, se abren en su vértice por orificios casi capilares. Antes de llegar al pezon, se dilatan, formando pequeños receptáculos que han recibido el nombre de *senos lactíferos*. Estos conductos están compuestos de tres túnicas: una interna, amorfa; otra media, que contiene fibras musculares lisas, y otra externa, en la que se hallan fibras elásticas.

Los acini, que constituyen los verdaderos elementos glandulares de la mama, tienen una cubierta homogénea, granulosa, tapizada interiormente de un epitelio

pavimentoso; se agrupan los unos á los otros en número variable, formando lobulillos, de cada uno de los cuales nace un conducto excretor, centro, por decirlo así, de todos los elementos glandulares de que se compone, y que á su vez se reúne á los conductos excretores de los lobulillos inmediatos.

FIGURA 90.^a

A auréola. **B** pezón cuya parte central se halla contraída. **C** conducto galactóforo en el punto que forma el seno lactífero. **D E F G I** lobulillos de la glándula que resultan de la reunión de los acini. **H** conductos excretores que proceden de los lobulillos y cuyas anastómosis sucesivas constituyen los conductos galactóforos.

El conjunto de lobulillos que comunican con un solo conducto galactóforo constituye un *lóbululo*, y por lo mismo, el número de *lóbulos* no pasa comunmente de trece

á quince, que es el de los indicados conductos galactóforos.

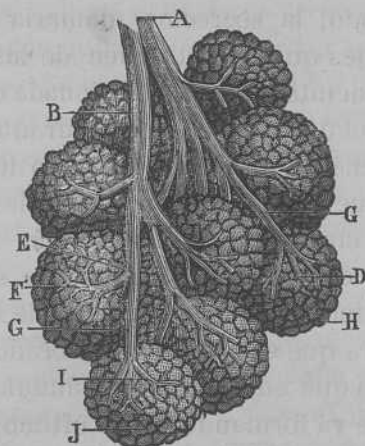


FIGURA 91.^a

A conducto galactóforo que comunica con todos los conductos excretores del mismo lóbulo. *B C D E F G I* conductos excretores de los lobulillos, que se van reuniendo los unos á los otros, adquiriendo mayor diámetro hasta formar el conducto galactóforo. *H* y *J* conjunto de gránulos ó de acini, cuyo agrupamiento constituye un lobulillo.

Independientemente de los elementos de que acabamos de hablar, existen en las mamas vasos sanguíneos y linfáticos, lo mismo que nervios, rodeados todos de una trama celulosa. En la parte periférica, la piel no presenta carácter alguno particular, y el tejido celulo-adiposo subyacente forma una capa bastante espesa que disminuye á la proximidad del pezón, en el cual desaparece por completo. En su lugar existe en este punto una capa muscular—músculo sub-areolar de M. Sappey—que rodea por su borde interno el conjunto de los conductos galactóforos que penetran en el pezón.

El mecanismo de la secreción láctea no se diferencia del de las otras secreciones. Las células epiteliales de la glándula, y probablemente también las paredes de los

gránulos ó acini en que esas células se encuentran, toman de la sangre arterial los elementos que necesitan para la elaboracion del producto que han de segregar. Á pesar de todo, la secrecion mamaria tiene algunas particularidades que la distinguen de las otras. Por de pronto, está tan íntimamente relacionada con las modificaciones que el útero experimenta durante el embarazo, que, por lo general, no se presenta sino despues del parto, por mas que haya casos excepcionales en que no se necesite esta circunstancia. Es además periódica, dependiendo su duracion del tiempo que se prolonga la lactancia. Es indispensable el influjo de la presion ó de la succion para que el producto elaborado salga al exterior, mientras que en las demás glándulas se excreta á medida que se vá formando, y por último, no existe mas que en un limitado número de animales, que por esta razon se llaman *mamíferos*.

La leche es un líquido de color blanco, de sabor dulce y agradable, algo mas denso que el agua, ligeramente alcalino á su salida del pezon, pero que se altera con facilidad al contacto del aire, haciéndose ágrido y coagulándose.

En cada cien partes de leche hay de ochenta á noventa de agua, y el resto se compone de caseína, de manteca, de azúcar de leche, y de sales, dominando entre estas el fosfato de cal, lo que explica la rapidez del desarrollo del esqueleto. El análisis de la leche de mujer ha dado los siguientes resultados:

ANÁLISIS de la leche de mujer.	Segun M. Lehmann.	Segun M. Rognault.	Segun MM. Vernois y Bocquere.
Agua.	89.8	88.6	88.9
Caseína y sales insolubles.	3.5	3.9	3.9
Manteca.	2.0	2.6	2.7
Azúcar de leche y sales solubles.	4.7	4.9	4.5
	100.—	100.—	100.—

Hay gran número de circunstancias que contribuyen á variar las proporciones de los diversos principios que entran en la composicion de la leche.

La segregada en los primeros dias que siguen al parto, designada con el nombre de *calostros*, es amarillenta y contiene menor cantidad de caseina y de manteca; estos principios aumentan poco á poco durante los tres ó cuatro primeros meses de lactancia, permanecen despues, con corta diferencia, estacionarios, y disminuyen, por último, cuando la leche tiene año y medio ó dos años. La clase de alimentacion de la nodriza ejerce una influencia considerable en las condiciones de la leche, pero aunque para que esta sea buena, se necesita que lo sea tambien la alimentacion, no debe entenderse por esto que sea conveniente comer mucho, porque como no alimenta lo que se come, sino lo que se digiere, una cantidad exagerada de alimentos es siempre perjudicial. Los principios volátiles de algunas sustancias alimenticias pasan á la leche, comunicándola su olor, y tambien se encuentran en la misma diversas sales, de las que forman parte de los alimentos ó de las que se administran con un objeto medicinal. El estado moral de la mujer, sus enfermedades y el embarazo ejercen tambien una influencia considerable en las cualidades de la leche.

La caseina está disuelta en la leche á favor de la sosa que este líquido contiene, así es que, neutralizándola por medio de los ácidos, la caseina precipita, separándose de la parte líquida ó del suero. La coagulacion de la caseina puede verificarse de una manera espontánea, si el azúcar de leche se trasforma en ácido láctico, como sucede con frecuencia. Tambien se coagula por la influencia del tanino, del alcohol, del cuajo, de la pepsina, de las flores de cardo y alcachofa, etc., utilizándose cualquiera de estos medios para la fabricacion de los quesos, de los que la caseina es la parte constituyente.

La leche, examinada con el microscopio, presenta gran número de glóbulos de volúmen variable, algunos de los cuales parecen animados de movimientos sarcódicos. En el interior de estos glóbulos está contenida la manteca, y cuando se destruye la película que los forma, desaparecen y queda la sustancia grasa en libertad. Por eso, *batiendo* la leche, los indicados glóbulos se rompen y la sustancia grasa se reúne en una masa compacta que constituye la manteca.

La leche es el alimento exclusivo del niño en los primeros meses de su vida, pero á proporcion que el aparato digestivo se perfecciona y se completa, puede ir tomando otros alimentos de fácil digestión, hasta que al terminar, al año y medio ó á los dos años, el periodo de la lactancia, hace ya uso de las sustancias alimenticias comunes.

CAPÍTULO V.

Edades, temperamentos, idiosincrasias, declinacion y muerte.

§ 123.

Se dá el nombre de edades á las diversas fases del desarrollo orgánico, caracterizadas por modificaciones funcionales de importancia, que forman época, por decirlo así, en la vida de los sugetos. Aunque las diferentes clasificaciones adoptadas obedecen todas al criterio que acabamos de indicar, son pocos los fisiólogos que están completamente de acuerdo con respecto al número de las revoluciones orgánicas que marcan las edades, porque este número puede ser mayor ó menor segun el punto de vista bajo el cual se las considere.

Hay, sin embargo, dos periodos de la vida completa-

mente distintos y que se prestan por lo mismo á una division general, en la que no puede haber duda alguna: nos referimos á la vida *intra-uterina*, que dura desde la fecundacion hasta el nacimiento, y á la vida *extra-uterina*, que comienza al tiempo de nacer y solo acaba con la muerte.

La vida intra-uterina se divide en dos edades: la *embrionaria*, que dura hasta los tres ó cuatro meses, es decir, hasta que empieza la segunda circulacion, y la *fetal*, que comienza en esta época y termina al verificarse el nacimiento.

La vida extra-uterina se divide tambien en cuatro edades, que tienen caracteres bien distintos: la infancia, la pubertad, la virilidad y la vejez.

La infancia comienza en el momento de nacer y dura hasta los quince años, poco mas ó menos, en el hombre, y hasta los trece en la mujer. En la infancia empieza á funcionar el aparato respiratorio, que durante la vida intra-uterina habia venido habilitándose para este trabajo importantísimo. La circulacion experimenta notables modificaciones, puesto que la sangre venosa, en vez de ir á la placenta para tomar de la madre los materiales reparadores, los recibe del aparato digestivo, cambiando con el aire, á su paso por los pulmones, los gases inservibles por otros que han de comunicarla de nuevo sus propiedades arteriales. Con este objeto se destruyen los vasos umbilicales, el conducto venoso, el agujero de Botal y el conducto arterioso, adquiriendo á la vez mayor desarrollo los vasos del pulmon. La primera denticion, que se establece desde los seis meses á los dos años, con corta diferencia, es reemplazada por la segunda, que comienza á los siete años y se completa á los doce, exceptuando solo las muelas llamadas del juicio; la alimentacion láctea se sustituye por la comun; adelanta la osificacion del esqueleto; se

desenvuelven los órganos sexuales, y se notan los primeros indicios de los apetitos venéreos. En esta época de la vida el crecimiento es extraordinario.

La pubertad se caracteriza principalmente por el intenso vigor que adquieren las funciones de reproducción, que hasta entonces habian estado como adormecidas. En el hombre, aumenta considerablemente el volumen de los testículos, aparecen los zoospermios en el sémen y se abultan los cartilagos de la laringe, coincidiendo con la mudanza de la voz. En la mujer, se desarrollan los ovarios y la matriz, comienza la rotura periódica de las vesículas de Graaf y aparece la menstruación. En ambos sexos, se hacen mas evidentes sus caracteres distintivos y se completa el desenvolvimiento general de los aparatos y tejidos. La pubertad comienza á los trece ó quince años, como término medio, y acaba á los treinta.

La edad viril, que dura desde los treinta á los sesenta años, poco mas ó menos, coincide con esa época de la vida que podriamos llamar estacionaria. Terminado el desarrollo, y en el goce completo de todas sus facultades intelectuales, vegetativas y reproductoras, el hombre conserva, en el primer periodo de la virilidad, toda la energía y robustez de sus mejores años, pero al acercarse el segundo período, ó lo que es igual, al aproximarse la vejez, empiezan ya á notarse los primeros indicios de su decaimiento, que ha de ser en adelante progresivo. Las funciones reproductoras se debilitan, y en la mujer, sobre todo, desaparecen las reglas, lo mismo que la evolucion periódica de los ovarios, perdiendo definitivamente la fecundidad.

La vejez, último y el mas triste período de la vida, está caracterizada por el decaimiento físico y la debilidad intelectual. Empieza por término medio á los sesenta años y acaba con la muerte. En la mujer, hace ya

tiempo que ha desaparecido el flujo menstrual: en el hombre, vá perdiéndose lentamente la propiedad prolífica del esperma, y aunque hay viejos en quienes todavía se observan espermatozoarios á los setenta y ochenta años, esto no es lo comun. La vista y el oído se entorpecen; falta la energía muscular; las combustiones internas son débiles é incompletas; no hay, por lo mismo, desprendimiento suficiente de calor; los tejidos blandos pierden su consistencia; los huesos se vuelven menos flexibles; los tejidos fibrosos y las paredes de los vasos se osifican; la organizacion, maltratada por los estragos del tiempo, se deteriora ó se destruye, y al fin un día, en la imposibilidad de seguir funcionando, desaparecen para siempre las manifestaciones de una existencia que cada vez se iba haciendo mas difícil y trabajosa.

§ 124.

Temperamentos é idiosincrasias.—Los temperamentos consisten en las diferencias orgánicas y funcionales que se observan en los distintos individuos, compatibles con el estado de salud, y dependientes del predominio de alguno de los sistemas generales sobre todos los demás.

Cuando se admitia en las escuelas la existencia de cuatro humores principales: la sangre, la pituita, la bilis y la atrabilis, se admitian tambien cuatro temperamentos: el sanguíneo, el flemático, el bilioso y el melancólico, representando cada uno el predominio del humor correspondiente. Hoy, que la doctrina humoral de Galeno no es compatible con los adelantos de nuestra época, y que se ha demostrado hasta la evidencia que la pituita y la atrabilis son creaciones caprichosas que no existen en realidad, solo se hacen depender los

temperamentos del predominio de los sistemas generales, es decir, de aquellos elementos orgánicos que entran en la composicion de todos los tejidos. Bajo este supuesto, solo hay tres temperamentos: el sanguíneo, el nervioso y el linfático. Puede suceder, sin embargo, que exista á la vez el predominio de dos de estos sistemas orgánicos con relacion al tercero, y en este caso se hallan los temperamentos llamados compuestos, como el sanguíneo-nervioso, el sanguíneo-linfático y el linfático-nervioso.

En los sugetos de temperamento sanguíneo, el sistema vascular está mas desarrollado que en todos los demás; la cantidad de sangre parece mayor; el color de la piel es mas rubicundo; la sangre es mas rica en principios plásticos, y se nota cierta preponderancia en las funciones de nutricion sobre las de la vida animal. En los de temperamento nervioso, la piel es comunmente pálida; el sistema muscular está poco desarrollado; las carnes son enjutas, y las funciones de la vida de relacion preponderan sobre las de la vida nutritiva. En los de temperamento linfático, las formas son mas redondeadas; la piel mas fina; la cantidad de tejido adiposo es mayor, y hay cierta indolencia y flojedad, lo mismo en las funciones de la vida orgánica que en las de la vida animal.

El predominio de un aparato orgánico sobre todos los demás, ha recibido el nombre de *idiosincrasia*, y es compatible con el estado de salud de los sugetos y con toda clase de temperamentos. Así, por ejemplo, el desarrollo del aparato digestivo constituye la idiosincrasia gastro-hepática, que puede existir lo mismo en individuos de temperamento sanguíneo que en los de linfático ó nervioso, etc. Aunque los temperamentos y las idiosincrasias dependen en parte de trasmision hereditaria, no hay duda de que dependen tambien del con-

junto de condiciones que rodean á los sugetos, principalmente la alimentacion, el género de vida y el país.

§ 125.

Muerte natural.—Hemos visto que durante la vejez se manifiesta una declinacion progresiva en todas las funciones, y que llega un momento en que el juego funcional se paraliza, desapareciendo la vida del individuo. Á esta muerte, consecuencia solo de la edad, se llama *muerte natural*, para distinguirla de la que puede sobrevenir accidentalmente en cualquier otro período de la vida, por efecto de las variadas causas que influyen en el organismo y que lo inhabilitan para seguir desempeñando sus funciones. Las causas inmediatas de la muerte natural son completamente desconocidas; en cuanto á las causas remotas, es necesario buscarlas en la incapacidad funcional de la mayor parte de los órganos, dependiente de atrofas ó de ciertas degeneraciones que son todavía poco conocidas.

La muerte vá seguida de la rigidez cadavérica, y cuando esta cesa, el cuerpo entra en putrefaccion, á no impedirlo una desecacion rápida ó el embalsamamiento. La putrefaccion consiste en una oxidacion lenta de las sustancias orgánicas, que dá por resultado agua, ácido carbónico, amoníaco y sales térreas; pero aunque el organismo desaparece con la vida y se convierte en polvo, ese polvo puede servir de base á otros organismos y á otras existencias, porque la materia sufre incesantes trasformaciones, sin que por eso quede aniquilada, y un nuevo gérmen provisto de vitalidad puede darle otra vez vida y movimiento.

FIN.

ÍNDICE DEL TOMO II.

TERCERA PARTE.

Funciones de relacion.

Consideraciones generales.

	PÁG.		PÁG.
§ 1.º De las sensaciones.	5	§ 10. Límites de la acomodacion. Miopia, Presbicia.	37
		Óptometro.	39
		Astigmatismo.	41
		§ 11. Aberracion de esfericidad.	43
		§ 12. Aberracion de refrangibili- dad ó cromatismo.	44
		§ 13. Partes del ojo sensibles á la luz.	46
		Fovea centralis.	48
		Conos y bastoncillos de la re- tina y su influencia en la percepcion de los colores.	49
		Colores simples y mixtos.	49
		Colores complementarios.	50
		Daltonismo, Discromatopsia.	52
		§ 14. Inversion de las imágenes en la retina.	53
		§ 15. Relacion entre las dimensio- nes de la imagen y la per- cepcion de los objetos.	55
		§ 16. Absorcion de la luz despues de formadas las imágenes.	58
		§ 17. Sensaciones subjetivas é ilusio- nes ópticas.	60
		§ 18. Imágenes entópticas.	63
		Capítulo V.	
		§ 19. Vision binocular.	65
		Vista sencilla ó vista doble mi- rando con los dos ojos.	66
		Puntos idénticos en las reti- nas.	66
		Entrecruzamiento de los ner- vios ópticos en el quiasma.	67
		§ 20. Del estereóscopo y del relieve con que vemos los objetos.	70
		§ 21. Apreciacion del estado de re- poso ó de movimiento de los cuerpos.	74
		§ 22. Estimacion del tamaño de los cuerpos y de la distancia á que se encuentran.	75
		§ 23. Movimientos del ojo.	76
		§ 24. Nervios especiales del sentido de la vista.	78
SECCION PRIMERA.			
Sensaciones externas.			
Capítulo I.			
§ 2.º De la luz.	8		
§ 3.º Refraccion de la luz.	10		
§ 4.º Refraccion de la luz en las len- tes convergentes.	13		
§ 5.º Formacion de las imágenes en las lentes bi-convexas.	17		
Capítulo II.			
§ 6.º Aparato de la vision.	19		
Córnea, Coroides.	19		
Iris.	21		
Retina.	22		
Humores del ojo.	24		
Aparato secretorio y excretorio de las lágrimas.	25		
Capítulo III.			
§ 7.º Marcha de los rayos luminosos en el ojo.	27		
Formacion de las imágenes en la retina.	31		
Capítulo IV.			
§ 8.º Acomodacion del ojo á las dis- tancias.	32		
§ 9.º Causas de que dependa la aco- modacion.	36		

SECCION SEGUNDA.**Sentido del oído.****Capítulo I.**

- § 25. De los sonidos. 79
 Duracion, tono, intensidad y
 timbre de los sonidos. . . . 80
 Propagacion del sonido. . . . 81

Capítulo II.

- § 26. Órgano del oído. 84

Capítulo III.

- § 27. Mecanismo de la audicion. . . 89
 Funciones del oído externo. . . 89
 Funciones del oído medio. . . . 91
 Funciones del oído interno. . . 95
 § 30. Apreciacion de la intensidad,
 distancia y direccion de los
 sonidos. 101
 § 31. Duracion de las impresiones
 auditivas. 102
 § 32. Sensaciones subjetivas y per-
 cepciones entópticas del
 oído. 103
 § 33. Percepcion del sonido por los
 dos oídos. 104

SECCION TERCERA.**Sentido del olfato.****Capítulo I.**

- § 34. Aparato de la olfacion. . . . 405

Capítulo II.

- § 35. De los olores. 407

Capítulo III.

- § 36. Mecanismo de la olfacion. . . 408
 § 37. Duracion de las impresiones
 olfatorias, Sensaciones su-
 jetivas del olfato. 412

SECCION CUARTA.**Sentido del gusto.****Capítulo I.**

- § 38. Órgano del gusto. 414

Capítulo II.

- § 39. Mecanismo de la gustacion. . 421
 Sensaciones subjetivas del gos-
 to. 423

SECCION QUINTA.**Sentido del tacto.****Capítulo I.**

- § 40. Órgano del tacto. 125

Capítulo II.

- § 41. Mecanismo del tacto. 130
 Impresion de contacto, de pre-
 sion y de temperatura. . . . 133
 § 42. Sensibilidad de contacto en
 las diversas regiones del
 cuerpo. 134
 § 43. Sensibilidad de presion en los
 diferentes puntos de la piel. . 137
 § 44. Apreciacion de la tempera-
 tura. 138
 § 45. Influencias que modifican el
 tacto. 140
 § 46. Importancia del tacto. . . . 142

SECCION SEXTA.**Sensaciones internas.****Capítulo I.**

- § 47. Necesidades ó deseos instinti-
 vos. 145
 § 48. Clasificacion de las sensacio-
 nes internas. 149
 § 49. De los instintos en particular.
 Apego á la vida. 152
 Instinto gastronómico. 153
 Instintos de la defensa y de la
 lucha ó de agresion. 156
 Instinto de la astucia. 158
 Instinto de la propiedad. . . . 159
 Instinto de la construccion. . . 160
 Instintos conservadores de la
 especie. Amor físico. 161
 Cariño filial. Amor al país, á
 la patria, á la localidad en
 que se ha nacido. 161
 Instinto de la sociabilidad. . . 163
 § 50. Sentimientos. Amor propio. . 165
 Deseo del aplauso ó de la apro-
 bacion. 165
 Benevolencia, sentimiento de
 la justicia y de la venera-
 cion. 166
 Sentimiento de lo maravilloso . 167

Capítulo II.

- § 51. De las pasiones. 170
 § 52. Clasificacion de las pasiones. 172

SECCION SÉPTIMA.**De las funciones intelectuales.****Capítulo I.**

- § 53. Funciones intelectuales en ge-
 neral. 175

Capítulo II.

- § 54. Funciones intelectuales en particular. De la percepción. 180
 Ideas innatas y adquiridas. 182
 § 55. Del juicio ó entendimiento. 185
 De la memoria. 187
 De la voluntad. 188
 § 56. Influencia de la organizacion en las facultades intelectuales. 190
 § 57. Inteligencia de los animales. 193

SECCION OCTAVA.

De los movimientos.

Capítulo I.

- § 58. Diferentes clases de movimientos. 202

Capítulo II.

- § 59. Movimientos sarcódicos. 206
 § 60. Movimientos vibrátiles. 207

Capítulo III.

- § 61. Movimientos musculares. 213
 Composicion de los músculos. 214
 § 62. Plasma de los músculos. 219

Capítulo IV.

- § 63. De la contraccion muscular. 220
 § 64. Condiciones orgánicas de la contraccion muscular. 221
 Influencia de los nervios motores en la contractilidad. 222
 § 65. Influencia de la circulacion en la contractilidad. 228
 § 66. Influencia de las diferentes partes del sistema nervioso en la contractilidad muscular. 231

Capítulo V.

- § 67. Excitantes de la contraccion muscular. Excitantes fisiológicos. 235
 Excitantes físicos. 238
 Excitantes químicos y tóxicos. 242

Capítulo VI.

- § 68. Fenómenos que se observan en el músculo durante su contraccion. Fenómenos físicos. 244
 Miógrafo. 247
 Miógrafo de Mr. Marey. 248
 Pinzas miográficas. 252
 Fenómenos eléctricos que se observan en el músculo durante su contraccion. 254
 Aparato de Mr. Regnaud. 256
 Pata galvanoscópica. 258
 Disposicion de las moléculas peripolares, segun la teoria de Du Bois-Reymond. 262
 § 69. Fenómenos químicos que se observan durante la contraccion muscular. 264
 § 70. Fenómenos fisiológicos que acompañan la contraccion muscular. 266
 § 71. Diferencias entre la contraccion de los músculos estriados y la de los lisos. 267

Capítulo VII.

- § 72. Tonicidad muscular. 269
 § 73. Elasticidad muscular. 271
 § 74. Sentido muscular. 272

Capítulo VIII.

- § 75. Contractilidad de los músculos despues de la muerte. 274
 § 76. Rigidez cadavérica. 276

Capítulo IX.

- § 77. Diferentes clases de movimiento que los músculos pueden producir. 280
 § 78. Movimientos involuntarios de los músculos de la vida de relacion. 281
 § 79. Movimientos involuntarios de los músculos de la vida vegetativa. 283
 § 80. Movimientos voluntarios de los músculos de la vida de relacion. 284
 § 81. Del esfuerzo. 285
 § 82. Fuerza muscular desarrollada en el esfuerzo. 287

Capítulo X.

- § 83. Condiciones de equilibrio en estado de quietud. 290
 § 84. Locomocion activa del cuerpo. Marcha. 294
 Salto. 297
 Natacion. 298

SECCION NOVENA.

De la voz y de la palabra.

Capítulo I.

- § 85. Órganos de la voz. 299

Capítulo II.

- § 86. Influencia de las diferentes partes de la laringe en la formación de la voz. 304
- Laringe artificial de Mr. Harless. 307
- Laringe artificial de Mr. Four-nié. 308
- § 87. Teoría de la voz. 308
- § 88. Palabra. 311
- § 89. Silbido. 314

SECCION DÉCIMA.

Funciones del sistema nervioso.

Capítulo I.

- § 90 Composición y estructura del sistema nervioso. 316
- § 91. Elementos químicos de los nervios. 320
- § 92. Electricidad de los nervios. 321
- § 93. Excitantes funcionales de los nervios. 323
- Estado electro-tónico. 324
- § 94. Clasificación de las fibras nerviosas con arreglo á las funciones que desempeñan. 330

Capítulo II.

- § 95. Funciones de los nervios de la médula espinal. 333
- § 96. Funciones de la médula espinal. 335
- Disposición de las fibras de la médula espinal, segun Leydig. 348
- § 97. Funciones de los nervios craneales. 350
- Cara inferior de la base del cerebro y origen de los nervios craneales. 354
- § 98. Funciones del bulbo raquídeo. 355
- § 99. Funciones de la protuberancia anular, de los pedúnculos cerebelosos y cerebrales, de los tubérculos cuadrigéminos y de los talamos ópticos. 357
- § 100. Funciones del cerebelo. 362
- § 101. Funciones del cerebro. 364
- § 102. Ángulo facial y sistema frenológico. 371
- § 103. Funciones del gran simpático. 379
- § 104. Del sueño. 382
- Del sueño magnético. 385
- § 105. Influencia de la circulación en las funciones del sistema nervioso. 385

CUARTA PARTE.

Funciones de generacion.

SECCION PRIMERA.

Generalidades.

Capítulo I.

- § 106. Unidad de la especie humana. 387

Capítulo II.

- § 107. Formas de la generacion. 395

SECCION SEGUNDA.

Funcion propia del macho ó funcion espermática.

Capítulo I.

- § 108. Aparato secretor del esperma. 399
- § 109. Del esperma. 401
- § 110. Espermatozoides. 404
- Desarrollo de los espermatozoides, segun Mr. Godard. 407

Capítulo II.

- § 111. Excrecion espermática. 409
- § 112. Ereccion y causas de que depende. 412

SECCION TERCERA.

Funcion propia de la hembra ó funcion ovular.

Capítulo I.

- § 113. Órganos genitales de la mujer destinados á la formación y trasporte de los óvulos. 417
- Vesículas de Graaf. 421
- Óvulos y partes que los constituyen. 422
- Cuerpos lúteos. 423

Capítulo II.

- § 114. Menstruacion. 425
- Relaciones que existen entre la menstruacion y el trabajo fisiológico de los ovarios. 427
- Causas de que depende la menstruacion. 428
- La sangra menstrual no procede del útero, como unánimemente se cree, sino del

	PÁG.
ovario, por la rotura de la vesícula de Graaf.	429
Capítulo III.	
§ 115. Excreción de los óvulos.	436
Capítulo IV.	
§ 116. Fecundación.	439
La propiedad fecundante del semen reside en los zoospermos.	440
Días del período intermenstrual en que la fecundación es más difícil que en todos los demás.	442
Causas á que puede atribuirse la procreación de hembras ó varones.	444
Fecundaciones dobles, triples ó múltiples. Superfetaciones.	446

SECCION CUARTA.

Gestación ó embarazo.

Capítulo I.

§ 117. Modificaciones que experimenta el óvulo desde su salida del ovario hasta que aparece el embrión.	448
---	-----

Capítulo II.

§ 118. Desarrollo del embrión y de	
------------------------------------	--

	PÁG.
las membranas que le envuelven.	451
Membrana amnios.	454
Vesícula umbilical.	456
Vesícula alantoides.	457
Córion.	459
Placenta.	460
Cordon umbilical.	461
Caduca.	463

Capítulo III.

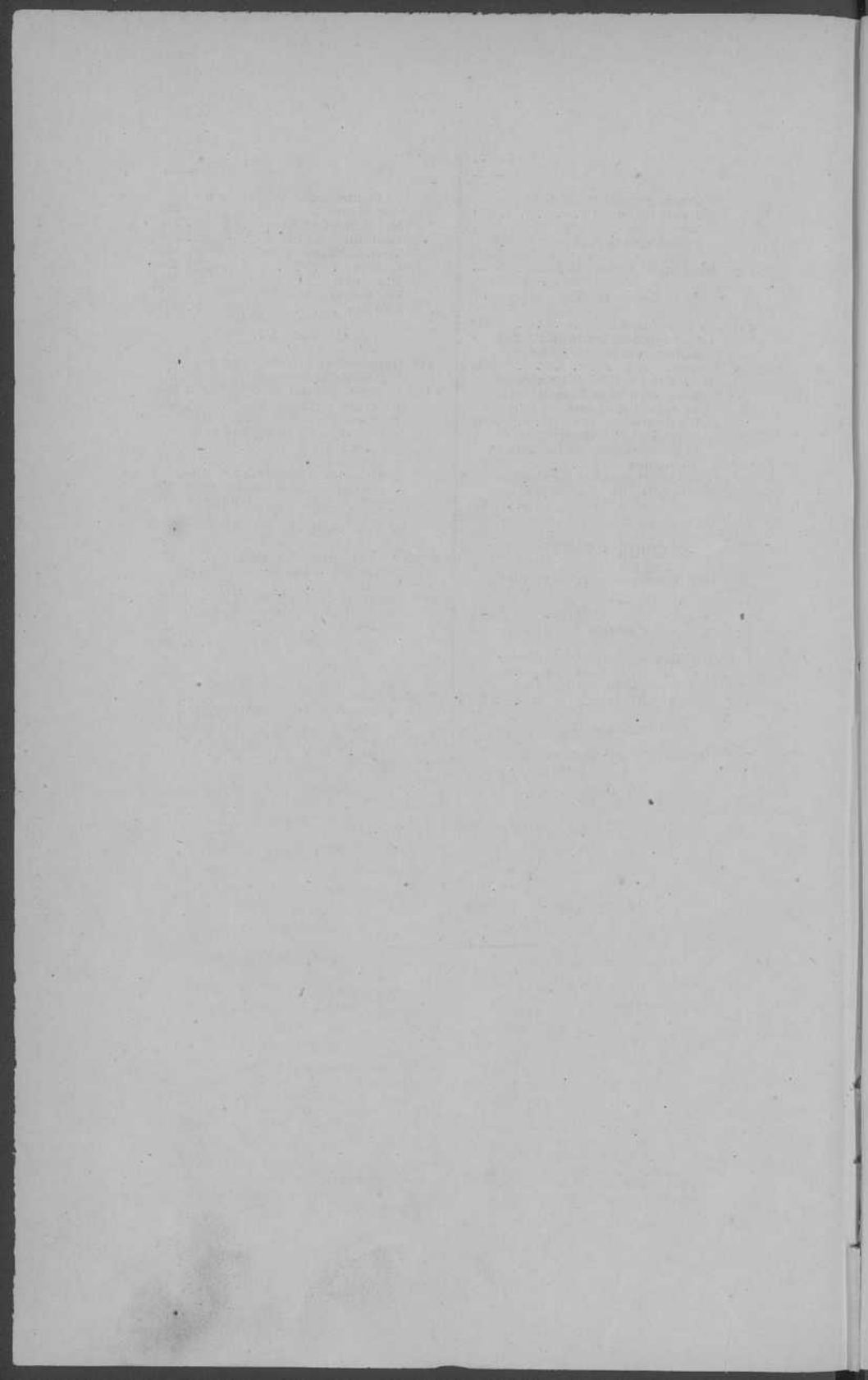
§ 119. Desarrollo de los tejidos y funciones del feto.	465
§ 120. Circulación del feto.	467
Primera circulación.	467
Período de transición entre la primera y la segunda circulación.	469
Segunda circulación.	471
Nutrición y secreciones durante la vida intra-uterina.	473
Funciones de relación del feto.	474

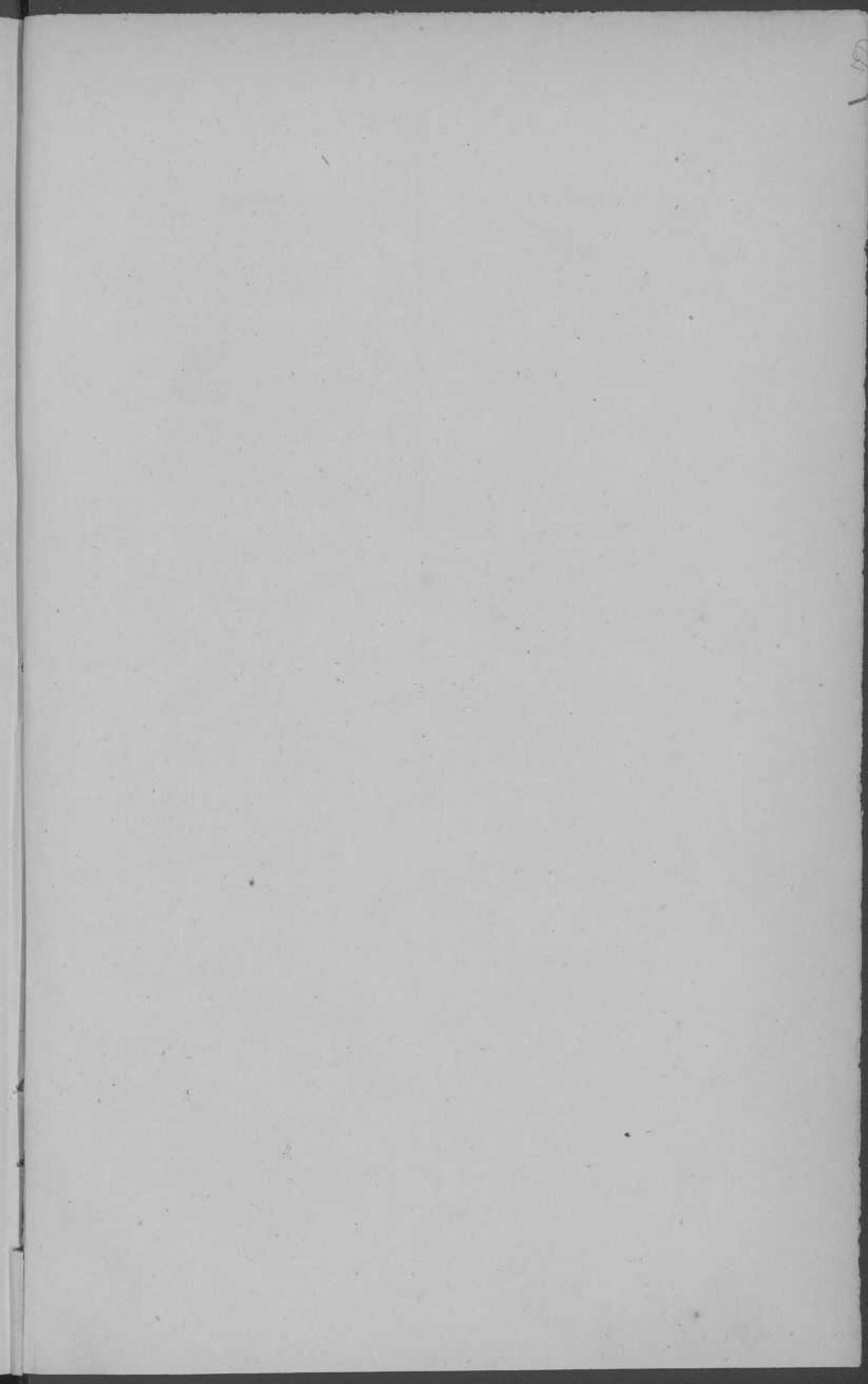
Capítulo IV.

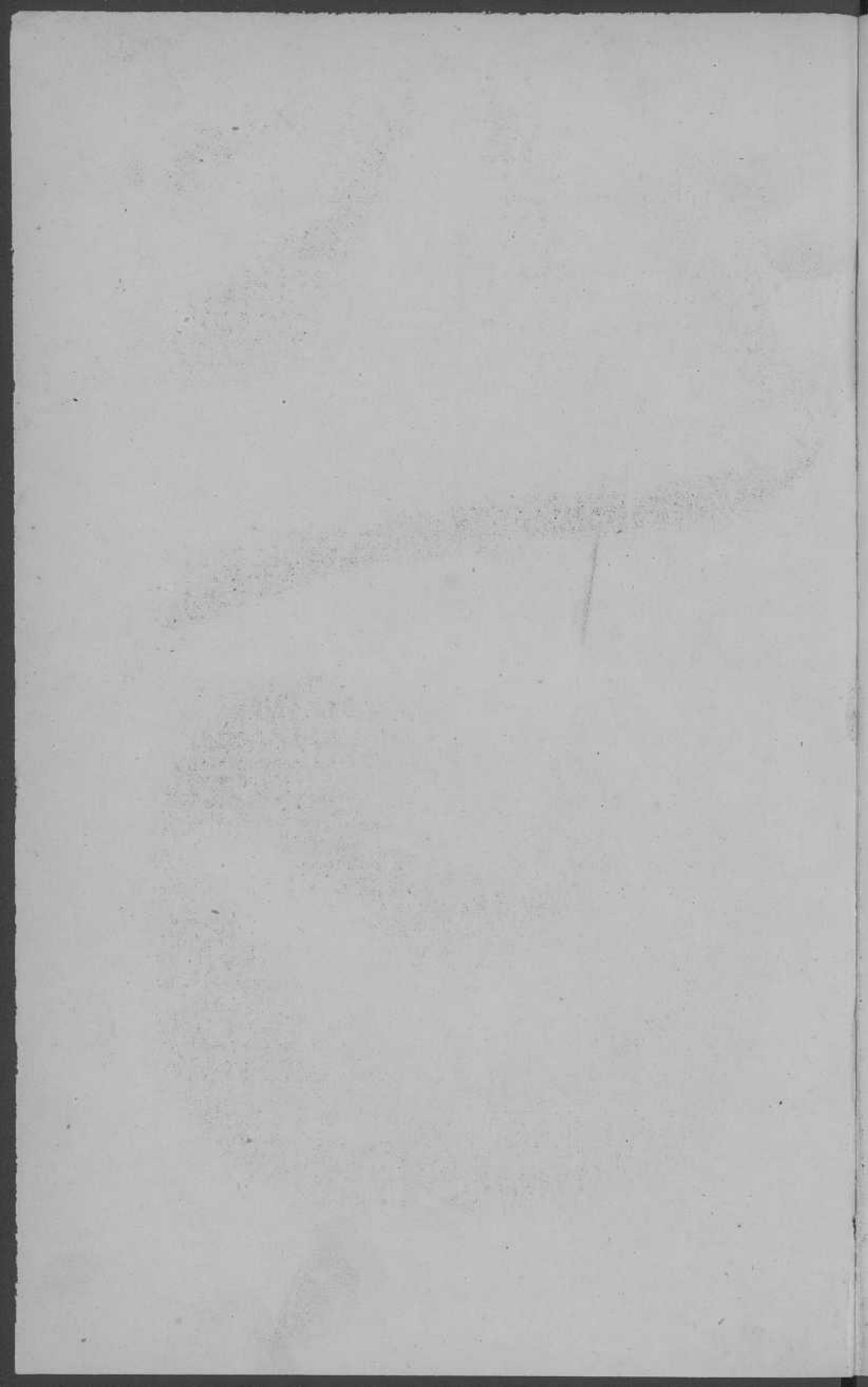
§ 121. Nacimiento y lactancia.	474
Fenómenos que acompañan el parto.	476
§ 122. Aparato secretor de la leche.	477
Mecanismo de la secreción láctea.	479
Composición de la leche.	481

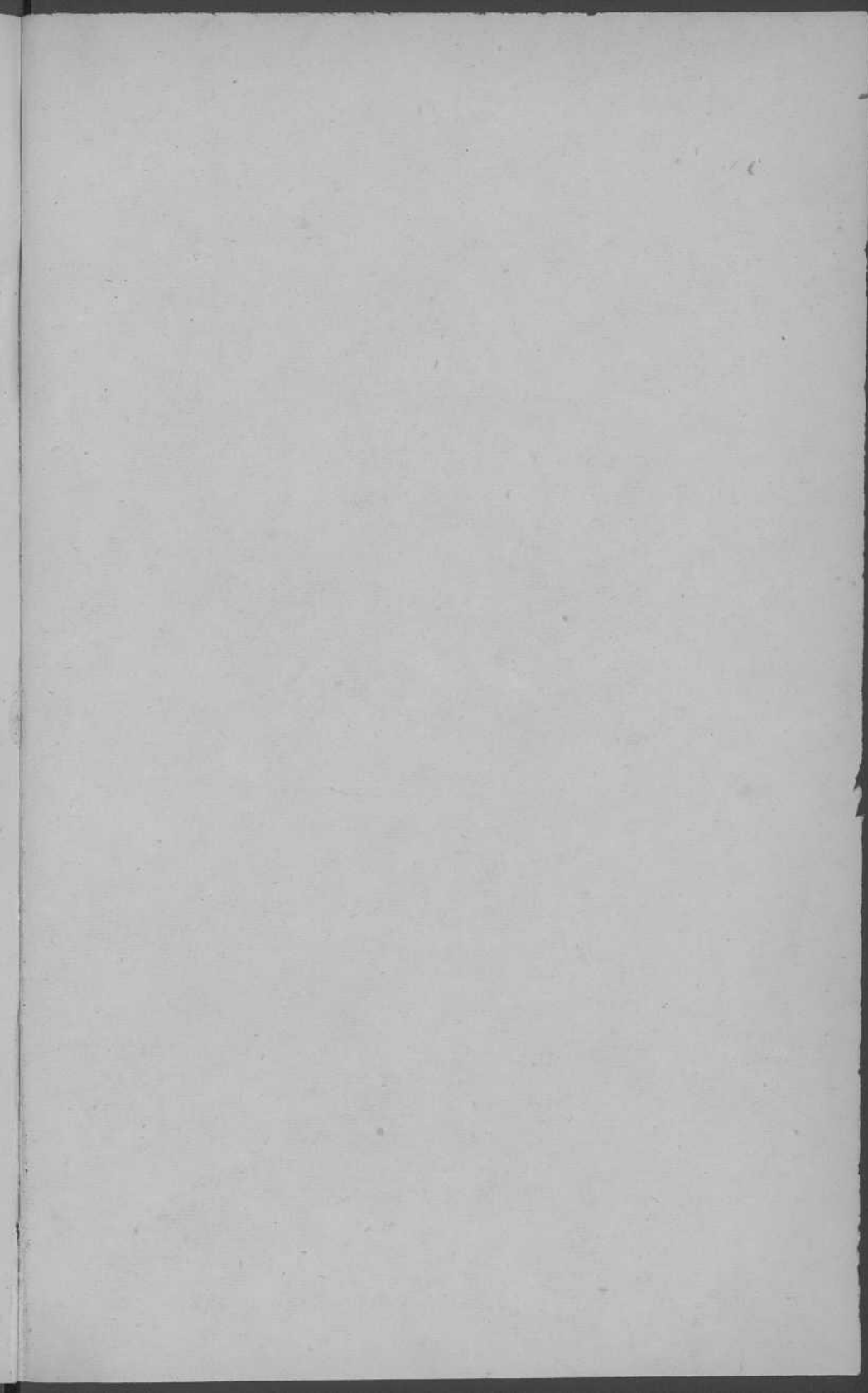
Capítulo V.

§ 123. Edades.	482
§ 124. Temperamentos é idiosincrasias.	485
§ 125. Declinación y muerte natural.	487





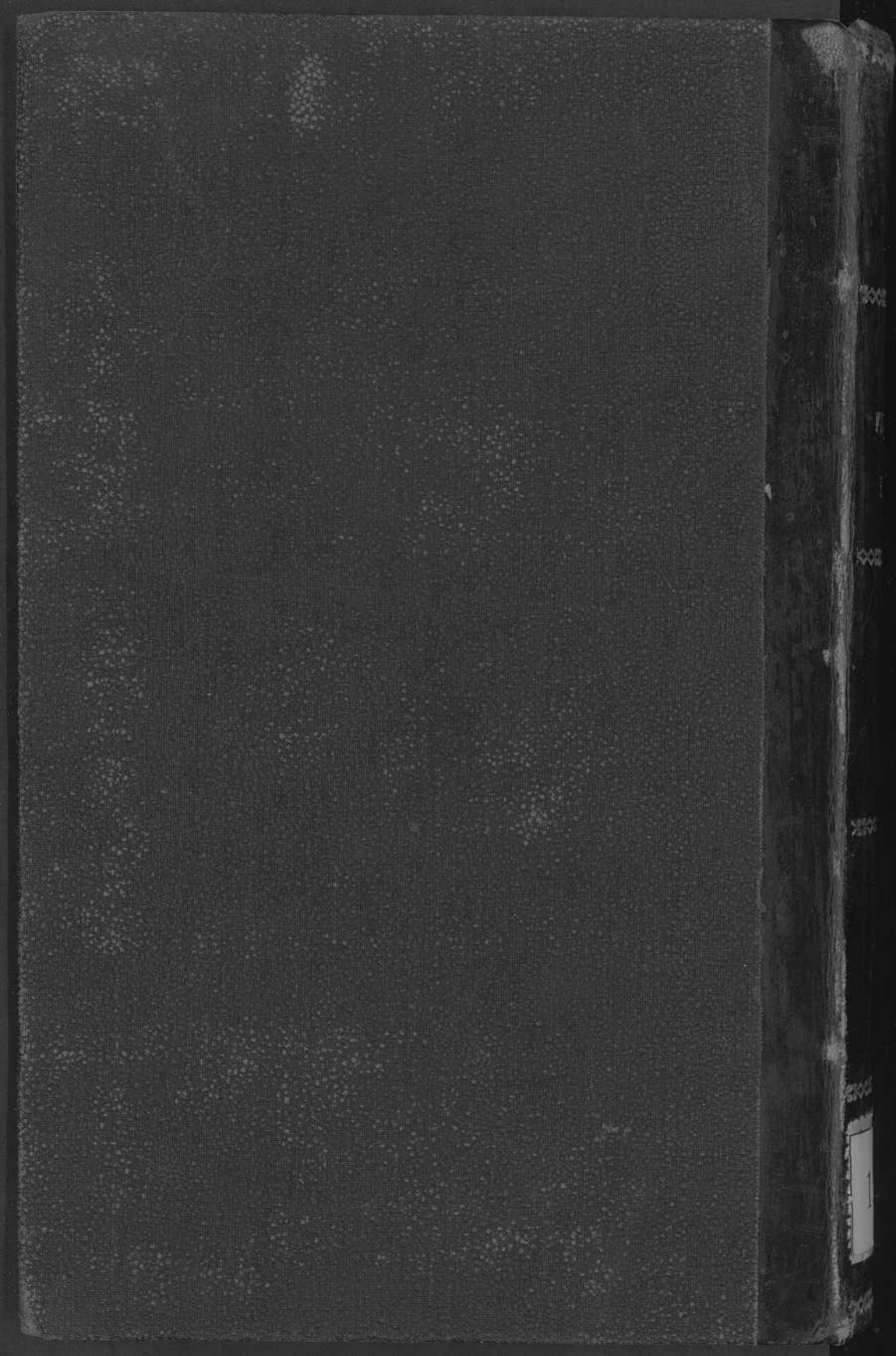




ESTANTE 8.^o

Tabla 4.^a

N.^o 10



WAGAZ

FISIOLOGIA

HUMANA

2

15.871