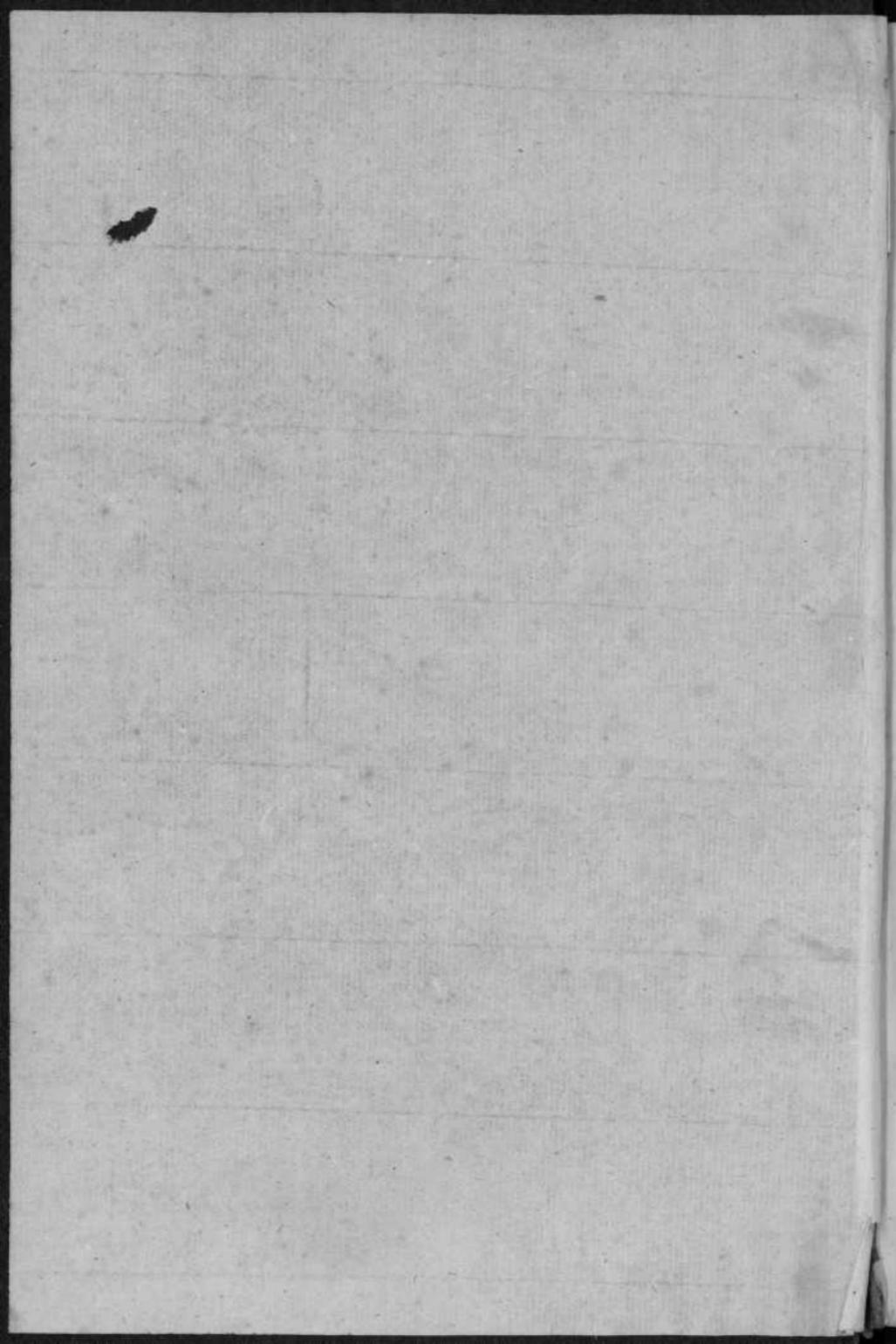


17160

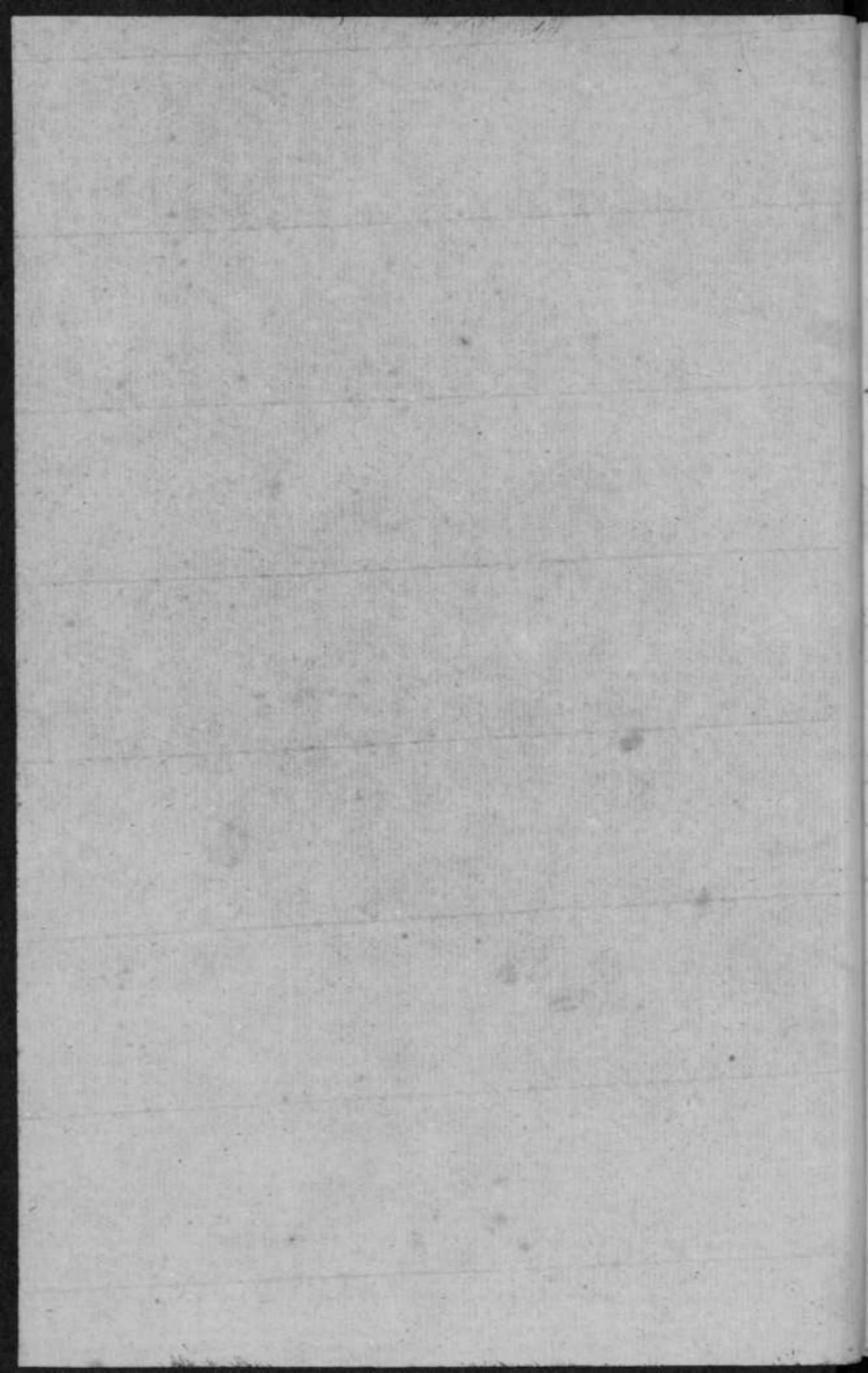
~~12911~~

201
202



Facultad de las Ciencias Exactas

TRATADO DE FISIOLÓGIA.



Tesoro de las Ciencias Médicas.

Este libro es propiedad de la
Casa de B. Franco Hnos. Editores
en Madrid.

TRATADO DE FISILOGIA.

Tratado de las Ciencias Médicas.

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

TRATADO DE FISIOLÓGIA

TRATADO
DE
FISIOLOGIA,

POR J. MULLER,

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

Traducido de la cuarta edición alemana, y anotado

POR A. J. L. JOURDAN.

Y del francés al castellano

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

TOMO SESTO.

MADRID:

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

CALLE DE CARRETAS, NUMERO 27.

—
1846.

TRATADO

de

FISIOLOGIA

DE J. M. MAYER.

Profesor de Anatomía y de Fisiología en la Universidad
de Halle, etc.

Traducción de D. J. M. MAYER, Médico y Profesor de Fisiología en la Universidad de Halle, etc.

Por A. J. M. MAYER.

Profesor de Fisiología en la Universidad de Halle, etc.
por las Reales Ordenes del Excmo. Sr. D. Juan de los Rios, Secretario de Estado.

TOMO PRIMERO

MADRID.

IMPRESA Y LIBRERIA DE D. JOAQUÍN ROY, EDITOR.
CALLE DE CARRETERA, NÚMERO 27.

1848

CONTINUACION DEL LIBRO QUINTO.

SECCION SEGUNDA.

DEL SENTIDO DEL OIDO.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS CONDICIONES FISICAS DE LA AUDICION.

Un impulso mecánico comunicado al órgano acústico produce la sensación de ruido en el nervio auditivo. Cuando este impulso se repite con velocidad y de un modo regular da lugar á un ruido determinable, que se llama sonido. La elevacion ó agudeza del sonido crece en proporcion del número de impulsiones en un tiempo dado. Las vibraciones de cuerpos elásticos son la causa mas frecuente de un sonido. Durante la accion de una sierra, de la rueda de Savart, ó de la sirena de Cagniard-Latour, simples choques, que por sí mismos producen todo lo mas la sensación del ruido, adquieren por su acumulacion el valor de un sonido determinado. Un cuerpo elástico vibrante que, contando sus escursiones en los dos lados, produciria mil oscilaciones por segundo, daria en el mismo tiempo quinientas impulsiones en el órgano auditivo por el intermedio del aire ó del medio conductor del sonido. Estas impulsiones corresponden perfectamente, en cuanto al resultado, á quinientas sacudidas de un cuerpo que resuena solamente por choques, y no por oscilaciones semejantes á las del péndulo.

Ya sean producidos los sonidos por oscilaciones ó por choques, la propagacion de aquellos ó de estos al órgano auditivo se efectúa siempre segun las leyes del movimiento ondulatorio, que se aplican igualmente á la formacion primordial de los sonidos engendrados por oscilaciones. Es, pues, preciso empezar por el movimiento ondulatorio.

I. *Movimiento ondulatorio en general (1).*

Cuando el equilibrio de las moléculas de un cuerpo llega á alterarse por una causa exterior, su restablecimiento es precedido de un movimiento de estas mismas moléculas, en virtud del cual se acercan y separan alternativamente de su situacion primitiva. Cuando se impele un péndulo hácia un lado, marcha hasta que su fuerza motriz es $=0$, siendo atraído entonces de arriba abajo por su gravedad, y cayendo con una velocidad acelerada; mas no pudiendo por esto mismo permanecer en reposo, vuelve á subir hácia el lado opuesto y así sucesivamente hasta que se restablece el equilibrio. Los movimientos por los cuales las moléculas de un cuerpo se aproximan y separan alternativamente de su posicion de equilibrio, se llaman *vibraciones* ú *ondulaciones*; y estas últimas son *ondas de inflexion*, ú *ondas de condensacion*. En el primer caso la superficie del cuerpo se cubre de protuberancias ó de depresiones, sin que su densidad sufra el menor cambio. En el segundo, la onda consiste en una condensacion sin cambio de la superficie, correspondiendo aquí una rarefaccion á la depresion de las ondas de inflexion. La oscilacion ó es *progresiva* cuando avanza sucesivamente en la superficie del cuerpo, ó *estacionaria* cuando no cambia de sitio, y no hace mas que separarse á derecha y á izquierda.

A. *Ondas de inflexion de los líquidos.*

Las ondas de inflexion de los líquidos son cambios que el equilibrio experimenta en la superficie y hasta cierta profundidad. La gravedad es la causa de este movimiento

(1) *Cons.* E.-H. WEBER y W. WEBER, *Wellenlehre*. Léipzig, 1825.

ondulatorio. Las ondas de inflexion del agua son demasiado lentas para poder ser la causa de sonido: sin embargo, conviene conocer sus leyes, porque en ellas es donde se observan mas fácilmente las del movimiento.

I. Ondulaciones progresivas ú ondas.

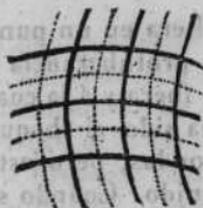
Quando el equilibrio de un líquido se altera en un punto, se forma al rededor de él una onda con protuberancia y depresion circulares, que se propaga hácia fuera y á la cual suceden nuevas ondas; quanto mas fuerte ha sido el choque mayor es la elevacion y velocidad de las ondas, pero esta depende tambien de la profundidad del líquido. Quando se producen ondas en un canal profundo y de paredes paralelas por medio de un choque dirigido sobre toda la latitud de dicho canal estas ondas caminan en línea recta, y no son circulares. Por lo demás, el movimiento ondulatorio no es un movimiento progresivo de las partículas del agua, porque estas quedan en su situacion mientras que las olas pasan por encima. Las moléculas del líquido solo experimentan en el punto en que una ola pasa sobre ellas una rotacion que depende de que á la llegada de la ola estan situadas en su parte inferior, mientras que durante su marcha van ocupando sucesivamente el vértice. La onda continúa sin embargo su curso, y las moléculas de agua descienden á lo largo de la vertiente posterior hasta la depresion de donde vuelve á subir la aproximacion de la ola siguiente.

Siempre que se encuentran dos olas de igual altura y procedentes de sitios opuestos se cruzan sin oponerse obstáculo una á otra. La protuberancia de la una y la otra se confunden formando una de altura doble; lo mismo hacen las dos direcciones. Dos fuerzas que obran en sentido contrario solicitan aquí á las moléculas del líquido á rotaciones en sentido opuesto; pero estas solicitaciones se destruyen mutuamente, y las moléculas no se mueven sino en direccion vertical. Despues del cruzamiento las olas continuan caminando cada una en su direccion.

Si al encontrarse dos olas la protuberancia de la una coincide con la depresion de la otra, se destruyen recíprocamente, y el punto permanece unido, mas despues del cruzamiento vuelven á tomar su direccion.

Cuando las olas paralelas se cruzan con otras igualmente paralelas que tienen una direccion diferente pero no opuesta, los diversos casos que acabamos de recorrer tienen lugar á la vez en puntos distintos. Supongamos (fig. 1) que las líneas llenas representan las protuberancias de las

Fig. 1.



olas, y las punteadas sus depresiones: sucede que en los puntos en que las primeras se cruzan se forman protuberancias de una altura doble; que en aquellos en que las segundas se cruzan hay depresiones de una profundidad doble, y que en aquellos que en las líneas llenas se cruzan con las punteadas, la protuberancia de las unas y la depresion de las otras se destruyen mutuamente de modo que estos puntos permanecen lisos, constituyendo la interferencia de las olas.

Estas son reflejadas por las paredes de los cuerpos sólidos, y su reflexion se verifica bajo el mismo ángulo que su incidencia, como sucede con la luz. Supongamos una ola descompuesta en una serie de fuerzas que caminan á la par, cada parte de esta ola es reflejada por la pared sólida bajo un ángulo igual á aquel con que choca, de donde resulta un sistema de las partes reflejas de olas que forman entre sí una onda refleja, y que tienen la misma direccion que las primordiales ó diferente. Las ondas reflejas y las primordiales tienen la misma direccion cuando se escitan en línea recta en un canal profundo, y su direccion es perpendicular á la pared reflejante, ó tambien cuando olas circulares parten de un punto y chocan contra una pared que describe un círculo al rededor de dicho punto: en este último caso las ondas reflejadas vuelven al centro del círculo.

Una onda circular que encuentra una pared recta sufre la misma reflexion que si viniese de un punto situado detrás de esta pared á una distancia que iguale la comprendida entre esta y la ola primitiva.

Las dos que parten de uno de los focos de una elipse, en cuya periferia encuentran una pared, son reflejadas de modo que á la vuelta su centro corresponde con el otro foco de la elipse, pues el ángulo de reflexion es igual al de incidencia.

Por la misma razon las que parten circularmente del

foco de una parábola, en cuya periferia encuentran una pared, vuelven sobre sí mismas siguiendo una línea recta paralela al eje de la figura. Asimismo las ondas rectilíneas que siguen una dirección paralela al eje de una parábola, son reflejadas por las paredes de esta; de manera que á su vuelta tienen por centro común su foco, en donde por consiguiente se reúnen circular y concéntricamente. Y así, cuando las olas circulares que parten del foco de una parábola, cuyas paredes las envían transversalmente en una dirección paralela al eje, llegan á encontrar un segundo segmento de parábola, experimentan una nueva reflexión que les ha hecho coincidir con el foco de la segunda figura.

Si se producen olas en el agua por un choque que tenga lugar según la longitud de una línea, nos podemos representar cada punto de esta línea como un centro de olas circulares, cuyo punto de partida es simultáneo, y que por consiguiente conservan siempre la misma dimensión en su curso ulterior. De la superposición de estos círculos resulta paralelamente á la línea de donde parte el choque una ola recta mayor, anterior y posterior (*a b*).

Fig. 2.

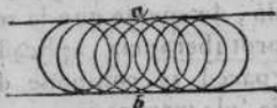
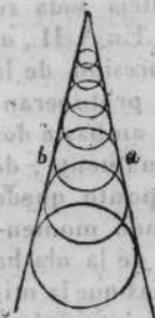


Fig. 3.



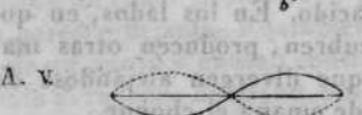
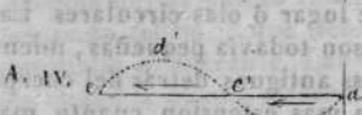
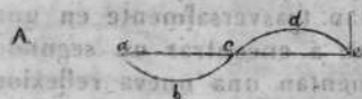
Un cuerpo que camina en el agua da continuamente lugar ó olas circulares. Las más recientes son todavía pequeñas, mientras que las más antiguas detrás del cuerpo tienen ya tanta más extensión cuanto más pronto han nacido. En los lados, en que estas olas se cubren, producen otras mayores, *a*, *b*, que divergen alejándose del cuerpo de donde emana el choque.

Quando las olas pasan al través de una abertura, no conservan la forma que tenían en esta última; pues pasando sus estremidades cerca de los bordes, se doblan circularmente al rededor de ellos, de modo que después de su paso las olas se extienden no solamente hácia delante, sino también por los lados, constituyendo lo que se llama la inflexión de las olas.

2. Ondulaciones estacionarias.

Supongamos que $a b c d e$ (figura A) representan una ola producida en un liquido; $c d e$ la protuberancia de la ola; a, b, c su depresion, y e una pared sólida contra la

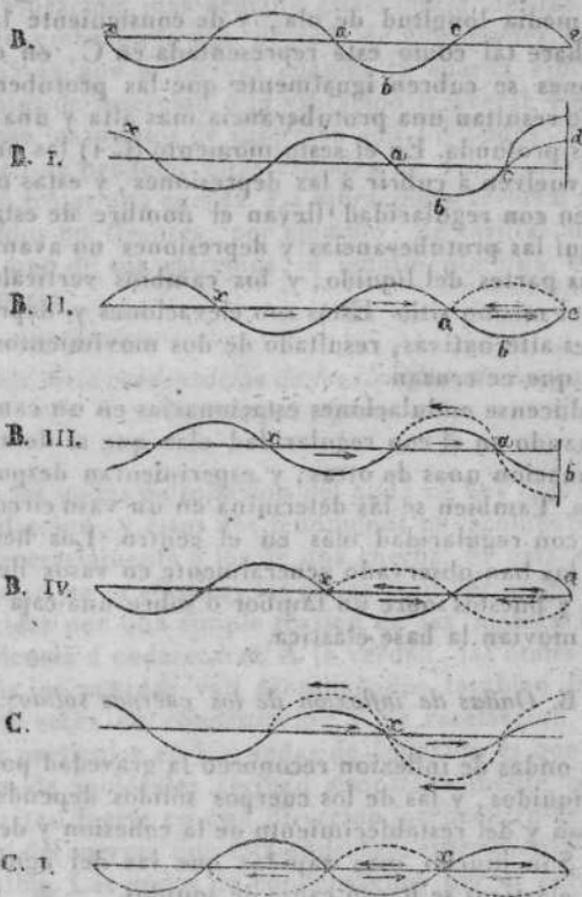
Fig. 4.



cual choca dicha ola. Hay un momento en que la ola se aproxima á la pared e una mitad de su protuberancia ó un cuarto de su longitud, y afecta la figura $a b c d$ (A. I). En este caso la primera mitad de su protuberancia es ya reflejada, de suerte que la semi-protuberancia aplicada á la pared se compone de media ola progresiva $c d$, y de otra media refleja $d' e'$, lo cual hace que sea mas alta; despues de un segundo momento la ola avanza hácia la pared hasta su depresion, y se refleja toda su protuberancia. En A II, a, b, c es la depresion de la ola, $c' d' e'$ su protuberancia reflejada, y ambas á dos se borran mutuamente, de suerte que el punto queda liso en el segundo momento. Despues del tercer momento la depresion de la ola ha avanzado tambien la mitad, no quedando ya mas que la mitad $a b$. En A III la primera mitad de la depresion está ya reflejada $b' c'$; pero la protuberancia, que antes habia sido reflejada, ha retrogradado la mitad de su longitud $c' d' e'$. Despues de un cuarto momento la segunda mitad de la depresion de la ola primitiva ha terminado su curso, y es reflejada $a' b' c'$, mientras que la protuberancia reflejada antes que ella retrocede la segunda mitad de su longitud. Así, que (A IV), despues de estos cuatro momentos la posicion

de la ola refleja $a' b' c' d' e'$ es la misma que la de la ola primitiva en sentido inverso, de manera que (A v) en donde estaba la protuberancia de la primera se encuentra la depresion de la segunda, y la depresion de aquella ha sido reemplazada por la protuberancia de esta.

Fig. 5.



Si ahora detrás de la primera ola primordial $B a b c d e$, se encuentra una segunda $x a$, la situación será después del primer momento como en la figura B I, después del segundo como en la figura B II, después del tercero como en la figura B III. Entonces la protuberancia de

la segunda ola primordial y la de la primera refleja se cubren, resultando una protuberancia mas elevada. Despues del cuarto momento la protuberancia de la segunda ola primordial cubre á la depresion de la primera refleja y recíproca. En este momento la superficie será lisa (B iv). Durante el momento siguiente las dos especies de olas han caminado todavía un cuarto de ola en sentido inverso, es decir, que las partes que se cubrian antes se han alejado una de otra media longitud de ola, y de consiguiente la posicion se hace tal como está representada en C, en que las depresiones se cubren igualmente que las protuberancias, de donde resultan una protuberancia mas alta y una depresion mas profunda. En el sexto momento (C i) las protuberancias vuelven á cubrir á las depresiones, y estas olas que se repiten con regularidad llevan el nombre de estacionarias. Aqui las protuberancias y depresiones no avanzan sobre otras partes del líquido, y los cambios verticales quedan en el mismo sitio. Estas son elevaciones y depresiones verticales alternativas, resultado de dos movimientos ondulatorios que se cruzan.

Prodúcense ondulaciones estacionarias en un canal recto, escitando en él con regularidad olas que se desarrollan á continuacion unas de otras, y experimentan despues una reflexion. Tambien se las determina en un vaso circular escitando con regularidad olas en el centro. Los hermanos Weber las han observado generalmente en vasos llenos de líquido y puestos sobre un tambor ó sobre una caja de caña cuando movian la base elástica.

B. Ondas de inflexion de los cuerpos sólidos.

Las ondas de inflexion reconocen la gravedad por causa en los líquidos, y las de los cuerpos sólidos dependen de la alteracion y del restablecimiento de la cohesion y de la elasticidad. Sin mucho mas rápidas que las del agua, y en cuerpos elásticos se hacen causa de sonidos.

Una cuerda tirante que se pulse, no en la parte media, sino en uno de sus extremos, experimenta en este punto una dilatacion que á semejanza de una ola se comunica á toda la cuerda, camina de un extremo al otro, vuelve sobre sí misma cuando ha llegado al fin, y en suma se conduce como se ve en el movimiento ondulatorio de los líquidos.

Si se repite muchas veces seguidas el choque de la cuerda, se suceden ondas regulares como en el agua, y siendo reflejadas dichas ondas en el otro extremo de la cuerda, se sigue que el cruzamiento de ondulaciones opuestas da lugar á ondas estacionarias, como en el caso de que se ha hablado mas arriba. Así es como de vibraciones progresivas resultan vibraciones estacionarias. Los puntos de reposo entre las ondas llevan el nombre de nodos.

La vibracion mas sencilla estacionaria de una cuerda no es sin embargo la que procede de vibraciones progresivas, sino la que se verifica cuando la cuerda vibra entre sus puntos de insercion ó la vibracion trasversal. En semejante caso los puntos de insercion son los nodos. El medio mas fácil de producir estas especies de vibraciones es pellizcar ó frotar una cuerda. La vibracion trasversal de cuerpos rígidos no tirantes, por ejemplo, de varillas metálicas fijas en uno de sus extremos, é igualmente una vibracion estacionaria.

C. Ondas de la condensacion de los líquidos, de los gases y de los cuerpos rígidos.

En las ondas de inflexion del agua no hay condensacion ni rarefaccion, y estos dos fenómenos no acompañan tampoco necesariamente á los de una cuerda. Si esta no es ostensible, ó no es elástica, las ondas de inflexion pueden ser producidas por una simple torsion de las moléculas y por su tendencia á enderezarse. A la verdad, las ondas de inflexion de las cuerdas van acompañadas tambien la mayor parte de veces de condensacion y de rarefaccion. Lo que hay de particular en las ondas de inflexion es que un gran número de moléculas reciben simultáneamente un movimiento tan fuerte en una direccion perpendicular á la superficie del cuerpo, que esta superficie experimenta un cambio visible. Las ondas de condensacion por el contrario se producen en todos los cuerpos cuando el choque no mueve mas que las moléculas menores sucesivamente y una por otra; así que, tambien se las llama ondas del choque progresivo. El choque que las partículas puestas en movimiento comunican á las siguientes, da necesariamente lugar á una condensacion que á su vez determina una rarefaccion

detrás de ella. El movimiento propagado de molécula á molécula es por otra parte tan pequeño, que ningun cambio se hace visible en la superficie de los cuerpos.

La direccion del movimiento de las moléculas que produce el choque condensador, puede en una varilla ó en una cuerda diferir de aquella, segun la cual camina la onda de condensacion. Si por ejemplo la varilla ó la cuerda a — b es movida en la inmediacion de a perpendicularmente á su longitud, las partículas puestas en movimiento impelen á las inmediatas en la misma direccion, es decir, perpendicularmente hácia $a b$, y estas hacen lo mismo con las siguientes hasta que últimamente se mueve b : y así, todas las partículas comprendidas entre a y b son movidos sucesivamente y puestas en estado de condensacion en una direccion perpendicular á $a b$, ó en otros términos una cuerda corre desde a' hasta b , mientras que el movimiento de las moléculas por el choque es enteramente distinto, es decir, perpendicular á $a b$. Si el choque ha recaido en la parte media de la varilla, la onda marcha en dos sentidos, hacia a y hácia b . Ondas semejantes nacen tambien en una lámina, como ha demostrado Savart.

La propagacion del choque en cuerpos que afectan las tres dimensiones, por ejemplo en peñascos, en el agua, en masas de aire tiene lugar en todos sentidos. La del sonido en todos los cuerpos se verifica por propagacion del choque ó de las ondas de condensacion.

Las ondas escitadas por el aire consisten en condensaciones y rarefacciones progresivas. El punto condensado es la protuberancia de la onda, y el rarefacto la depresion. Una onda de aire que camina en un tubo vuelve sobre sí misma cuando este tubo está cerrado en la estremidad, conservando sus propiedades á la vuelta. Igualmente vuelve de un modo incompleto en un tubo abierto; pero la experiencia enseña que adquiere entonces propiedades inversas, es decir, que se hace rarefaciente cuando era condensante y *vice versa*. Al aire libre las ondas son esféricas.

II. Ondas estacionarias y progresivas de los cuerpos sonoros.

Los cuerpos sonoros producen, cuando vibran, ondas de inflexion ó de condensacion, unas ú otras ó todas á la vez se observan en las cuerdas y los cuerpos sólidos que re-

suenan. Las masas de aire sonoras no tienen mas que ondas de condensacion. Las ondas de los cuerpos sonoros unas veces son estacionarias y otras progresivas.

Cuando se levanta una cuerda en su parte media y en seguida se la abandona á sí misma, no se notan ondas progresivas, ó son muy poco marcadas; pero la cuerda vibra de derecha á izquierda en toda la estension de la separacion que se la ha dado, y en toda su longitud en una direccion transversal, como lo hace el péndulo. Luego que llega al término de su escursion procura hacerse rectilínea en virtud de su elasticidad; mas la velocidad de que está animada la impele mas allá de la línea recta hácia el lado opuesto, y así sucesivamente hasta el momento del reposo. Esta es una vibracion estacionaria.

La velocidad de sus oscilaciones ó el número de choques que comunica al aire crece en razon inversa de su longitud y en razon directa de los cuadrados de las fuerzas que la distienden, es decir, que una cuerda que da cien vibraciones por segundo, da doscientas cuando se reduce su longitud á la mitad, sin modificar la tension, y que si, permaneciendo la misma en longitud, da cien vibraciones por segundo con una tension de una onza, dará doscientas con una tension de cuatro onzas, y cuatrocientas con una tension de diez y seis onzas.

Las varillas son tambien susceptibles de vibraciones transversales estacionarias; pero aquí el número de las vibraciones está en razon directa del grosor de las varillas é inversa de los cuadrados de su longitud.

En ciertos casos una progresion longitudinal de la cresta de la onda va acompañada de una vibracion transversal estacionaria de la cuerda, sin que para esto el número de las vibraciones sea diferente del que se nota en la simple vibracion transversal. Por ejemplo, si se pellizca la cuerda en la inmediacion de su punto de insercion, no solamente da vibraciones trasversales, como cuando se la pellizca en la parte media de su longitud, es decir, vibraciones trasversales de longitud de onda igual á la longitud de la cuerda, sino que la cresta de la onda corre alternativamente de una estremidad á la otra, en atencion á que siempre que encuentra los puntos de insercion, vuelve hácia el lado opuesto de la cuerda. El número de las vibraciones de una cuerda que vibra de este modo es abso-

lutamente el mismo que cuando esta cuerda vibra en situacion constante de la cresta de la onda en su parte media, y como la elevacion del sonido depende del número de las vibraciones en un tiempo dado, es la misma en ambos casos; pero el timbre se diferencia un poco, circunstancia importante para la teoría del timbre.

Tambien se producen ondas estacionarias cuando, sosteniendo suavemente la cuerda por debajo ó apoyando ligeramente el dedo por encima, se da lugar á un nodo, y en seguida se frota la porcion aislada, por ejemplo si se toca la cuerda en la parte media, y en seguida se pasa un arco de violin por una de sus mitades, no solo experimenta esta mitad vibraciones trasversales, sino que tambien las ofrece la otra en una direccion opuesta. En este caso el número de vibraciones es doble del de las vibraciones de toda la cuerda, y el sonido producido es la octava del sonido fundamental. Si el contacto ó el apoyo se efectua entre el primero y el segundo tercio, se forma tambien por si mismo un nodo entre el segundo y el tercero, y el número de vibraciones es triple del de toda la cuerda. Púedese asimismo, aislando un cuarto, un quinto &c., determinar una division regular de la cuerda en cuartos ó quintos por nodos que se establecen espontáneamente. Los caballetes de papel colocados sobre los nodos no saltan durante la vibracion, y los sonidos así producidos se denominan sonidos de caramillo.

Las láminas puestas en vibracion por medio del arco se dividen regularmente en cuatro, seis ó tres partes alicuotas que vibran en direcciones opuestas y entre las cuales se encuentran las líneas nodales de reposo, que no despiden la arena puesta en su superficie. Basta tocar el borde de la lámina en un punto para producir una línea nodal, que se hace determinante para la separacion de las otras. La segunda determinacion parte del punto sobre el cual pasa el arco. Este punto pertenece á las partes movidas, y entra de un modo determinante en la formacion de los segmentos puestos en movimiento. En esto se fundan la figura de Cheadni.

Las vibraciones, tanto estacionarias como progresivas, de los cuerpos elásticos pueden producir sonidos en nuestro órgano auditivo cuando se repiten con regularidad; porque las vibraciones estacionarias se hacen tambien ondas

progresivas cuando son comunicadas á los cuerpos conductores del sonido, puesto que toda vibracion escita una onda progresiva en el aire, en el agua, ó en los cuerpos sólidos conductores del sonido.

Los cuerpos sólidos pueden, lo mismo que el aire contenido en tubos, resonar por ondas progresivas de condensacion. Las varillas dan ondas longitudinales de condensacion cuando se las frota en el sentido de su longitud.

Una cuerda puede producir tambien sonidos sin vibraciones trasversales por simples ondas progresivas de condensacion. La duracion de la ida y venida de las condensaciones y rarefacciones que determina el número de las ondas escitadas en el aire depende naturalmente de la longitud y tension de las cuerdas; pero sin choques continuamente repetidos, estas cuerdas no conservan la fuerza y duracion necesarias, mientras que las vibraciones trasversales de las cuerdas duran mas tiempo. El frote produce estos choques repetidos sin cesar; mas hay una modificacion de estos choques por medio de la cual se influye tambien en la rapidez de la sucesion de las ondas longitudinales. Tal es el caso de las vibraciones longitudinales de las cuerdas que Chladni escitaba por el frote en el sentido de la longitud. Parece que tambien deben colocarse aquí los sonidos de arpa eoliana de las cuerdas.

Pellissoy (1) pretende que no hay vibracion trasversal conmesurable en los sonidos de arpa eoliana producidos en medio del aire. Segun la fuerza del viento, se producen sonidos armoniosos diferentes, sin que se noten nodos. El autor últimamente mencionado ha indicado además un medio de producir sonidos muy diferentes con una cuerda de violin, cuya tension permanezca la misma, modificando el modo de frotarla. Este medio consiste en poner el arco cerca del caballete de una cuerda de violin de dos pies de largo, de un tercio de línea de grueso, y subida á *sol*₃ y en frotarla lo mas ligeramente posible de un modo siempre igual. Entonces se regula el sonido por la fuerza y rapidez del frote, y se pueden producir con facilidad no solamente todos los sonidos que la cuerda da por medio del viento, ó todos los sonidos del arpa eoliana *sol*₂, *re*₃, *si*₃, *re*₄, *fa*₄, *sol*₄, *la*₄, si-

(1) POGGENDORFF'S *Annalen*, XIX, 237.

no tambien la mayor parte de los intermedios y otros mas altos. En esta circunstancia, segun Pellisov, las vibraciones de la molécula que el arco toca inmediatamente corren á la estremidad opuesta, en donde son reflejadas. Cogiendo el arco de un modo particular, ha producido en cuerdas sonidos mas graves que sus sonidos fundamentales, y que por consiguiente no dependian de vibraciones trasversales. Pellisov va todavia mas adelante: pretende que, aun en las vibraciones trasversales de la cuerda, el sonido no es producido por estas, sino por las idas y venidas de las ondas de condensacion y de rarefaccion, que llama tambien vibraciones moleculares. Segun el modo de ver mas comun, estas ondulaciones de un cuerpo elástico que parten del punto en que se verifica el choque, y que se comunican á la totalidad del cuerpo en virtud de la elasticidad, no entran en cuenta sino en cuanto que producen por resultado la vibracion de todo el cuerpo entre sus estremidades ó entre sus nodos de vibracion. Este autor cree por el contrario que el sonido depende de la rapidez con que vibran las partes mas pequeñas de la cuerda, de la columna de aire, de la varilla de la lámina &c. Las vibraciones de la cuerda, de la columna de aire, de la lámina en totalidad ó de sus grandes divisiones no tienen aquí mas importancia que en cuanto obran como causa determinante con relacion á la rapidez de la vibracion molecular. Segun esto no se produciria sonido si una cuerda vibrase trasversalmente, sin que sus moléculas diesen ninguna de las vibraciones, es decir, sin las ondas condensantes progresivas que van y vienen entre los nodos.

Aun cuando no se pueda mirar como cosa probada la hipótesis de la insuficiencia de las vibraciones trasversales para producir sonidos, con todo, la simultaneidad de estas vibraciones y de las ondas condensantes progresivas, que van y vienen en un cuerpo sonoro, hace concebir muy bien la manifestacion de ciertos sonidos. Prescindiendo del sonido fundamental, una cuerda da fácilmente otro lijero y armónico con él, la octava de la quinta ó la doble octava de la tercia. Tambien se conocen los sonidos armónicos que hace percibir una campana.

En el aire de los silbatos no hay vibraciones trasversales sino solamente ondas condensantes progresivas y recurrentes. El sople aunque continuo, produce un efecto in-

termitente. El número de las ondas en un tiempo dado, ó lo que es lo mismo, su grosor, depende de la longitud de la columna de aire contenida en el tubo.

Quando se sopla moderadamente en los pitos cubiertos, se produce un sonido fundamental, durante el cual el nodo de vibracion se encuentra en la estremidad de la columna de aire. En el pito abierto, el nodo de vibracion está en su parte media y el sonido mas alto es una octava. Soplando mas fuerte se producen todavía otras divisiones de la columna aérea, y por consiguiente sonidos mas agudos.

Por lo demás, relativamente á las leyes á que estan sujetos los instrumentos de música, debo remitir al capítulo de la voz en que se ha espuesto la teoría de estos instrumentos.

Réstame todavía explicar la diferencia que hay entre sonido, ruido, y timbre.

Toda impresion producida en el órgano auditivo por una onda que le es comunicada ó por muchas es un sonido. Una sola conmocion da lugar á un sonido simple, que se llama esplosion cuando es fuerte. La fuerza del sonido depende de la amplitud de la vibracion de las moléculas, y su calidad puede variar mucho. La madera, el carton, y los metales tienen cualidades de sonidos diferentes, las cuales parecen depender en parte de la forma de la onda, y en parte del isocronismo de las ondas animadas de una velocidad diversa. Un cuerpo, cuando no tiene la misma elasticidad en todos sentidos, puede, cuando se le conmueve, producir tambien en diferentes puntos ondas de longitud diferente que se transmiten con mayor ó menor intervalo una de otra del cuerpo sonoro al cuerpo conductor del sonido, y que comunican á este último una onda compuesta de forma particular. Esta onda compuesta, ó la suma de ondas, llega al órgano auditivo en el mismo orden y forma que tenia al atravesar el medio conductor, puesto que todas las vibraciones se propagan con igual velocidad por un cuerpo conductor del sonido. Lo que tambien contribuye á la calidad del sonido es que un cuerpo puede efectuar al mismo tiempo una vibracion trasversal y otra longitudinal. Una cuerda pellizcada cerca de su estremidad, y abandonada á sí misma ejecuta vibraciones trasversales en toda su longitud, mientras que al mismo tiempo la cresta de la onda corre alternativamente de uno á otro estre-

mo, volviendo cada vez al otro lado de la cuerda; donde resulta que la calidad del sonido de una misma cuerda varía un poco, en igualdad de longitud y tension, segun el punto en que se pellizca esta cuerda. Finalmente, Pellisov y Eisenlohr creen que la forma de la onda es modificada tambien por la densidad del cuerpo sonoro. En un cuerpo denso la escursion de la vibracion es menor que en otro que no lo es tanto. Las moléculas de aire que le tocan son empujadas por él de un modo mas isócrono, y el espacio rarefacto que deja al contraerse es mas estrecho. Por último, cuando la densidad del cuerpo sonoro no es uniforme, tampoco lo deben ser la condensacion comunicada al aire y la rarefaccion que le suceden.

Cuando muchas ondas se suceden una á otra, se producen un sonido mas ó menos sostenido, que unas veces es un ruido y otras un sonido propiamente dicho ó apreciable. Una sucesion de sonidos iguales ó desiguales en tiempos desiguales da lugar al ruido (paloteo, frote ó zumbido &c.). Una sensacion de sonidos simples ó de ruidos en tiempos iguales no es percibida tampoco como sonido propiamente tal en tanto que se distinguen todavia cada una de las conmociones, no resultando de aquí sino un ruido.

Tan luego como se pueden distinguir ya las conmociones, hay sonido propiamente tal, cuya elevacion ó agudeza varía segun la velocidad con que se suceden las conmociones; lo cual se aprecia muy bien con la rueda de Savart, cuyos dientes no producen sino ruido mientras se pueden distinguir los choques, pero cuando estos se suceden con mas lijereza, y los ruidos se confunden en un sonido, aunque todavia se puede continuar oyendo el ruido. Sigue-se de aquí que no es solo una sucesion regular de ondas sencillas, sino tambien una sucesion regular de ondas muy compuestas y ruidosas lo que constituye un ruido musical.

Un sonido puro es el que produce ondas sencillas ó simples de fuerza suficiente sin ondas irregulares intermedias, es decir sin ruido. La calidad del brillo ó el timbre de un sonido depende de las mismas causas que la calidad del sonido simple, no habiendo aquí otra cosa de mas que la sucesion regular de las ondas.

III. MOVIMIENTO ONDULATORIO EN LA PROPAGACION DEL SONIDO.

A. Ondas progresivas en la propagacion del sonido.

La propagacion de las vibraciones de los cuerpos sonoros se efectua generalmente por ondas de condensacion y de rarefaccion, y no por ondas de inflexion. El agua conduce tambien las ondas sonoras de esta manera; de consiguiente este modo de movimiento es enteramente distinto de las ondas de inflexion del agua.

Una conmocion comunicada al aire desde un punto cualquiera y en todas direcciones, determina una onda esférica de aire condensado en forma de una bola hueca que se estiende uniformemente en todos sentidos y conserva por lo tanto su forma esférica. Una esfera que se dilatase repentinamente en el aire produciria una onda de esta clase. Las moléculas del aire empujadas por la bola que se distiende adquiere un movimiento correspondiente á esta distension en la direccion del radio y durante el momento que sucede inmediatamente cuando la bola, volviendo sobre sí misma, determina una rarefaccion en su periferia, adquieren un movimiento en sentido inverso. Todas las moléculas de aire al través de la cual pasa la onda esférica, adquieren tambien el mismo movimiento, pero la amplitud de la escursion que estas moléculas verifican hácia delante y hácia atrás, y que, comparándola con las ondas del agua, corresponde á la elevacion de la protuberancia de la onda, disminuye á medida que esta avanza, mientras que su espesor permanece el mismo durante su espansion, absolutamente lo mismo que se deprime una onda esférica producida en el agua, conservando la misma latitud á proporcion que se estiende. La esfera hueca de la onda progresiva crece, pues, en razon proporcional de los cuadrados de su diámetro. La protuberancia de la onda disminuye al aire libre en razon del incremento de los cuadrados de las distancias comprendidas entre la onda sonora y el sitio de su origen. No hay motivo para que este decremento tenga lugar relativamente al movimiento ondulatorio del aire en un tubo.

Si el cuerpo vibrante no comunica al aire libre un choque en todos sentidos, como haria una esfera que se dilatase, sino en una sola direccion, la ola resultante de aquí es igualmente esférica, lo mismo que una onda producida en el agua por un choque en un solo sentido no deja de caminar en todas direcciones afectando por consiguiente una forma circular. Sin embargo, la magnitud de la protuberancia de la onda ó la amplitud de la escursion que hacen las moléculas del aire al través de las cuales pasa la onda es mas fuerte en la direccion del choque, porque depende en parte de esta misma direccion. Segun esto, si las ondas sonoras afectan una direccion cualquiera en el cuerpo sonoro, como sucede cuando vibra una cuerda ó columna de aire, el sonido es igualmente mas fuerte y distinto en esta direccion. Me parece que la circunstancia siguiente contribuye tambien á este efecto en ciertos casos. La onda de un medio susceptible de experimentar el movimiento ondulatorio puede considerarse como compuesta de ondas circulares del mismo diámetro colocadas unas al lado de otras, cuando la conmocion obra sobre este medio en cierta latitud. Estas ondas se cubren en una direccion paralela á la latitud de la conmocion, mas no en sus extremos libres. De consiguiente la onda es mas fuerte en una direccion perpendicular á la latitud de la conmocion.

La fuerza con que es conducido el sonido depende, en igualdad de circunstancias, de la relacion entre el cuerpo sonoro y el cuerpo conductor. Cuanta mayor es la homogeneidad que hay entre estos dos cuerpos, mas perfecta es tambien la comunicacion, y *vice versa*. El aire resonante, por ejemplo el de un instrumento de viento, trasmite tan perfectamente estas vibraciones al aire exterior, que no hay refuerzo producido por otros medios; pero las comunica dificilmente á cuerpos sólidos. Estos últimos, por el contrario, transmiten de un modo incompleto al aire sus vibraciones, y completamente á otros cuerpos sólidos. Además, cuando las vibraciones pasan de un medio á otro de diferente naturaleza, en parte son transmitidas, como la luz, y en parte reflejadas. Esto esplica por qué los peñascos se oponen al sonido escitado en el aire, mientras que el sonido de un cuerpo sólido, por ejemplo una varilla, es transmitido con mas fuerza al oido por un cordón que por el aire. Segun Wheatstone, por medio de un hilo metálico se

pueden conducir los sonidos de un instrumento de cuerdas á un foco de resonancia distante.

Prescindiendo de las diferencias que se acaban de indicar en la fuerza de la propagacion, un sonido puede hacerse por efecto de la resonancia mas fuerte que era en el mismo cuerpo sonoro. La resonancia proviene del aumento de la superficie en las partes homogéneas vibrantes, razon por la cual el diapason resuena con mas fuerza cuando se le coloca sobre un cuerpo sólido. En esto se funda tambien el efecto del caballete y de la caja en los instrumentos de cuerdas.

La resonancia es mas fuerte con un cuerpo limitado que con otro que no lo esté. En efecto, el primero refleja en parte las ondas sonoras por sus bordes y superficies, y estas ondas retrógradas se cruzan con las nuevas excitadas por el cuerpo sonoro; mas cuando las protuberancias de las ondas se cruzan, su elevacion se hace mas considerable.

B. Ondulaciones estacionarias en cuerpos conductores del sonido.

Los cuerpos conductores del sonido limitados y al mismo tiempo elásticos producen vibraciones estacionarias. Ya se ha dicho anteriormente que un cuerpo conductor limitado refleja las ondas progresivas por sus bordes y ángulos, y que por consiguiente se cruzan las ondas que van y vienen. Un cuerpo sonoro no se divide necesariamente en partes alcuotas, de suerte que la latitud de estas ondas no depende de él sino de los cuerpos que producen el sonido. En un cuerpo que produce sonido, las ondas que nacen son siempre partes alcuotas de un sonido entero; mas un cuerpo conductor limitado puede dividirse como un cuerpo sonoro en partes mas ó menos estensas por la formacion de nodos y de líneas nodales. Así por ejemplo, se forman líneas nodales, segun los experimentos de Savart, en membranas tirantes y conductoras del sonido, cuando se las espolvorea con un polvo fino. Las láminas ofrecen el mismo fenómeno cuando se las pone en comunicacion con el cuerpo conductor del sonido, por medio de una varilla, como lo ha hecho ver Savart.

El sonido de un cuerpo no solo puede en ciertas con-

diciones provocar resonancia en un cuerpo elástico limitado, sino tambien escitar á este último á que produzca sonidos por sí mismo, en cuyo caso el último cuerpo da el sonido que le es propio, y que difiere del primero. Las cuerdas tirantes son susceptibles de resonar en el tono que propriamente les pertenece; para lo cual parece necesario no solo que la elasticidad suba al mas alto grado y sea bien marcada la limitacion, sino tambien que las heridas del primer sonido esten en una relacion sencilla con las del sonido fundamental del cuerpo consonante.

Finalmente, un cuerpo elástico y limitado puede tambien en condiciones determinadas modificar la elevacion del sonido de un cuerpo sonoro por sí mismo, cuando los dos órdenes de vibraciones se modifican recíprocamente para formar ondas que no serian propias ni al uno de los dos cuerpos ni al otro. Y así, la columna de aire que resuena al mismo tiempo que una lengüeta, modifica el sonido de esta última. He observado otro ejemplo notable de esta accion recíproca en un pito cuya estremidad abierta tapé con una membrana (una vejiga de cerdo). Sábese que un pito de un pie, cerrado en la estremidad por un tapon, da el *do* por un sonido fundamental; pero si se reemplaza el tapon con una membrana medianamente tirante, el sonido fundamental, cuando se sopla lo mas débilmente posible, en lugar de ser el *do*₂, se hace una tercia ó una quinta mas grave: si la membrana está mas tirante se eleva el sonido fundamental, y en el mayor grado posible de tension esta membrana obra como un tapon sólido.

Los líquidos conductores del sonido, cuando estan en contacto inmediato con los cuerpos sonoros manifiestan todavía en su superficie ondas de inflexion particulares que es preciso distinguir de las ondas condensantes de la conduccion del sonido. Establece con efecto en su superficie elevaciones pequeñas y depresiones ondulares regulares, como ondas estacionarias, fenómenos que han descrito OERSTED, Purkinje, Chladni, G. Sømmerring y Faraday (1).

Si se hace vibrar un diapason sostenido horizontalmen-

(1) V. Sømmerring, en KASNER, *Archiv, fuer die gesammte Naturlehre*, tomo VIII, pág. 91.— Faraday, en *Philos. Trans*, 1831, 319.

te uno de cuyos lados esté cubierto con una capa de agua poco gruesa, se ven producir en esta las mas hermosas ondas estacionarias paralelas, que en su mayor parte ocupan toda la latitud del diapason, y tienen unos tres cuartos de línea de largo. Estos son en cierto modo los reflejos de las vibraciones del cuerpo sonoro procedentes de los movimientos que estas vibraciones comunican á las moléculas de agua, si se tiene el diapason resonante por una de sus caras en un vaso lleno de agua se ven partir de sus lados divisiones paralelas muy regulares del líquido, lo mismo absolutamente que si el agua que le toca entrase simultáneamente con él en un movimiento ondulatorio, que no sería otra cosa que la continuacion ó prolongacion de las ondas del instrumento. Si la superficie ancha de este último está encima del agua ó cubierta solamente de una capa delgada de este liquido, pero los lados sumergidos en el agua del vaso, se reconoce que las ondas que se observan en el diapason y las que se notan en el agua del vaso son prolongaciones unas de otras. Pero lo que hay de notable es que, sea cualquiera la cara del diapason que se inmerja, siempre se perciben en el agua ondas estacionarias cuyos límites son perpendiculares á la superficie del instrumento; solo se exceptúan los bordes en que las líneas se hacen divergentes.

Verificase tambien el fenómeno en vasos resonantes llenos de agua, por ejemplo en los vasos que se hacen sonar con un arco de violin; en este caso la masa de agua se encuentra dividida como el vaso, segun la elevacion del sonido en 4, 6 ú 8 partes con líneas nodales entre las cuales se perciben cuando se pasa lijeraente el arco ondas estacionarias cuyos límites son perpendiculares á la superficie interior del vaso. Frotando con mas fuerza se producen otras figuras, y el aumento de las ondas da lugar á ondas estacionarias romboideas. La latitud de las ondas es rigurosamente proporcionada á la elevacion del sonido, siendo mayor durante los sonidos graves. Por lo demás el agua se acumula tambien en las porciones vibrantes del vaso, y cuando se pasa el arco con fuerza, es lanzada á chorros al exterior. Si se pone el vaso en vibracion por el frote del vaso con el dedo, las porciones vibrantes y las líneas nodales se desalojan continuamente, y siguen dando vueltas al dedo que comunica el movimiento.

Las láminas de cristal cubiertas de una capa delgada

de agua presentan el fenómeno de un modo mas hermoso todavía cuando se las frota con un arco.

Si se fija un pedazo de corcho en un tambor, sujetando en él una varilla de madera terminada en una chapa redonda ó cuadrada, y se coloca el tambor de modo que la chapa de la varilla quede metida en el agua, cuando la membrana vibra, se ven formar en el líquido ondas semejantes cuyos límites son perpendiculares al lado de la chapa: tambien se obtiene una figura estrellada en el agua cuando la chapa es redonda. No es posible hasta ahora explicar este fenómeno de un modo satisfactorio.

Faraday dice que la mas lijera diferencia posible en una circunstancia cualquiera podria ocasionar durante las vibraciones de una chapa una elevacion ó una depresion del líquido, dando de este modo el primer impulso al fenómeno, mas yo no creo que se puedan explicar unos efectos tan regulares por esto solo y sin subdivision regular ó sin un movimiento ondulatorio en el cuerpo sonoro, aunque esto no conduzca tampoco á una explicacion satisfactoria.

Por lo demás durante la conduccion del sonido las ondas son condensantes en el agua lo mismo que en el aire; pero las ondas de que se acaba de hablar en la superficie del líquido son ondas de elevacion ó de inflexion. La velocidad de la propagacion del sonido depende de la densidad y de la elasticidad de los cuerpos. En el aire seco y á la temperatura de 0 es de 332,049 metros por segundo. El calor la aumenta. En el agua la propagacion del sonido es cuatro veces mas rápida que en el aire (1). Los cuerpos sólidos la efectuan con mas rapidez todavía. El hierro conduce el sonido diez veces y media mas pronto que el aire, y la madera once.

En cuanto á la reflexion, las ondas sonoras se conducen como las luminosas: cuando pasan á un medio diferente, en parte son trasmitidas y en parte reflejadas. Un reloj colocado en el foco de un espejo cóncavo hace oír sus oscilaciones en el foco de otro espejo de la misma clase que reúne los rayos sonoros. Como las ondas sonoras del aire se comunican á los cuerpos sólidos con mas dificultad que

(1) Es de 1435 metros por segundo, segun el experimento, y 1428 por cálculo, segun Colladon y Sturm.

la que experimentan en continuar en el aire, la fuerza del sonido se conserva perfectamente en un tubo de comunicacion, como tambien las ondas sonoras trasmitidas á un cuerpo sólido en forma de varilla conservan su fuerza casi sin cambio á grandes distancias. Un porta-voz representa una parábola en cuyo foco se escita el sonido; y en virtud de la reflexion que experimentan los rayos sonoros en las paredes de esta parábola, marchan en direcciones paralelas al eje. La causa del engrosamiento de la voz depende en gran parte de la coincidencia de las ondas primitivas con las reflejas, de donde resultan mayores condensaciones. Pero tambien hay que atender á la resonancia de la masa de aire contenida en el tubo; porque el aire de un tubo abierto en sus dos extremos ó en uno solo resuena cuando conduce el sonido. El cornete acústico se estrecha hácia el oído, resuena y por consiguiente condensa las ondas sonoras. Si sus paredes son parabólicas, y el oído se encuentra próximo al foco de la parábola, las ondas sonoras cuyas direcciones son paralelas al eje de esta última, se reunen en un punto inmediato al oído. Hay resonancia cuando á mayor distancia de la pared reflejante, las ondas reflejadas llegan al oído sensiblemente mas tarde que las ondas primitivas. Si la diferencia es bastante considerable para que las dos especies de ondas no se junten ya una á otra, hay eco.

CAPITULO II.

DE LAS FORMAS Y PROPIEDADES ACUSTICAS DE LOS ORGANOS AUDITIVOS.

I. Formas del órgano auditivo.

No se conocen partes comparables al órgano auditivo en la mayor parte de los animales invertebrados, y aun se puede dudar, si algunos de ellos perciben los sonidos; pues de que un animal reaccione con motivo de vibraciones no

se deduce que ha percibido un sonido, porque estas vibraciones pueden ser sentidas también por el tacto como conmoción (1).

Lo que hay de más esencial en el órgano auditivo es en todo caso el nervio específico de la audición, que tiene la propiedad de percibir los choques como sonido; en seguida viene un aparato capaz de conducir bien estos choques al órgano auditivo; pero conduciendo todas las materias las vibraciones sonoras, como ondas de condensación, puede muy bien no haber aquí aparato conductor especial. De este modo se explica por qué no se han descubierto hasta ahora órganos particulares de audición en tantos animales invertebrados. El nervio auditivo, aunque aplicado solamente contra las partes sólidas de la cabeza, debería sentir las vibraciones comunicadas á estas últimas lo mismo que si ocupase un aparato especial. La forma más sencilla del órgano auditivo, como aparato particular, hecha abstracción del nervio específico, es la de una vesícula llena de líquido y por la cual se distribuye el nervio. Sus vibraciones llegan á ella ó bien por medio de las partes duras de la cabeza, ó al mismo tiempo por una membrana tirante al exterior. Tal es la forma que se encuentra entre los animales articulados en los crustáceos, y entre los moluscos en los cefalópodos.

En los crustáceos, el órgano está situado en cada lado en la parte inferior de la cabeza y cerca de la articulación basal de las grandes antenas exteriores; y consiste en un vestíbulo óseo cuya ventana exterior está cerrada por una membrana análoga á la membrana timpánica secundaria de los animales superiores. La cavidad ósea encierra un saco membranoso lleno de agua por cuya superficie se distribuye el órgano auditivo.

(1) V. sobre las partes comparadas al órgano auditivo en los insectos á COMPARETTI, *Obs. anat. de aure interna comparata*. Padua, 1789.—TREVIRANUS, en *Annalen der Welterauschen Gesellschaft*, t. I. RAMDOHR, en *Magazin der Gesellschaft naturforschender Freunde*. Berlin, 1811, p. 389.—P. LYONET, *Recherches sur l'anatomie et les métamorphoses de différentes espèces d'insectes*. Paris, 2832, in-4°, fig.—MULLEL, *Physiologie des Gesichtssinnes*, p. 437.

El órgano auditivo de los cefalopodos se compone de un vestibulo cartilaginoso, simple escavacion del cartilago cefálico, sin ventana ni membrana al exterior. Hállase en esta cavidad un saco membranoso en el cual se esparce el nervio auditivo. En el pulpo la pared interna del vestibulo es lisa; en el calamar está sembrada de tuberculitos blandos ó de prolongaciones que flotan en la vesícula. Hay una concrecion ó una piedra auditiva en el interior de esta última (1).

Ningun animal vertebrado tiene el órgano auditivo tan sencillo como aquellos de que acabamos de hablar. Antiguamente se creia que las lampreas se parecian por este aspecto á los animales invertebrados; pero he visto que tienen un laberinto complicado y dos conductos semicirculares. Por lo demás el órgano auditivo sigue una progresion en su desarrollo y composicion desde los peces hasta los mamíferos (2).

A. Peces.

Los peces carecen de caracol y de caja del tímpano; pero tienen el laberinto membranoso, es decir el seno comun de los conductos semicirculares con su apéndice utriculiforme, que existe la mayor parte de veces, y los conductos semicirculares.

El laberinto membranoso está alojado en totalidad en la sustancia del cartilago cefálico, como en los peces cartilaginosos, plagiostomos y ciclostomos, ó en parte en los huesos del cráneo y parte en la cavidad craneana entre el cerebro y la pared del cráneo, como en los peces óseos, los esturiones y los quimeros.

(1) V. Sobre el órgano auditivo del cangrejo y del pulpo á E.-H. WERRER, *De aure et auditu hominis et animalium*. Léipzig 1820.

(2) V. Sobre su estructura en los animales vertebrados y en el hombre á A. SCARPA, *Anatomicæ disquisitiones de auditu et olfactu*. Pavia, 1789.—WERRER, *loc. cit.*—G. BRÉSCHET, *Recherches anat. et physiol. sur l'organe de l'ouïe et sur l'audition, dans l'homme et les animaux vertébrés*. Paris, 1836, in-4.^o con 13 lám.

Las principales diferencias y mas esenciales en los peces son las siguientes:

1.^o No hay mas que un conducto semicircular, que se vuelve sobre sí mismo en forma de anillo y una de cuyas partes, aquella por donde se distribuye el nervio auditivo, corresponde al seno comun. Este caso, observado por la primera vez por Retzius, es el de los mixinoides (*Myxine* y *Bdellostoma*).

2.^o Hay dos conductos semicirculares, cada uno de los cuales nace del cono comun por una ampolla de tres tubérculos. Los dos conductos convergen apoyándose en la superficie del seno comun, y se reúnen en arco: en este punto vuelven á comunicarse con el seno por una hendidura; este último presenta al mismo tiempo un apéndice en forma de saco. Tal es el caso de los *Petromyzon* y de los *Ammonoetes* (1).

En estas dos primeras formaciones el laberinto no contiene piedras auditivas.

3.^o Hay tres conductos semicirculares dispuestos como en los animales superiores, es decir que parten de un seno comun; este último tiene por apéndice el saco. En ambos se encuentran concreciones, como en los plagiostomos, ó piedrecitas auditivas óseas ó duras, como en los peces óseos; unas y otras estan libres. El saco no corresponde al caracol de los animales superiores y del hombre, puesto que el cono comun ofrece aun en estos un apéndice utriculariforme pequeño.

Los plagiostomos tienen además una prolongacion del laberinto hasta por debajo de la piel.

En las lijas la cavidad del vestíbulo cartilaginosa se prolonga solo hasta debajo de la piel por la abertura que hay en la region superior de la porcion occipital del cráneo. En las rayas por el contrario la cavidad del laberinto cartilaginosa y el laberinto membranoso se prolongan hasta debajo de la piel. Una fosa escavada en la region media de la porcion occipital del cráneo, y que está tapiada por una piel mas delgada ó mas gruesa contiene cua-

(1) G. BRESCHET, *Recherches anat. et physiol. sur l'organe de Pouie des poissons*. Paris, 1838, in-4.^o con 17 lám.

tro aberturas, dos á la derecha y dos á la izquierda. Cada una de las posteriores conduce al vestibulo cartilaginoso y está cerrada por una membranita; y cada una de las anteriores pertenece á la comunicacion con el laberinto membranoso. Entre las dos aberturas del cráneo y de la piel se encuentran efectivamente dos sacos membranosos, de cada uno de los cuales la cavidad se prolonga hasta el seno comun del laberinto membranoso por un conducto que atraviesa la abertura del cráneo. Este seno auditivo esterno y su conducto estan llenos de carbonato calcáreo, del cual se encuentran tambien concreciones en el seno comun. La porcion del seno auditivo adherida á la piel se abre al exterior por tres conductitos muy derechos acabados en los ligamentos exteriores. Los quimeros me han presentado tambien una abertura en el cráneo y dos adelgazamientos correspondientes en la piel; pero la abertura conduce á la cavidad craneal donde se encuentra colocada una parte del laberinto.

En los peces óseos la comunicacion del laberinto óseo con la superficie exterior á beneficio de aberturas en el cráneo cerradas por membranas es excepcional, por ejemplo en las dos especies de lépidolepros, segun Otto (1), y en el *Mormyrus cyprinoides*, segun Heusinger (2).

E. H. Weber ha descubierto que el laberinto de muchos peces comunica de un modo indirecto con la vejiga natatoria (3).

En algunos de estos animales, tales como los *Cyprinus*, *Silurus* y *Cobites*, la comunicacion se verifica por el intermedio de una cadena de huesecillos movibles. Así por ejemplo, en los ciprinos los dos laberintos membranosos, formados del seno comun, de los dos conductos semicirculares y de piedra, estan en conexión por continuidad de las membranas con un seno membranoso impar oculto en la base del occipital, que se prolonga posteriormente y en cada lado en una orejilla membranosa, la cual está colocada en la superficie de la primera vértebra y tiene una aber-

(1) V. MÜLLER, *Archiv.*, 1836, CXXXIV.

(2) TIEDEMANN, *Zeitschrift*, t. II, p. 86.—El *Lepidoleprus norvegicus* no tiene esta abertura.

(3) MECKEL, *Archiv.*, 1825, p. 324.

tura en parte ósea. A esta orejilla aboca el primer huesecillo conchiliforme, y el último está unido con la extremidad anterior de la vejiga natatoria.

En los esporáides (*Boops* y *Sargus*) parten de la extremidad anterior de la vejiga natatoria dos conductos cuyas extremidades en fondo de saco están fijadas á dos aberturas particulares del cráneo tapadas por membranas.

En los clupeos la extremidad anterior de la vejiga se prolonga en un conducto que se bifurca. Cada una de estas divisiones penetra en un conducto óseo del occipucio en donde todavía se bifurca una vez. Por último cada uno de los conductitos se dilata en una cápsula ósea; y una de estas contiene solamente la extremidad en forma de saco de la prolongación de la vejiga natatoria; pero en la otra á esta prolongación en forma de saco se une otra del laberinto membranoso.

En el laberinto del *Myripristis* comunica también según G. Cuvier con la vejiga natatoria. El cráneo está abierto por abajo y cerrado solamente por una pared membranosa de la cual pende esta última.

La caja del tambor y la trompa de Eustaquio de los animales superiores, las cavidades accesorias de la nariz en estos animales, los sacos de aire de las aves, y la vejiga natatoria de los peces pertenecen por lo demás á una misma clase, puesto que deben su origen á prolongaciones llenas de aire del tubo respiratorio é íntestinal, que continúan más tarde comunicando con estas cavidades, por conductos ó aberturas, ó se aíslan completamente como la vejiga natatoria de muchos peces, cuyo conducto de comunicación con la laringe desaparece con el tiempo.

B. Reptiles

Empezando por los peces, se encuentran generalmente en el laberinto dos ventanas, que unas veces no comunican con una caja timpánica sino que están cubiertas de piel y de músculos, recordando entonces las dos prolongaciones del laberinto que se ven en algunos peces y otras veces están en comunicación con una cavidad timpánica que contiene aire. El laberinto membranoso está situado en totalidad en el interior de los huesos del cráneo. El agua de este laberinto rara vez contiene piedrecitas auditivas, como

en algunos reptiles, especialmente en los que se acercan á los peces (*Menobanchus*). La mayor parte de veces no se encuentra en él mas que una especie de leche producida por cristales calcáreos microscópicos.

La estructura de los órganos auditivos ofrece además grandes variedades en la clase de reptiles. En los de piel desnuda, como en los de piel escamosa, hay familias desprovistas totalmente de caja timpánica, y otros que tienen una con una membrana de tímpano y una trompa de Eustaquio; pero los reptiles de estas dos categorías difieren absolutamente en que los desnudos solo tienen una ventana en el laberinto y carecen de caracol.

1.º Reptiles desnudos.

La sola ventana que tienen los reptiles desnudos es la oval, cerrada por el estribo en forma de chapa ó de cono. La ventana redonda no existe tampoco, ni el caracol.

a. Reptiles desnudos sin caja del tambor.

Su huesecillo del oído es la chapa del estribo, cubierta por los músculos y la piel. El laberinto membranoso consiste, como en el mayor número de peces, en un seno común y en tres conductos semicirculares. Colócanse aquí los cecilios (*Cæcilia*, *Epicrium*), los derotretos (*Amphiuma*, *Menopoma*), los proteidos (*Proteus*, *Menobanchus*, *Siren*, *Axolotes*, y verdaderamente también *Lepidosiren*), los salamandrides (*Salamandra*, *Triton*), y por último los bombinadores entre los batracianos ó reptiles desnudos anoures (1).

b. Reptiles desnudos provistos de una caja del tímpano.

Estos tienen una membrana timpánica, unas veces libre y otras oculta debajo de una piel gruesa, y dos ó tres huesecillos del oído, á saber, el martillo unido á la membrana del tambor y que no representa mas que una cha-

(1) WINDISCHMAN, *De penitiori auris in amphibiiis structura*. Bonn, 1831.

pita cartilaginosa, el yunque óseo y el estribo. La trompa de Eustaquio, prolongacion de la cavidad gutural, existe aquí, como lo hace siempre cuando hay una caja timpánica. Tal es el caso de todos los batracianos ó reptiles desnudos anoures, escepto los bombinadores.

Entre los reptiles desnudos anoures es donde se observan las mayores diferencias con respecto á la parte exterior del órgano auditivo.

1.^o Hay batracianos sin caja ni membrana timpánica ni trompa de Eustaquio, tales son los bombinadores ó los géneros *Bombinator (ligneus)*, *Cultripes* de Muller (*c. provincialis*), y *Pelobates* de Wagner (*p. fuscus*, W. que es el *Cultripes minor*, M).

2.^o Los hay que tienen una membrana timpánica visible al exterior ú oculta debajo de la piel, una caja del tímpano la mayor parte de veces membranosa, tres huesecillos del oido, y una abertura para cada una de las dos trompas de Eustaquio separadas una de otra. Colócanse aquí la mayor parte de los géneros de ranas y de sapos, tales como, entre los nuestros, *Rana*, *Bufo*, *Alytes* &c.

3.^o Los hay tambien que tienen una membrana del tímpano cartilaginosa, una caja de tímpano totalmente circunscripta por huesos, dos huesecillos de oido, y una sola abertura en medio del paladar para las dos trompas de Eustaquio. Esta categoría no comprende mas que los géneros privados de lengua, *Pipa* y *Dactylethra*. De los tres huesecillos del oido que hay entre los batracianos anteriores, el primero es la membrana cartilaginosa del tímpano, el segundo tiene la forma de un pedículo arqueado muy largo, y el tercero es un apéndice apenas perceptible del segundo que tiene la forma de una hojita, y que tapa la ventana (1).

2.^o Reptiles escamosos.

Los reptiles escamosos tienen las dos ventanas, y su caracol, si se esceptúa el de los quelonianos, presenta la estructura del de las aves.

(2) V. MULLER, *Archiv*, 1826, LXVII.

a. *Reptiles escamosos sin caja timpánica.*

El huesecillo del oído es la chapa del estribo que se extiende en un pedículo más ó menos largo (columela). Este pedículo y las ventanas están cubiertas por músculos y por la piel. Hállase esta disposición en los ofidios, como también en los géneros *Chirotos*, *Lepidosternon* y *Amphisbæna*.

b. *Reptiles escamosos provistos de una caja timpánica y de una trompa de Eustaquio.*

Encuétrase en ellos la columela de los anteriores, cuya estremidad está fija en la membrana timpánica por una masa fibro-cartilaginosa. Colócanse aquí los quelonios, los cocodrilos y los lagartos. Este es también el caso de los sorianos apodes provistos de párpados, *Bipes*, *Pseudopus*, *Ophisaurus*, *Anguis Acontias* (1). En la mayor parte de estos animales la membrana del tímpano es visible al exterior; hay sin embargo algunos entre los últimos en quienes está cubierta por la piel.

C. *Aves.*

El órgano auditivo de las aves se parece al de los cocodrilos y lagartos bajo muchos aspectos, por ejemplo en la estructura de la caja del tímpano, de la columela y del caracol. La caja del tímpano conduce el aire á las cavidades de los huesos de la cabeza, lo cual aumenta el volúmen de las paredes resonantes. El caracol no está enroscado, sino que es un conducto casi recto y terminado en fondo de saco, que un tabique membranoso muy delicado divide en dos conductos la escala del tambor y la del vestíbulo. El tabique está tirante en un cuadro cartilaginoso que se refleja en forma de utrículo hácia la estremidad y que se conduce respecto de la lámina del tabique, como la pala de una chinela respecto de la suela. La corvadura de esta especie de botella se continúa por toda la longitud del caracol á beneficio de una membrana vascular plegada trasversalmente.

(1) V. MULLER, en TIEDEMANN, *Zeitschrift*, 4, 2.

Estos pliegues ó arrugas son los que Treviranus ha descrito el primero como otras tantas laminillas aisladas que representan teclas de clavicordio. El seno comun de los conductos semicirculares y la botella del caracol contienen un polvo cristalino de carbonato calcáreo (1).

D. Mamíferos.

El órgano auditivo de los mamíferos no se diferencia en lo esencial de el del hombre, y las diferencias de detalle no tienen en la mayor parte bastante importancia fisiológica para que las debamos mencionar aquí.

El caracol está siempre enroscado, y tiene una lámina espiral en parte huesosa y en parte membranosa que corre al rededor de la columela. Solo el del ornitorinco se parece bajo todos conceptos al de las aves. La caja del tambor de gran número de mamíferos representa una estensa vesícula ósea, cerrada la mayor parte de veces por el hueso timpánico. En muchos de estos animales se prolonga á otros huesos limítrofes (2). Algunos tienen también un tímpano superior, pues el peñasco forma una eminencia vesicular por arriba y atrás, como en los géneros *Pedetes*, *Dipus* y *Mocroscolides*. De este modo los espacios resonantes se encuentran aumentados. Los cetáceos y el ornitorinco no tienen oído esterno: la trompa de Eustaquio de los delfines se abre en la nariz, y el conducto auditivo esterno de los mamíferos totalmente acuáticos es sumamente estrecho.

He dado á conocer en otra parte las observaciones de Treviranus y de Gœtthe sobre la distribución de los nervios en el caracol. Así como las fibras nerviosas se distribuyen en él por la lámina espiral para ser rodeadas en ambos lados por la linfa laberíntica, así también, según el descubrimiento de Steifensand (3), se esparcen en las am-

(1) HUSCHKE, en MULLER, *Archiv*, 1825, p. 335.—G. BRESCHET, *Rech. anat. et physiol. sur l'organe de l'audition chez les oiseaux*, Paris, 1837, in-8.^o, avec 8 pl. in-4.^o—MULLER, *Archiv*, 1837, LXIV.

(2) HAGENBACH, *Die Paukenhöhle des Säugethiere*. Bâle, 1835.

(3) MULLER, *Archiv.*, 1835. p. 171.

pollas por una eminencia, que no atraviesa á la ampolla de parte á parte, sino que solo se eleva en su interior. En la ampolla de los mamíferos hay un engrosamiento trasversal que forma un tabique incompleto y que corresponde á la expansion del nervio. En las aves por el contrario se encuentran en este tabique dos ramas libres, una superior y otra inferior que se terminan en forma de boton, de modo que el todo representa una cruz cuyas ramas trasversales son adherentes, mientras que las perpendiculares estan libres. En la tortuga el tabique, como engrosamiento, presenta solamente en el medio una abolladura. El tabique de la ampolla anterior se apoya oblicuamente en su pared, y no tiene abolladura: en la ampolla esterna no hay mas que la una mitad del tabique. En el cocodrilo y los lagartos la ampolla exterior es como en la tortuga, y las otras tienen la forma de cruz en el interior. El tabique de los peces es un pliegue trasversal á manera de rodete.

Todas las disposiciones acústicas que se observan en el órgano del oído no son sino aparatos conductores del sonido, lo mismo que las que se ven en el ojo lo son de la luz. Como toda materia cualquiera conduce las ondas sonoras, es preciso que la audición sea posible aun desde las mas simples condiciones, porque todo lo que rodea al nervio auditivo debe conducirle necesariamente el sonido. En el ojo se necesitaba cierta construccion para dirigir las ondas luminosas de modo que tomasen en el nervio la misma disposicion que tienen al partir del objeto. Esta precaucion era inútil para el órgano auditivo; pues todos los medios conducen sin la menor alteracion y á pesar de los cruzamientos mas variados, las ondas sonoras mas diferentes, tanto con respecto á su direccion como á su sucesion; con tal que estas ondas vayan á encontrar al órgano y su nervio, llegan infaliblemente á la perfeccion; y así, toda la estructura del órgano auditivo no puede tener otro objeto que el de facilitar la trasmision de las ondas y multiplicarlas por resonancia; á cuyos dos principios tienden efectivamente todos los aparatos acústicos del órgano.

Para la audición en sí no son, pues, necesarios ni la membrana timpánica, ni huesecillos del oído, ni caracol, ni conductos semicirculares, ni aun vestibulo, ni tampoco la ninfa del laberinto; de consiguiente pueden faltar todas estas partes. El órgano auditivo de los animales invertebra-

dos está ya reducido á una simple vesícula, que falta en muchos de ellos en quienes parece sea suficiente el nervio específico. Todo cuerpo conduce ondas; el cuerpo de un animal y las partes inmediatas al nervio auditivo las reciben en el mismo orden que las propaga el medio conductor del sonido. No se puede, pues, ni aun pretender, que la aptitud para distinguir la agudeza y la fuerza relativa de las ondas exige aparatos particulares; pero la pureza é intensidad absoluta de los sonidos aumentan á proporcion que el órgano se desarrolla bajo el punto de vista acústico.

El mejor modo de comprender el destino de estos aparatos es seguirlos desde sus formas mas sencillas á las mas complicadas, y examinar los que se le va añadiendo poco á poco. De este modo se aprende á conocer las circunstancias independientes unas de otras y las que estan estrechamente ligadas entre sí.

II. *Trasmision del sonido hasta el laberinto en los animales que oyen en el agua.*

En los animales que viven en el aire las ondas sonoras de este fluido llegan primeramente á las partes sólidas del animal y del órgano auditivo, de donde pasan á la linfa del laberinto. La fuerza del oido de un animal que vive y que oye en el aire debe depender, pues, del grado que tienen las partes sólidas de su órgano auditivo para recibir ondas aéreas, de la disminucion que las escursiones de moléculas vibrantes experimentan en el momento en que las vibraciones pasan del aire á las partes exteriores del órgano auditivo, y del grado de aptitud de la linfa laberintica para recibir vibraciones de las partes externas del órgano auditivo. Toda la porcion exterior de dicho órgano está calculado, como veremos, con el objeto de hacer mas fácil la trasmision de las vibraciones del aire á partes sólidas, trasmision que presenta en sí misma dificultades.

En los animales que viven y oyen en el agua, el problema es enteramente distinto. El medio que trasmite las vibraciones sonoras es el agua; las conduce á las partes sólidas del cuerpo del animal, desde donde llegan á la linfa del laberinto. Aquí la intensidad del oido depende del grado de aptitud que tienen las partes sólidas del órgano auditivo, que las sondas sonoras deben atravesar en primer lu-

gar, para recibir ondas del agua ambiente, para transmitir las de nuevo al agua y de la disminucion que las escursiones de las moléculas vibrantes esperimentan en este paso. Tambien veremos aquí que toda la porcion del órgano auditivo está calculado con el objeto de facilitar esta transmision.

Como la trasmision de las ondas del aire á cuerpos sólidos, y la de estas mismas ondas de agua á cuerpos igualmente sólidos son muy desiguales, y estan reforzadas por medios muy diferentes, la naturaleza se ha visto precisada á desplegar para esto aparatos muy distintos en la parte exterior del órgano auditivo en los animales que oyen en el aire y en los que lo verifican en el agua, mientras que la parte interna de este órgano podia tener, y efectivamente tiene, mucha mas uniformidad en ambos casos. En general el problema es mas sencillo en los animales que viven en el agua. El camino que siguen las vibraciones desde el medio exterior hasta el nervio tiene lugar por tres conductores sucesivos, dos de los cuales son semejantes, á saber, primero el agua exterior, despues las partes sólidas del animal y del órgano auditivo, y finalmente, el agua del laberinto. En los animales aéreos esta trasmision se verifica tambien al través de tres medios diferentes unos de otros, y son el aire, las partes sólidas del animal y del órgano auditivo y el agua del laberinto; esta circunstancia es la que, sin necesidad de buscar otras, hace que el órgano auditivo de los animales aéreos esceda generalmente en complicacion al de los animales acuáticos. Como el órgano auditivo de estos últimos, de los peces por ejemplo, está por lo comun rodeado de partes sólidas, la primera cuestion que se presenta es la de saber lo que sucede cuando las ondas sonoras pasan del agua á las partes sólidas y salen de estas para entrar en el agua; cuando las ondas de aire son transmitidas á cuerpos sólidos, se verifica una disminucion considerable en la amplitud de las escursiones ó de los choques de las moléculas vibrantes, mientras que la comunicacion de las ondas del aire resonante al aire y la de las ondas de un cuerpo resonante sólido á otros cuerpos sólidos se efectuan sin la menor disminucion. El pleno sonido de un cuerpo sólido, de una cuerda por ejemplo (sin caja resonante), no se oye sino cuando los cuerpos sólidos le conducen desde el cuerpo sólido generador á las partes sólidas del

órgano auditivo, como cuando se interpone una varilla entre el caballete de la cuerda, y el oído estérno tapado. Pero si hay aire entre el cuerpo sólido que produce el sonido y el oído, el sonido es débil porque las ondas se transmiten con dificultad de un cuerpo sólido al aire, y en semejante caso no puede efectuarse esta transmisión sin una disminución en la amplitud de las escursiones de las partículas vibrantes ó de la conmoción. Por el contrario el sonido del aire que resuena, como el de un instrumento de viento, se propaga perfectamente por el aire y es conducido por este fluido al órgano auditivo, mas no se comunica á cuerpos sólidos sino difícilmente y con una disminución de la intensidad de las conmociones; así que, nunca se oye mejor el sonido de un pito que aplicando al oído tapado una varilla que se estienda hasta la inmediación del aire resonante. ¿Sucede lo mismo en el paso de las ondas del agua á cuerpos sólidos? ¿Hay igualmente aquí disminución de la conmoción? Todavía no se han hecho investigaciones sobre éste punto. La imperfección en que hasta ahora ha estado la acústica de los órganos auditivos, que, para hablar con mas exactitud, apenas existe todavía, me ha determinado á emprender una serie de esperimentos, cuyos resultados voy á dar á continuación.

I. *Los cuerpos sólidos dotados de mayor fuerza reciben del agua las ondas sonoras producidas en este mismo liquido.*

Se llena de agua hasta el borde un vaso de cristal, de porcelana ó de madera, y se hace que sobrenade en el agua una salvilla sin que toque al vaso. Se produce un sonido haciendo caer un cuerpo en esta salvilla. Si se tapan bien los oídos con bolitas de papel torcido, mascando antes el extremo introducido en el conducto auditivo y estando fuera del oído la otra estremidad seca, no se oye el sonido sino muy débilmente al través del aire; pero se oye muy fuerte al través de una varilla de madera, ó mejor un tubo de cristal apoyado en el cuerpo sólido que resuena y en el tapón del oído. Si en seguida se sumerge en el agua del vaso la varilla que se sostiene contra el oído mientras se deja caer alguna cosa en la salvilla, se oye un ruido muy fuerte y puro, como el que es propio de la salvilla, y mucho mas fuerte que el transmitido por el aire. En este caso las ondas sonoras pasan de la salvilla ó del cuerpo sólido al agua, despues del agua á la varilla, y en seguida del agua al ór-

gano auditivo. Vemos segun esto, no solo que los cuerpos sólidos que resuenan trasmiten sus ondas sonoras al agua con gran fuerza, sino que tambien el agua las vuelve con mas fuerza al cuerpo sólido, á la varilla, por medio de la cual se las percibe. Teniendo la varilla en el agua durante el esperimento, ó tocando con ella la pared del vaso exterior, las condiciones son casi las mismas. El sonido pasa de la salvilla al agua y de esta á la varilla, ya inmediatamente, ya por el intermedio de un segundo cuerpo sólido. En este último caso el sonido puede ser un poco mas fuerte, porque entonces hay que tomar en cuenta la resonancia del vaso exterior.

II. *Las ondas sonoras de cuerpos sólidos se trasmiten con mas fuerza á otros cuerpos sólidos puestos en comunicacion con estos que al agua; mas la trasmision de las ondas tiene mucha mayor intensidad cuando se verifica de cuerpos sólidos al agua que cuando lo hace de cuerpos sólidos al aire.*

Esta teoría es una consecuencia inmediata del esperimento anterior; porque el sonido nunca es mas fuerte que cuando la varilla que comunica con el tapon del oido se apoya en la salvilla flotante mientras se hace sonar á esta última. El sonido del agua que rodea á la salvilla, y en la cual se sumerge la varilla, es ya mucho mas débil. Pero el aire conduce el sonido con mayor debilidad todavia, puesto que el que llega al tapon del oido por un único intermedio es muy débil proporcionalmente al sonido que de la misma salvilla ó del agua va al obturador por medio de la varilla.

III. *Las ondas sonoras del aire se trasmiten muy dificilmente al agua y con mucha mas dificultad de la que experimentan en el aire; pero se comunican muy fácilmente á este liquido por el intermedio de una membrana tirante.*

Nadie ignora que en el agua se perciben los sonidos excitados en el aire; pero otro hecho que yo he observado me parece de sumo interés, y es que una membrana tirante en contacto con el aire y el agua al mismo tiempo facilita extraordinariamente el paso de las ondas aéreas al agua. Si hago soplar en un pito de laton ó de madera, de un pie de largo y sin agujeros laterales, de manera que la estremidad inferior esté introducida en el agua, y me tapo los dos oidos, no percibo sino muy débilmente el sonido

por medio de la varilla sumergida en el agua, aun cuando la superficie del líquido sea perpendicular al eje del pito, y por consiguiente las ondas aéreas choquen al agua de un modo vertical. Pero si el extremo inferior del pito está rodeado de una membrana delgada (vejiga de cerdo), que esté poco tirante, y se sumerge este instrumento en el agua, soplando dentro, percibo el sonido muy fuerte con la varilla metida en el agua y apoyada en el obturador de mi oído, principalmente cuando la varilla se encuentra en la dirección del movimiento ondulatorio ó en la del pito. Los sonidos que de este modo distingo son muy puros. Los que mejor convienen para el experimento son el sonido fundamental que el pito da cuando se sopla en él lo mas débilmente posible, ó tambien uno de los sonidos medios. Empleése por conductor una varilla de madera ó mejor un tubo de cristal de seis á ocho líneas de diámetro cuyas paredes se mantienen paralelas á la dirección de las ondas del agua. Si manteniendo el tubo aplicado al oído tapado, se le pasea en el agua, el sonido no deja nunca de reforzarse mucho siempre que pasa delante de la membrana del pito. Este aparato es indispensable en los experimentos siguientes sobre la audición en el agua y sobre el valor acústico de cada una de las partes del órgano auditivo; me ha prestado los mayores servicios, y sin él no hubiera obtenido ningun resultado. En los sonidos agudos de los pitos el refuerzo *a* es poco ó nada perceptible.

El experimento que se acaba de referir prueba tambien que la propagación del sonido se conduce en el agua como en el aire, es decir, que las ondas de impulsión son mas fuertes en la dirección de la impulsión primordial, aunque las ondas son tambien generalmente circulares ó esféricas.

IV. *Las ondas sonoras que se propagan en el agua y que atraviesan cuerpos sólidos limitados, no se comunican solamente con fuerza al cuerpo sólido, sino que tambien resueñan de la superficie de este cuerpo en el agua, de manera que el sonido en este líquido en la intermediación del cuerpo sólido se oye todavia fuerte en donde debiera ser mas débil segun la sola trasmisión en el agua.*

Practicando el experimento referido en el párrafo anterior, el observador, cuyos oídos estan tapados y que se sirve de un conductor introducido en el agua segun la di-

reccion de un pito cerrado en su estremidad por una membrana y sumergido igualmente en el líquido, oye muy fuerte el sonido de este instrumento cuando no se encuentra mas que agua entre el extremo del pito y el conductor. Si se interpone entre estos dos últimos cuerpos una laminilla delgada de madera, de modo que las ondas sonoras tengan que atravesar agua y despues la laminilla, y por último otra vez agua para llegar hasta el conductor, se percibe el sonido en la direccion del pito con tanta ó casi con tanta fuerza como si no hubiese tal laminilla; pero tambien se le oye con bastante fuerza en la inmediacion de las superficies de toda la lámina, cuando, sin tocar á esta, el conductor no se pone en relacion sino con el agua inmediata á las superficies, en cuyo punto el sonido es mas fuerte que en el resto del agua. Este refuerzo tiene lugar en las inmediaciones de todas las paredes de la laminilla, y se le nota tambien á bastante distancia de la direccion principal de la conmocion. Si se separa la laminilla resonante, el sonido no es fuerte sino en los puntos colocados enfrente del punto sobre que recae el choque de las ondas del pito. La resonancia de las paredes del vaso que contienen agua es notable tambien en su inmediacion cuando son de madera.

V. *Las ondas sonoras que se propagan en el agua sufren tambien una reflexion parcial de parte de las paredes del cuerpo sólido.*

Esta proposicion que nos servirá en la acústica del laberinto necesita que se desarrolle ya en este punto. El aparato descrito anteriormente es aquel por medio del cual llega uno mejor á convencerse de la reflexion parcial de las sondas sonoras en el agua. Se sumerge en el agua de un gran vaso el pito cerrado por una membrana; dicho vaso contiene un cilindro de cristal, de seis pulgadas de largo, cerrado en uno de sus extremos é igualmente lleno de agua, que una persona abraza con sus manos y tiene de modo que no toque á sus paredes; se introduce la estremidad del pito en el orificio del cilindro, y se sopla débilmente dentro para sacar el sonido fundamental. Manteniendo entonces el conductor dirigido tambien hácia el orificio del cilindro, sin que toque ni á este último ni al pito, se oye con su auxilio el sonido de las ondas de agua con tanta fuerza como si se hallase opuesto al orificio del pito. Esta fuerza del sonido es una consecuencia no solo de la resonancia

del cilindro, sino tambien de la reflexion que sus paredes determinan; porque permanece la misma cuando se ha hecho la resonancia del cilindro lo mas débil posible cubriéndole interiormente con una capa de sebo y ensordeciendo sus paredes exteriores abrazándolas con las dos manos. Por el contrario, el sonido en el agua es mucho mas débil en el líquido que rodea al cilindro exteriormente.

VI. *Las membranas delgadas, conducen el sonido en el agua sin debilitarle, esten ó no tirantes.*

Si se coloca en el agua un tabique membranoso entre el extremo del pito cerrado por una membrana y el conductor mantenido en la direccion de este último, no se nota la menor diferencia entre la fuerza del sonido, al paso que es débil en las direcciones laterales. Primeramente emplea por tabique una membrana tirante y un trozo de vejiga de cerdo estendidas sobre un ancho anillo; pero las membranas no tirantes y simplemente suspendidas en el agua dan el mismo resultado. Apliqué una sobre otra muchas capas de vejiga de cerdo desecada y despues reblandecida, comprimiéndolas despues para esprimir el aire comprimido entre ellas y suspendí el todo en el agua. Aun cuando el tabique se componia de cuatro á ocho laminillas superpuestas, noté todavía un poco de refuerzo en la direccion del pito. Un número mayor de membranas le hacia nulo. Un pedazo de piel humana y la pared del útero de una mujer embarazada, que tenia tres líneas de diámetro impedian todo refuerzo cuando se empleaban como tabique, y el sonido no era percibido detrás de estos cuerpos con mas intensidad que en cualquier otro punto del agua situado fuera de la direccion principal de las ondas.

VII. *Las proposiciones III, IV y VI, esplican el fenómeno de la trasmision del sonido en la mayor parte de los animales que viven en el agua y no respiran aire.*

Quando despues de habernos tapado bien los oidos, escuchamos las ondas sonoras del agua por medio de un conductor de madera, nos colocamos precisamente en la situacion del pez, y oimos los sonidos del mismo modo que él. La inmersion de la cabeza en el agua es una cosa inútil y por otra parte no permite hacer con calma la observacion. El conductor sólido agranda las partes sólidas de nuestra cabeza, y como en el pez, las espone inmediatamente á las ondas sonoras del agua. El laberinto simple

ó compuesto de los animales que viven en el agua unas veces está rodeado por todas partes por los cartilagos y los huesos del cráneo como en los cefalopodos, los ciclostomos y los peces óseos, y otras comunica con la superficie del cuerpo del animal y la comunicacion se verifica por medio de una membrana tensa que está delante de la capucha auditiva de los crustáceos, ó la piel delgada que cubre la ventana de los plagiostomos en la superficie de la cabeza. Por lo demás los huesos de la cabeza son tambien susceptibles de resonancia en el agua, es decir que las vibraciones que les son comunicadas experimentan una reflexion parcial de parte de sus superficies, y forman ondas retrógradas que aprovechan al laberinto. Esta consecuencia emana de los hechos mencionados en el párrafo cuarto. En las lijas y en las rayas de esqueleto cartilaginoso y blanco, esta resonancia interior de las partes sólidas de la cabeza es quizá menor que en los peces óseos, y acaso sea esto tambien lo que ha hecho necesaria en estos animales la comunicacion del laberinto con la superficie del cuerpo por medio de una membrana tirante sobre una ventana. En los ciclostomos, la capucha auditiva forma parte de las piezas sólidas del esqueleto, y está cubierta además por músculos que deben disminuir el poder conductor del sonido.

VIII. *Las masas de aire resuenan en el agua por ondas sonoras cuando el aire está encerrado en membranas ó cuerpos sólidos, y producen por este medio un refuerzo considerable del sonido.*

Una persona se encargaba de escitar en el agua por medio del pito cerrado por una membrana, ondas sonoras de direccion determinada, mientras que sumergiendo yo el conductor en el líquido, le dirigia hácia mi oído tapado. Suspendia entonces en el agua con mis dedos entre la estremidad libre del pito y el conductor la vejiga natatoria de un gobio de modo que no tocase ni á uno ni á otro. En este caso el sonido perceptible con el conductor se hace mucho mas fuerte cuando las ondas sonoras no llegan á este último, mantenido por otra parte á la misma distancia, que por el solo intermedio del agua; lo cual prueba dos cosas: 1.^o que por medio de membranas interpuestas el sonido pasa muy fácilmente del agua al aire y del aire al agua sin debilitarse, y 2.^o que cuando el aire está encerrado al mismo tiempo en una membrana rodeada de agua por to-

das partes, el sonido es reforzado considerablemente por la resonancia de este aire limitado, puesto que las ondas sonoras son reflejadas en parte por los límites del aire, naciendo de aquí ondas sonoras mas fuertes.

IX. *Las membranas llenas de aire resuenan en el agua aun cuando las ondas sonoras son comunicadas á la vejiga por cuerdas sólidas.*

Si se fija á la vejiga natatoria de un gobio en la endadura de una varilla, manteniéndose aplicada esta á las paredes de un vaso, de modo que dicha vejiga esté libre en el agua, y en seguida se coloca un diapason resonante sobre el borde de un vaso, el conductor puesto en comunicacion con el oido tapado hará oír las ondas sonoras con mucha mas fuerza en la inmediacion de la vejiga que en cualquiera otro punto del líquido colocado á una misma distancia del sitio de donde parte el sonido, siendo este tan fuerte como si se aproximase el conductor á las paredes del vaso en el agua.

Con un aire condensado debe ser mas fuerte una resonancia, lo cual es una consecuencia inmediata de la ley conocida de la trasmision del sonido en el aire, á saber, que la intensidad aumenta con la densidad del aire y que el sonido de una campana se debilita hasta hacerle imperceptible en un espacio en que se verifica la rarefaccion del aire. Sin embargo, los experimentos directos con una vejiga natatoria no indican mas que una levisima diferencia cuando el aire está comprimido y el saco flácido. Para hacer el experimento até la vejiga al tubo de una buena jeringa por medio de la cual podia llenarla de aire muy condensado. La vejiga apenas se distiende por estar rodeada al exterior de una membrana fibrosa.

X. *De los hechos anteriores se deduce que la vejiga natatoria de los peces es al mismo tiempo un aparato de resonancia para las ondas sonoras que atraviesan el cuerpo del animal.*

Este espacio lleno de aire recibe las ondas sonoras del agua en parte por los órganos blandos del cuerpo de los peces, y en parte por los huesos, especialmente por la columna vertebral, delante de la cual está colocado, y se hace el punto de partida de ondas de resonancia que se transmiten á sus partes vecinas, particularmente á los huesos. No se puede, pues, negar en general que la ve-

jiga natatoria contribuye algo á fortificar la accion del sonido en el órgano auditivo, aun en los peces en cuyo cuerpo no hay conexion con este órgano. Mas en todas partes en que esta conexion se verifica, ya por una cadena de huesecillos estendidos hasta el laberinto, ya por la aplicacion inmediata de vejiga natatoria al laberinto membranoso, esta vejiga, como caja resonante, condensador y conductor de las ondas sonoras que encuentran al cuerpo en totalidad, se liga del modo mas inmediato al laberinto en cuanto á su modo de obrar. Esta funcion parece ser su objeto principal en los cobites cuya pequenísimá vejiga natatoria está alojada en una escavacion vesicular del cuerpo de la segunda vértebra y rodeada en gran parte de sustancia ósea, mientras que por delante está en relacion con el laberinto por la cadena de los huesecillos del oido.

Como la aptitud para conducir y resonar crece con la densidad del aire en la vejiga natatoria, este órgano debe ejercer una accion muy fuerte sobre el oido en las grandes profundidades del agua, y que está comprimida considerablemente por el incremento de la presion (1). En los reptiles que viven en el agua, tales como los proteidos, los anfibios, los menopomos, los tritones, y los bombinadores, la trasmision del sonido del agua á la linfa del laberinto independientemente de la que tiene lugar por los huesos no es favorecida por una ventana cerrada con una membrana, como en las lijas y las rayas, sino por una ventana provista de una tapaderita movable, la base del estribo, la cual está fija por una membrana al reborde de una ventana; la piel y los músculos pasan por encima, cubriendo igualmente los huesos de la cabeza. Por medio de un aparato análogo puede uno convencerse del gran papel que esta ventana desempeña cuando se trata de oir en el agua. Sin embargo, las principales ventajas que ofrece esta disposicion no estan calculadas para la audicion en el agua, sino mas bien para la que se verifica en el aire, como se verá mas adelante. La ventana no era absolutamente ne-

(1) MULLER, *Physiologie des Gesichtssinnes*, pág. 441.—
CONS. á CARUS, en *Bericht ueber die Versammlung der Naturf.
in Iena*. Weimar, 1837.

cesaria para oír en el agua; pues los reptiles que se acaban de nombrar son á la vez aéreos y acuáticos.

III. *Trasmisión del sonido hasta el laberinto en los animales que viven en el aire.*

La trasmisión del sonido con cierta intensidad desde la superficie del cuerpo hasta el agua del laberinto exige un aparato mucho mas complicado en un animal que vive en el aire que en los animales acuáticos; porque la propagación del sonido del aire á las partes sólidas que rodean el órgano auditivo y al agua del laberinto se verifica con mucha mas dificultad que la del sonido del agua á las partes duras; así que, se encuentran en la mayor parte de los animales aéreos dos ventanas cerradas, una por una membrana y otra por una cubierta sólida. Casi todos tienen también una caja timpánica, una membrana de Eustaquio y dos conductos que van al laberinto, en uno de los cuales se efectúa la trasmisión de la membrana timpánica al laberinto por cuerpos sólidos, que son los huesecillos del oído, y en el otro del tímpano secundario ó de la membrana tirante sobre la ventana redonda, á esta misma agua por el intermedio del aire. Las discusiones de que están llenas nuestras obras de fisiología relativamente á cuál de estas dos vías está encargada de la trasmisión, carecen de sentido á los ojos del físico. El aire conduce, las membranas conducen y los huesecillos conducen: cada uno hace por consiguiente lo que no puede menos de hacer. Dos trasmisiones simultáneas de especie diferente deben fortificar naturalmente la impresión; pero hasta ahora no se han hallado las leyes de esta comunicación; por lo cual va á someterse este asunto á un exámen no menos detenido que la audición en el agua.

Para aprender á conocer el valor acústico de cada porción de órgano es preciso estudiarle en su desarrollo gradual.

A. animales aéreos privados de caja timpánica.

Los animales aéreos privados de caja timpánica casi nunca se imitan á la sola trasmisión por los huesos de la cabeza; pues

la comunicacion del aire á partes sólidas es demasiado débil para que pudiese ser suficiente. La mayor parte de los animales aéreos, aun los que carecen de caja timpánica, tienen ventanas que comunican con el laberinto, y en los últimos estas ventanas estan cubiertas por piel y músculos. El *Rhinophis* y el *Thyphlopos* son los únicos en quienes no he hallado ni ventana ni huesecillos del oido.

I. *Las ondas sonoras que pasan del aire al agua experimentan una disminucion considerable de intensidad, pero pasan con la mayor fuerza por el intermedio de una membrana tirante.*

Este es el fenómeno fundamental de que partimos. La prueba sencillísima la suministra el experimento que establece que los sonidos de un pito cuyo extremo se introduce en el agua no se oyen sino muy débilmente por medio del conductor adaptado al oido tapado, aun cuando las ondas sonoras choquen perpendicularmente al agua, al paso que son muy fuertes cuando la estremidad del pito sumergida en el líquido es encerrada por una membrana; lo cual esplica de un modo claro y terminante el efecto de la ventana y de su membrana. Esta última hace que las ondas sonoras se transmitan con intensidad del aire al agua del laberinto, haya ó no una caja timpánica. Aun cuando la membrana delgada de la ventana redonda no está libre en la superficie sino cubierta de piel y de músculos, como en los ofidianos, estos tegumentos no constituyen un obstáculo esencial, puesto que cuando se cierra el pito con muchas capas superpuestas de vejiga de cerdo, sumergiendo la estremidad en el agua y haciéndole dar el mas grave de los sonidos, este se percibe en el agua por medio del conductor con mas fuerza que cuando estaba cerrado por un tapon adaptado á su abertura. Este modo particular que tienen de obrar las membranas no depende únicamente, como se deja conocer, de su delgadez, sino que tambien es debida á la movilidad y elasticidad de sus moléculas. El sonido se debilita igualmente en su trasmision del aire á un cuerpo sólido, ya sea este grueso ó delgado, porque el obstáculo no se presenta sino en el momento del primer paso. Por consiguiente, atendiendo á estas especies de defectos una membrana no puede mirarse por el simple aspecto de un cuerpo muy delgado. De su actitud especial á estenderse, depende el que reciba fácilmente las ondas aéreas co-

mo si fuese aire, y las comuniqué fácilmente al agua como si fuese agua.

Por lo demás, la imbibición de las membranas no es necesaria para estos fenómenos; por seca que esté la membrana colocada en el extremo del pito no por eso es menos fuerte la comunicación desde antes que haya podido empaparse en agua; lo cual es aplicable á la membrana de la ventana redonda en los animales provistos de caja timpánica.

II. *Las ondas sonoras se transmiten del aire al agua sin alteracion notable de su intensidad, aun cuando la membrana tirante intermedia se encuentre fija en la mayor parte de su superficie á un cuerpo sólido corto, que sea el único que esté en contacto con el agua.*

Este teorema explica la acción de la ventana oval y de la chapa móvil del estribo que la guarnece en los animales aéreos privados de caja y de membrana timpánica, como los bombinadores y los ofidianos. A la membrana que habia estendido medianamente en la estremidad del pito pegué un tapon de corcho de seis líneas de largo y bastante ancho para cubrir esta membrana hasta á una línea del borde. Si entonces se sumergia el extremo del pito en el agua y se sacaba el sonido mas grave, el conductor mantenido en el agua segun la dirección del instrumento transmitia este sonido á mi oido tapado con casi tanta fuerza como cuando el pito no estaba cerrado mas que con una simple membrana. Nótase una diferencia tan luego como el conductor no se encuentra ya en la dirección del pito y del tapon, porque entonces el sonido se hace mucho mas débil. Si, por el contrario, se cierra enteramente la estremidad del pito introduciendo en ella un tapon, y se la sumerge en el agua haciendo sonar despues al instrumento, no se percibe refuerzo en la dirección de este último; y en semejante caso el mismo tapon que daba lugar á una fuerte transmisión de sonido cuando estaba limitado é inmóvil por un reborde membranoso, se constituye en obstáculo á esta propagación.

Síguese de estas observaciones que las dos ventanas, la que está tapada por una membrana y la que cierra el estribo móvil, son muy buenos conductores para la transmisión de las ondas sonoras al agua del laberinto.

Entre los animales aéreos privados de caja timpánica,

los bombinarios, las salamandras terrestres, y los cecilios, no tienen mas que la ventana cerrada por una cubierta: los ofidiosos tienen dos.

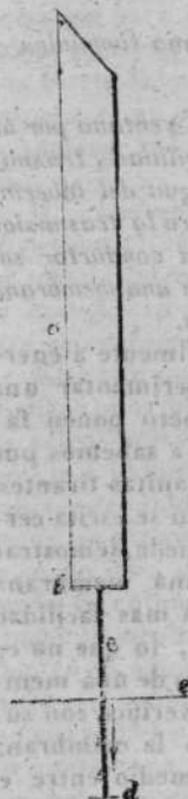
B. *Animales aéreos provistos de una membrana timpánica y de huesecillos.*

III. *Un cuerpecito sólido adaptado á una ventana por un reborde membranoso que le permite cierta movilidad, transmite las ondas sonoras del aire al agua (ó al agua del laberinto) mucho mejor que otras partes sólidas; pero la trasmision se hace mucho mas enérgica todavía cuando el conductor sólido que tapa la ventana está fijo en medio de una membrana tirante á la cual baña el aire por todas partes.*

Las vibraciones aéreas se transmiten difícilmente á cuerpos sólidos y casi nunca, lo verifican sin experimentar una disminucion considerable en su intensidad; pero ponen fácilmente en movimiento una membrana. Ya sabemos por los experimentos de Savart que las membranitas tirantes, aun la del tímpano, despiden la arena cuando se escita cerca de ellas un sonido fuerte. Igualmente se puede demostrar de un modo directo por experimentos que una membrana tirante conduce las ondas aéreas con mucha mas facilidad que otros cuerpos sólidos limitados y que, lo que no es menos esencial, la trasmision de las vibraciones de una membrana tirante á cuerpos sólidos limitados se verifica con suma facilidad. Todavía no se ha considerado la membrana timpánica por este aspecto como un intermedio entre el aire y los huesecillos del oido. He aquí los experimentos que he practicado.

Una hoja muy delgada de papel estirada sobre un cubilete despide fácilmente el polvo de licopodio á la aproximacion del diapason resonante y á consecuencia de la comunicacion de las vibraciones aéreas, mientras que un cuerpo sólido de algun grosor no da lugar á este fenómeno. Pero la membrana estirada transmite tambien con mas facilidad ó fuerza las vibraciones que el aire le comunica á cuerpos sólidos que no la tocan sino en un solo punto. Si se coloca una tablita sobre la piel de un tambor por uno de sus extremos y se abraza el otro con toda la mano, esta percibe muy distintamente las oscilaciones cuando el diapason resonante llega á ponerse en libertad sobre la piel; pero en medio de las mismas condiciones la lámina de madera

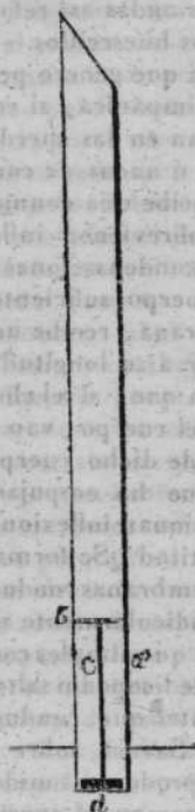
cuando está aislada de la membrana no conduce sino muy debilmente las vibraciones trasmitidas por el aire. En el esperiemento siguiente se evita la resonancia del aire que encierra la caja del tambor. Estendiendo un papel muy delgado sobre un anillo que se coge con una mano, se perciben las oscilaciones tan luego como se le acerca el diapason; pero separada la hoja de papel muy delgado sobre un anillo que se coge con una mano, se perciben las oscilaciones tan luego como se le acerca el diapason; pero separada la hoja de papel, la mano que tiene el anillo no siente ya las oscilaciones, aun cuando se acercase mucho el diapason á este último. Con el esperiemento siguiente se puede demostrar de un modo mas perentorio todavia la intensidad del sonido por medio de los huesecillos del oido por el intermedio de una membrana que recibe las vibraciones aéreas. En la estremidad de un silbato de un pie de largo (*a*) se estiende una membrana delgada (*b*) como por ejemplo una vejiga de cerdo, en cuya parte media se fija un pedacito de corcho que sostiene una varilla delgada de ma-



dera (*c*), cuya estremidad lleva tambien un disco de corcho (*d*), se sumerge el extremo de la varilla en el agua (*c*), despues se le hace dar el sonido mas grave ó uno de los sonidos medios. El conductor (un tubo de cristal) de media pulgada aplicado por un extremo al oido tapado, y sumergido por el otro en el agua hace percibir el sonido con una fuerza extraordinaria en una direccion perpendicular al disco de corcho, pero mucho mas débil en los otros puntos del líquido. Con este esperiemento se puede convencer uno tambien de que las ondas mas fuertes siguen una direccion perpendicular al disco de corcho (*d*). Si en igualdad de circunstancias se reemplaza la membrana con un tapon de corcho introducido en el extremo del pito, no se distingue en el agua ningun refuerzo del sonido segun la direccion de la varilla, ó se percibe uno muy débil.

El resultado es el mismo en todos los puntos cuando se imita la caja del tímpano en grande y se estudia el modo de transmitirse el sonido del aire al agua; *a* es el silbato y *a'* un tubo de madera que puede insertarse en el extremo inferior del instrumento. En la estremidad de este tubo que mira al pito está tirante una membrana *b*, á la cual se aplica la varilla *c*; la estremidad inferior de esta varilla está fija á un disco de corcho *d*, pegado á una membrana estendida en el extremo del tubo, pero dispuesta de modo que entre él y las paredes de este queda un reborde membranoso de una línea de ancho. El pito *a* representa el conducto auditivo esterno, por el cual las ondas aéreas son conducidas á la membrana del tímpano *b*; el espacio lleno de aire entre *c* y *a'* figura la caja del tambor, y *c d* es el estribo móvil en su ventana. Si se sumerge la estremidad del aparato en el agua y se suena el pito, se oye el sonido en la dirección del estribo con tanta fuerza como en el experimento anterior.

Fig. 7.



Los huesecillos del oído conducen tanto mejor las vibraciones que les son comunicadas cuanto que son partes sólidas limitadas por el aire y no forman cuerpo con los huesos del cráneo; porque todo cuerpo sólido limitado transmite las ondas sonoras con mas fuerza á su propia sustancia que á las partes vecinas, lo cual hace que la desaparicion se evite con tanta seguridad como se verifica cuando se trata de vibraciones aéreas en la columna de aire limitada de un tubo de comunicacion. Las vibraciones de la membrana timpánica llegan, pues, por la cadena de los huesecillos á la ventana oval y al agua del laberinto, habiéndose evitado toda dispersion de los huesecillos en el espacio lleno de aire de la caja timpánica por la dificultad con que se verifica la trasmision de los cuerpos sólidos á los fluidos aeriformes. Como la membrana del tímpano en su calidad de cuerpo tirante y limitado refleja

las ondas por sus límites, produciéndose de este modo en ella ondas de condensacion crecientes, es preciso tambien tomar en cuenta la idea de resonancia. Las ondas así reforzadas vibran á su vez sobre la cadena de los huescillos.

Preséntase ahora la cuestion de saber á qué género pertenecen las vibraciones de la membrana timpánica; si con ondas de inflexion, como las que se efectuan en las cuerdas que vibran al través y en las membranas, ú ondas de condensacion. Cuando una cuerda ó varilla recibe una conmocion en la direccion de su longitud, no sobrevienen inflexiones, sino solamente una progresion de condensaciones y rarefacciones sucesivas; pero cuando un cuerpo suficientemente delgado, una cuerda, ó una membrana, recibe una conmocion en una direccion perpendicular á su longitud ó á su plano, se producen ondas de inflexion que, si el choque no se verifica mas que en un punto del cuerpo, van y vienen del sitio de su origen á los límites de dicho cuerpo, como hacen las olas de agua, ó si el choque ha empujado delante de sí toda la latitud del cuerpo, ocasionan inflexiones trasversales que se efectuan en toda esta latitud. ¿Se forman tambien ondas semejantes de inflexion en membranas conductoras del sonido cuando el choque cae perpendicularmente sobre ellas, ó bien no se producen entonces mas que simples condensaciones? Sin duda la arena y el polvo de licopodio saltan sobre chapas y membranas delgadas vibrantes que conduce el sonido, y aun, como lo ha demostrado Savart, sobre la piel de un tambor en cuya inmediacion se producen sonidos fuertes. Mas no se puede deducir de aquí que en el cuerpo sobre el que se mueven estas sustancias se verifica una vibracion de inflexion; porque una vibracion de condensacion pudiera lo mismo que el choque mover corpúsculos lijeros, y la onda de rarefaccion que pasa en el aire puede arrastrarlos tambien consigo. Las líneas nodales de las chapas conductoras de sonido no prueban tampoco vibraciones trasversales, porque un cuerpo que vibra por ondas de condensacion puede igualmente vibrar con nodos, como sucede al aire en los silbatos. Las cuerdas que conducen los sonidos de otra cuerda tirante cerca de ellas no vibran, al menos á la vista por ondas de inflexion; de lo cual tampoco se deduce que estas no existan, porque no se las ve cuando las escursiones no tienen una amplitud suficiente. Pero el tambor suministra una prueba mas cierta de la posibili-

dad de esta vibración en una membrana conductora de sonido. Cuando se pone una de las pieles de este instrumento en vibración con un golpe, la otra vibra muy distintamente al través con escursiones considerables, los vidrios de las ventanas están espuestos igualmente á doblarse y aun á romperse por la onda aérea cuando se dispara un cañón. No se trata, pues, sino de conocer la intensidad de la conmoción comunicada por las vibraciones sonoras para saber si un cuerpo membranoso tirante y conductor de sonido producirá vibraciones de inflexión. Por consiguiente, la posibilidad de estas vibraciones en la membrana del tímpano no puede ponerse en duda, aunque la poca estension de esta membrana haga que la amplitud de las escursiones de sus inflexiones sea siempre muy poco considerable aun bajo la influencia de los sonidos mas fuertes. Para hablar con mas precisión, la membrana del tímpano ejecuta vibraciones trasversales siempre que sus escursiones ó los movimientos progresivos comunicados á sus moléculas por una onda condensante de aire son mas considerables que su propio grosor; pero esto debe suceder cuando los choques del aire tengan cierta fuerza. Como los huesecillos del oído están articulados y dispuestos de modo que es posible una aproximación entre sus estremidades mas distantes las escursiones de la membrana del tímpano no pueden alterarse por la cadena de estos huesecillos.

Aun en los animales que no tienen mas que un solo huesecillo, como las aves y los reptiles escamosos, la estremidad de este, que se une á la membrana del tímpano es móvil. De aquí se sigue tambien que la articulacion de los huesecillos del oído no es una simple consecuencia de los músculos que en ella se fijan, lo que por otra parte demuestra la anatomía comparada, puesto que los huesecillos de la rana están tan bien articulados como los del hombre, aunque no tienen músculos.

Un estudio mas profundo de la propagación de las ondas sonoras en el libre espacio del aire hace ver sin embargo que solo las fuertes conmociones pueden determinar vibraciones de inflexión en la membrana timpánica. Si la escursión de las partes de un cuerpo sonoro, es decir si la conmoción es bastante considerable para comunicar á las partes del cuerpo resonante una velocidad tan grande como la de la propagación del sonido en el aire, el espacio que las

partículas aéreas-conductoras del sonido recorren en un tubo cuando la onda atraviesa el sitio que ocupan, tiene también la misma estension que la escursion del cuerpo que comunica el choque. Si la rapidez de la impulsión no es mas que la mitad de la velocidad del sonido en el aire, la escursion de las partículas vibrantes en el aire de un tubo no es tampoco mas que la mitad de la del cuerpo de donde parte la impulsión. Esta escursion permanece siempre la misma para todas las partículas del aire que atraviesan la onda, y así en general, las vibraciones de inflexion jamás son muy fáciles en la membrana timpánica, que cuando el sonido, acompañado de grandes escursiones del cuerpo que le conduce, se propaga con la misma fuerza por un tubo hasta esta membrana. Mas la propagacion del sonido en el libre espacio del aire implica una disminucion progresiva de las escursiones de las partículas vibrantes del aire. Si el grosor de las ondas permanece el mismo, es decir, si el espacio comprendido desde el principio de una onda hasta el de la mas inmediata no cambia á pesar del aumento de circunferencia de la onda que se distiende en forma de esfera, la escursion de las partículas al través de las cuales pasa esta onda disminuye en razon de los cuadrados de las distancias. Así por ejemplo, si la escursion de las partículas vibrantes es de una pulgada en la inmediacion del cuerpo que comunica el choque ó produce el sonido, será de un cuarto de pulgada á dos pies, de un noveno de pulgada á tres pies, de un diez y seisavo de pulgada á cuatro pies, y en fin de un céntimo de pulgada á diez pies, ó menor que el grosor de la membrana del tímpano. Es preciso además tomar en consideracion en esta membrana la diferencia que hay entre la velocidad de propagacion y la del aire, como tambien la resistencia de sus inserciones, de lo cual debe seguirse una progresion mucho menor aun cuando la partícula de aire que comunica el choque á esta membrana efectua una escursion que excede á su grosor.

La vibracion de inflexion comunicada á la membrana del tímpano por conmociones muy considerables abraza toda la estension de esta membrana cuando las ondas del aire la encuentran perpendicularmente; pero si la encuentran oblicua, de modo que toquen una parte antes que las otras, el movimiento nacerá primero en este punto, y se estende-

rá despues por la membrana, del mismo modo que la onda de inflexion excitada en la estremidad de una cuerda ó en un solo punto de la piel de un tambor. Estas ondas tendrán un movimiento de va y ven entre los bordes.

La disposicion oblicua de la membrana timpánica hace que este efecto se verifique aun cuando las ondas sonoras atraviesen el conducto auditivo esterno en línea recta, ó cuando los rayos sonoros son paralelos á su eje. En otras direcciones de las ondas es preciso atender á la reflexion por las paredes del conducto, de lo cual dependen el modo de formarse primitivamente las ondas en la membrana, y el punto en que se producen primeramente.

Las mismas leyes se aplican á la propagacion de las simples ondas condensantes al través de la membrana del tímpano. O las ondas del aire encuentran á esta membrana en toda su estension á la vez, ó hieren primeramente un solo punto y en seguida se estienden á los demás siguiendo una direccion determinada por la que tenian en un principio, y vuelven sobre sí mismas para formar ondas de condensacion crecientes. Todas las ondas conducidas á la membrana timpánica por partes sólidas, tales como el cartilago de la oreja, las paredes del conducto auditivo, y los huesos de la cabeza, son tambien naturalmente ondas condensantes. La membrana timpánica se hace igualmente cuerpo condensador para las ondas que le llegan de partes sólidas, cualesquiera que ellas sean.

Si la onda de aire es complexa de manera que durante su marcha manifieste aquí ó allá el maximum de su condensacion ó el vértice de su protuberancia lo mismo que una cuerda, que recibe un choque en uno de sus estremos, ejecuta este movimiento al mismo tiempo que produce una vibracion trasversal; la membrana del tímpano, que participará del mismo movimiento, producirá tambien la modificacion del sonido que de aquí depende, ó el timbre. La vibracion de inflexion de la membrana se pareceria perfectamente en esto á la de las cuerda de que acabamos de hablar, las ondas condensantes se harian una condensante recta que abanzara al través de la membrana con un maximum de condensacion y rarefaccion flotante á derecha é izquierda. Es fácil ver que estas especies de ondas complexas deben ser conducidas por los huesecillos del oido.

La necesidad de la presencia del aire en el lado inter-

no de la membrana del tímpano, ó la de una caja timpánica se deja conocer por sí misma. Sin esta condicion la membrana timpánica y los huesecillos del oído no podrían desempeñar el destino que se les acaba de asignar; sin ella las vibraciones de la membrana no serian libres, y los huesecillos del oído no estarian aislados como deben estarlo para efectuar una trasmision concentrada. Cuanto mas fácilmente trasmite la membrana sus vibraciones de inflexion al aire de la caja del tímpano, tanto menos susceptibles les hace la sustancia sólida de los huesecillos de abandonar sus ondas al aire de la cavidad y de dispersarlas en ella. Pero no es menos necesario el que haya una comunicacion entre este aire de la caja del tímpano y el exterior por medio de la trompa de Eustaquio á fin de restablecer el equilibrio de presion y de temperatura entre el aire exterior y el interior.

La propagacion de las vibraciones al través de los huesecillos del oído hasta el laberinto no puede naturalmente tener lugar sino por ondas condensantes, aun cuando la membrana del tímpano produce ondas de inflexion. En esta trasmision no todo el estribo se aproxima y aparta alternativamente del laberinto, pues para esto seria preciso que el agua de esta cavidad fuese muy compresible. Las escursiones de las partículas vibrantes al través de las cuales pasa la onda, no son sino fracciones muy pequeñas de la longitud del estribo.

El mango del martillo recibe las ondas de la membrana timpánica y del aire en una direccion casi perpendicular. Las ondas conservan tambien esta direccion en toda la cadena de los huesecillos, sea cualquiera la situacion relativa de esta cadena y de sus piezas constituyentes. Del mango del martillo se propaga la onda primeramente á la cabeza que forma ángulo con él, y despues pasa al yunque cuya larga apófisis es casi paralela al mango del martillo, llegando de esta apófisis al estribo cuya direccion es perpendicular á la suya. Todas las inflexiones en esta situacion de los huesecillos del oído no cambian la direccion del choque, el cual conserva la misma que tenia al pasar del conducto auditivo á la membrana del tímpano y el mango del martillo, de suerte que el estribo, que es perpendicular á la membrana del tambor, experimenta conmociones longitudinales que trasmite la ventana oval.

C. Tension de la membrana del tambor.

IV. *Una membrana pequeña conduce peor el sonido cuando está muy tirante que cuando lo está poco.*

La cuestion de saber si la membrana del tambor conduce mejor el sonido en su estado de relajacion que en el de tension puede estenderse á todas las membranas en general. Desde luego debemos establecer una distincion entre consonancia, resonancia é intensidad de la trasmision del sonido. Por lo concerniente á la consonancia, un cuerpo elástico por tension es susceptible de ella cuando está tirante, y no tiene ya esta aptitud cuando está relajada. Una cuerda tirante puede en ciertas circunstancias poner el sonido que le es propio bajo la influencia de una cuerda vibrante, y en general es susceptible de resonancia. La piel tirante de un tambor fortifica el sonido de un diapason puesto en su superficie mucho mas que una membrana floja; mas para que un cuerpo dé su propio sonido fundamental por consonancia debe estar constituido de modo que el sonido fundamental que da sea unísono con el sonido primitivo, ó por lo menos esté en una relacion simple con este último, de lo contrario no hace mas que resonar sin hacer oír el sonido que propiamente le pertenece.

La fuerza de la resonancia depende tambien en igualdad de circunstancias de la disposicion de un cuerpo y de su relacion con el sonido primitivo. Si se pone un diapason en la abertura de tubos de carton de longitudes diversas, la resonancia de la columna de aire es tanto menos considerable cuanto menos difiere el sonido fundamental de esta columna del diapason, de manera que á cierta longitud del tubo es cuando la resonancia tiene mas intensidad. Si la longitud de la columna de aire es tal que el sonido fundamental de esta sea igual al primitivo, hay consonancia y tambien es fuerte la resonancia, segun Wheatstone, cuando la longitud de la columna de aire es multiple de la de la columna de aire que da el mismo sonido fundamental que el diapason; porque entonces se pueden producir nodos de vibracion en el cuerpo conductor del sonido. Vertiendo agua en un vaso de cristal se le puede disponer de tal modo que dé fuerte ó débil el sonido del diapason. Aplicado esto á las cuerdas y á las membranas, es bien cierto que una

cuerda ó una membrana desprovista absolutamente de tension es incapaz de resonancia, ó que es menos susceptible de ella que una cuerda ó una membrana tirante; pero la tension no podrá crecer en razon directa de la resonancia, y se encontrará en el mas alto grado, permaneciendo lo mismo la masa del cuerpo tirante, cuando el sonido fundamental de este cuerpo sea el unísono del primitivo.

No será muy fácil la aplicacion á membranas tan pequeñas como la del tambor; pero lo que aquí mas importa saber es si la intensidad de la trasmision del aire á la membrana crece ó disminuye con la tension de esta última.

Savart es el primero, y hasta ahora el único, que se ha ocupado de resolver este problema por la via experimental. Ha observado que á la aproximacion de un cuerpo que produce un ruido fuerte, una membrana seca hace saltar mas la arena esparcida en su superficie cuando está floja que cuando está tirante, y ha deducido de aquí que se embota el oido cuando se aumenta la tension de la membrana del tambor. Ha notado el mismo efecto cuando estiraba mas por medio de una palanca que pesaba sobre ella, y yo he producido este fenómeno estirando papel sobre un cubilete. Sin embargo, la fuerza del movimiento comunicado á la arena no prueba con certidumbre que la intensidad de las conmociones sea mas considerable. Muncke hace observar que el salto de la arena, sin provenir de la intensidad de los temblores, puede depender de su amplitud mayor, y que la palanca empleada para producir la tension forma en la membrana un nodo que disminuye la latitud de las partes vibrantes. La exactitud de la conclusion sacada por Savart ha sido tambien puesta en duda por Fehner. En semejante estado de cosas me ha parecido muy interesante hacer experimentos directos acerca de la facultad conductora de las membranas pequeñas tirantes y no tirantes, sirviéndome de mi propio oido para medir la intensidad de la trasmision del sonido.

Un tubo de madera *a* de ocho líneas de diámetro y de cuatro pulgadas de longitud, se prolonga en uno de sus extremos formando un cuello mas estrecho *c* con una disposicion tal que se le puede introducir profunda

Fig. 8.



y sólidamente en el conducto auditivo esterno. Este extremo estrechado está abierto, y el otro *b* guardado de una membrana floja, á la cual está pegada una reglita delgada *c* de dos líneas de ancho, que se estiende hasta mas allá de su parte media, y cuyo extremo mas largo está libre al exterior. En el punto en que la regla se apoya sobre el borde del tubo cubierto de la membrana está fija por una ligadura, lo cual produce una articulación. Si se quita la estremidad *c*, la otra que se apoya en la membrana se hunde, deprime dicha membrana y la distiende. De este modo el aparato representa en general las disposiciones naturales de la membrana del tambor, y puede considerarse la regla como figurando el martillo. Fijando el extremo estrechado de este aparato en un oído y tapando bien el otro con una bolita de papel mascado, es fácil comparar la intensidad del sonido según la mayor ó menor tensión. Una pequenísima abertura practicada en el tubo *d* permite contar tambien con la influencia de la trompa de Eustaquio, y poner el aire del interior del tubo en comunicación con el exterior. Sin embargo el resultado es el mismo en el fondo, y vale mas pasarse sin la abertura *d*, porque pudiera suceder que diese paso á ondas sonoras que penetrasen en el interior del tubo y llegaran al oído sin atravesar la membrana.

He observado el mismo resultado en todos los casos. La trasmision del sonido era mucho mas intensa cuando la membrana estaba floja que cuando la estiraba levantando la regla. Puede emplearse un reloj de bolsillo para cuerpo generador de sonido; sin embargo todo ruido, cualquiera que sea, hiere el oído con mas fuerza cuando la membrana es floja, y la disminucion de su vivacidad crece en razon directa de la tension de esta última.

Tambien se puede distender mas su propia membrana del tímpano y experimentar así la misma influencia.

Hay dos modos de distender la membrana timpánica en el cadáver, prescindiendo de la traccion del martillo: uno consiste en euraracer el aire en la caja del tambor aspirándole por la trompa de Eustaquio, y el otro en condensar este mismo aire soplando en la trompa. En el primer caso es empujada la membrana de fuera adentro, y en el segundo lo es de dentro afuera, sin que en este último caso ceda el mango del martillo, de suerte que la parte media

de la membrana conserva su situación aun cuando hay separación hácia fuera.

Nada hay mas fácil que practicar estos dos modos de tensión en el vivo ó en sí mismo. Para esto hay que tapar la nariz y cerrar la boca y en seguida hacer una inspiración fuerte y sostenida, ó bien distender el pecho de un modo igualmente fuerte y sostenido por el movimiento de inspiración. En el primer caso el aire condensado penetra con ruido en la caja del tambor, y en el mismo instante se oye mal. La misma dureza de oído sobreviene cuando la membrana se distiende de fuera adentro por efecto de la inspiración. Wollaston es el primero que ha observado este fenómeno. Como en el segundo caso, la dureza del oído persiste aun despues que se ha abierto la boca, porque el colapsus de las paredes de las trompas de Eustaquio determinado por la inspiración precedente no permite que se restablezca el equilibrio. Tambien se puede notar que aun su propia voz se oyé peor cuando la membrana timpánica experimenta una tensión mas considerable. Cuando he puesto mas tirante la membrana por la condensación del aire de la caja del tambor, sucede ordinariamente que abriendo la boca ó destapando la nariz, se restablece pronto el equilibrio entre el aire de la caja y el de fuera, de suerte que en general se recupera inmediatamente el oído; pero tambien suele suceder que el restablecimiento se verifica de un modo gradual. Cuando, por el contrario, he dado mas tensión á la membrana enrareciendo el aire de la caja timpánica, la torpeza de oído dura casi siempre mucho, y entre tanto siento de un modo muy distinto que mi tímpano está tirante. En ambos casos, si la dureza de oído y la sensación de tensión de la membrana no se disipan por sí mismas al abrir la boca, puedo hacerlas desaparecer por un movimiento particular del oído, que demostraré mas tarde ser un movimiento voluntario del músculo tensor del tímpano. Es probable que la separación de las partes blandas de las trompas de Eustaquio dependa de una lijera compresión que la tracción de la membrana por su músculo tensor ejerza sobre el aire de la caja timpánica. El que no pueda ejecutar este movimiento del músculo tensor del tímpano puede librarse fácilmente de la dureza de oído producida por uno de los dos métodos recurriendo al medio inverso: si ha sido producida ó determinada por la impulsión de la

membrana hácia fuera, basta hacer una fuerte inspiracion tapándose la nariz y la boca; en el caso contrario hay que valerse de una fuerte inspiracion.

Si el aire exterior está muy condensado, sin que el de la caja timpánica pueda ponerse inmediatamente en equilibrio con la atmósfera á causa de la aplicacion exacta de las paredes de la trompa de Eustaquio una á otra, la membrana del tambor es empujada naturalmente hácia dentro y experimenta una tension mayor, sobreviniendo entonces la dureza de oido. Así es como á mi ver se debe explicar la enigmática observacion hecha por Colladon en la campana del buzo, en la cual no oia sino débilmente la voz de sus compañeros y la suya propia. No es posible darse razon del buzo admitiendo, como lo hacen algunos, que la transmision del sonido no se efectua tan bien cuando el aire exterior está condensado, porque es constante que el aire condensado conduce mejor el sonido.

La dureza de oido que proviene de una tension mayor de la membrana del tambor no es general para los sonidos agudos y para los graves al mismo tiempo. Wollaston ha observado que cuando aumentaba la tension de su tímpano enrareciendo el aire de la caja, no se ponía sordo sino para los sonidos graves. Si tocaba con la punta del dedo sobre una tabla, producía un sonido grave; mas si se empleaba la uña oía un sonido mas agudo y mas penetrante: despues de haber enrarecido el aire en la caja de su tímpano, no oía sino este último sonido, y no percibía el otro; no percibía el sonido sordo y grave de un coche, y oía perfectamente el de las cadenas y de las otras piezas de hierro del tiro. Estos experimentos son exactos, y creo que con un poco de ejercicio cada uno podrá convencerse de esto por sí mismo. Por lo demás, es de notar que la tension de la membrana del tambor por condensacion del aire produce el mismo resultado. El ruido sordo de un coche que pasa por un puente, el de un cañon disparado cerca de mi habitacion, y en fin, el de los tambores distantes desaparecen al momento que de uno ú otro modo se pone tirante mi tímpano, al paso que percibo muy bien las pisadas de los caballos y el crujido del papel. El efecto es sumamente notable con respecto al tic-tac de un reloj colocado á ocho pies de mí, pues le distingo tan bien y quizá mejor que en el estado ordinario cuando mi tímpano está

tirante, mientras que esta tension estingue instantáneamente para mí todos los ruidos sordos de la calle.

La esplicacion de estos fenómenos no presenta ninguna dificultad en vista de lo que precede; cuanto mas tirante está el tímpano, mas se elevan el sonido fundamental de esta membrana y todos los que pudiera dar con nodos de vibracion; pero tambien disminuye mas su poder de consonancias relativamente á los sonidos graves. Cuanto mas análogo es el sonido al propio del tímpano muy tirante, mas fácilmente se le percibe cuando se aumenta la tension de esta membrana.

Preséntase aquí una aplicacion á la patologia. No es muy raro el que las personas que tienen el oido duro no hayan perdido sino la facultad de oir los sonidos graves, conservando la de percibir los agudos con mas facilidad. Uno de mis colegas en la universidad, que tiene el oido duro, oye los sonidos agudos mejor que los graves; en cuyo caso puede creerse que la membrana timpánica está demasiado tirante. Esta circunstancia puede tener valor para el diagnóstico tan oscuro de las enfermedades del oido. La demasiada tension del tímpano puede naturalmente ser producida de muchos modos diversos; primeramente por obturacion de la trompa de Eustaquio, en cuya consecuencia, dilatándose el aire bajo el influjo del calor del cuerpo, ó sufriendo una reabsorcion parcial, la membrana experimenta una fuerte tension hácia fuera ó hácia dentro; y en seguida por contraccion del músculo tensor: en mi colega la trompa está libre, puesto que conserva la facultad de hacer pasar aire á la caja timpánica. Concíbese que la perforacion de la membrana del tímpano sería útil en el primer caso, mientras que de nada serviría en el segundo. Así es quizá como deben esplicarse los resultados tan diversos que ha producido esta operacion (1).

(1) Un ruido muy fuerte como el del cañon, cuando es producido en la inmediacion del oido, puede ocasionar tambien por otra parte un sonido propio de la membrana del tímpano por efecto de una depresion de esta última. Esto es por lo menos lo que yo creo haber observado en mí. El ruido del cañon me hace experimentar al mismo tiempo una sacudida análoga á la que se

La parte que toma el músculo tensor del tímpano en las modificaciones del oído se echa de ver en el día por los principios que he sentado.

Si se puede admitir como cosa muy probable que en un sonido fuerte este músculo entra en acción por efecto de un movimiento reflejo, como lo hace en el iris y el músculo orbicular de los párpados en una impresión de luz muy viva, en atención á que la irritación es transmitida de los nervios sensoriales al cerebro, y de este á los nervios motores, es evidente que cuando un ruido muy intenso hiere al oído, el músculo tensor del tímpano puede causar la sordera por su movimiento reflejo, puesto que su sonido intenso provoca ya por un efecto de reflexión la guiñadura de los párpados y aun la contracción convulsiva, y el estremecimiento de un gran número de músculos en las personas que tienen el sistema nervioso muy impresionable. De consiguiente nada tiene de probable la hipótesis (1). Cuando por una causa cualquiera el músculo tensor del tímpano da mas tensión á esta membrana, la aptitud á oír los sonidos graves debe disminuir mas la facultad de percibir los agudos.

Pregúntase aquí si este músculo está sujeto al imperio de la voluntad: mis observaciones me han dado á conocer que el músculo interno del martillo y el del estribo se conducen al microscopio como todos los de la parte animal del cuerpo, es decir, que los manojos primitivos ofrecen estrías transversales regulares. En cuanto á lo que se llama músculos esterno y anterior del martillo, á los cuales se atribuye la relajación del tímpano, no son tales músculos, sino simples ligamentos; pues en el esterno no he podido reconocer ninguno de los caracteres propios de los músculos, y que son tan marcados en el interno. Pero los dos músculos verdaderos de los huesecillos del oído pertenecen sin ningún género de duda al sistema animal. A la verdad, percibe cuando cerrando la boca y tapándose las narices se dis-
tiende repentinamente la membrana timpánica de fuera adentro por inspiración.

(1) V. Hubert-Valleroux, *Mémoire sur le catarrhe de l'oreille et sur la surdité qui en est la suite*, Paris, 1845.

los músculos del sistema vascular, el corazón y los corazones linfáticos tienen también arrugas trasversales, y este carácter no es exclusivo de los músculos que provienen de la hoja exterior de la membrana prolijeira, puesto que se le encuentra igualmente en los que dimanán de la hoja media ó de la caja vascular de esta membrana; pero los músculos orgánicos dimanán de la hoja media ó de la capa vascular de esta membrana; y los músculos orgánicos de las vísceras están privados constantemente de estrías trasversales en los manojos primitivos de sus fibras. Como además los musculitos del oído están sujetos á la voluntad (yo los contraigo de un modo manifiesto, sobre todo el del antitrago) no hay motivo para escluir los de la caja del tímpano de la misma categoría. Finalmente, se puede alegar en favor de esta analogía el origen de la cuerda del tambor, que nace del nervio terigoideo interno, y el del nervio del estribo que proviene del facial.

Fabricio de Aquapendente enseñaba ya que el músculo interno del martillo obedece á las órdenes de la voluntad, y decía que podía obrar á su gusto sobre este músculo porque tenía la facultad de escitar á su arbitrio ruido en el oído. No le era posible determinar el movimiento en los dos oídos á la vez. Mayer conocía á un hombre que era tan dueño del movimiento de los huesecillos de su oído, que se oían crepitar distintamente estos huesos cuando se aplicaba el oído al suyo (1). Yo tengo esta facultad en los dos oídos, especialmente en el izquierdo, y aun puedo limitar la influencia de mi voluntad á no obrar sino en este último. El ruido consiste en un estallido semejante al de la chispa eléctrica, ó al sonido que se oye cuando se apoya la punta del dedo untada con una sustancia viscosa en papel, y se le retira de repente. Si alguno se tapa el oído y le pone en comunicacion con el mío por medio de una varilla, oye este estallido, el cual se distingue todavía mejor aplicando el oído al mío, y aun á cierta distancia, hasta uno ó dos pies. Una persona le discernía sin conductor ni tapon en los oídos á una distancia de tres pies cuando mi oído estaba colocado en la dirección del suyo; á cada movimiento

(1) LINCKE, *Handbuch der Ohrenheilkunde*, t. I, p. 472.

que producía en mi tímpano, ella indicaba el resultado. Réstame probar ahora que este ruido es ocasionado realmente por la contracción del músculo interno del martillo y por la acción de este músculo sobre la membrana del tambor, de la cual tira hácia dentro produciendo de este modo un efecto semejante al que resultaría de un choque recibido de fuera. Lo que ya le anuncia es que, cuando empuja el aire por la trompa de Eustaquio despues de haber cerrado la boca y tapado las narices, además del ruido debido al esfuerzo de este aire contra la membrana del tambor, percibo también á veces el estallido que me es bien conocido, y le oigo en el momento en que dejo de ejercer la presión, es decir, cuando la membrana vuelve á su situación primitiva. Cualquiera otra persona puede oír igualmente este sonido. El exámen de la cavidad bucal, mientras yo producía el estallido voluntario en el oído, me pareció que debía ofrecer un interés particular. Mirando la boca y su cámara posterior á beneficio de un espejo, veo que hago mover al mismo tiempo los músculos superiores del paladar, puesto que nunca deja de elevarse este velo. Esto conduciría á creer que el ruido depende de que la elevación del velo del paladar determina una corriente de aire hácia los orificios de las trompas de Eustaquio; pero esta conjetura es falsa, porque puedo levantar todo lo posible dicho velo sin que se perciba el ruido. Por ejemplo, cuando canto con la boca sumamente abierta delante de un espejo, veo elevarse todo lo posible el velo del paladar en los sonidos agudos, aun en los sonidos lijeros de falsete, y sin embargo no percibo el ruido; pero tengo la facultad de producirle á mi arbitrio durante esta elevación; lo cual refuta al mismo tiempo la objeción que me había hecho al principio, á saber, que en razón del origen de los músculos superiores del paladar, su contracción produce en la porción cartilaginosa de las trompas de Eustaquio por la presión que ejerce sobre estos conductos un sonido que se trasmite al órgano auditivo: esta idea se hallaba ya combatida por otra parte por el hecho de que no soy yo el único que oye el movimiento, puesto que otros pueden distinguir también á muchos pasos de distancia el estallido que determina. Este movimiento parece, pues, ser una contracción voluntaria del músculo interno del martillo.

Independientemente del estallido produzco á mi arbi-

trio un segundo sonido en el órgano auditivo en ambos lados, reducido á un zumbido, que puede durar un segundo ó mas. Tambien se verifica con elevacion del velo del paladar, y parece depender realmente de la contraccion de los músculos palatinos. Manifiéstase á veces cuando bostezo ó eructo, aun cuando estos fenómenos resultan de un acto voluntario. Entre los movimientos que producen el estallido como movimiento de asociacion, citaré en mí la deglucion; pero no acompaña siempre y necesariamente á esta última. Por lo demás, cuando produzco un estallido, oigo bien todo lo demás, al paso que el zumbido que se debe distinguir de este sonido altera la audicion.

Una contraccion involuntaria del músculo interno del martillo debe producir un ruido en el oido: mas de una persona los habrán oido sin duda semejantes.

El modo de obrar del músculo del estribo en la audicion es desconocido. Tira del huesecillo de modo que su base se hace oblicua en la ventana oval, porque se introduce un poco mas en esta última por el lado de la traccion, separándose otro tanto por el otro. El mismo efecto que se le pudiera atribuir, segun este modo de accion, sería á mí ver el distender la membrana que une la base del estribo con la ventana.

D. Ventanas oval y redonda.

La trasmision por dos ventanas no es una condicion indispensable para oír en los animales aéreos provistos de una caja timpánica; porque, así como lo prueban los experimentos referidos anteriormente, el sonido puede comunicarse con intensidad al agua, tanto por una membrana tirante (tímpano secundario), como por un cuerpo sólido movable que se encuentra unido á una membrana de esta clase. La anatomía comparada nos suministra efectivamente la prueba; porque las ranas, aunque provistas de un tímpano completo, no tienen ventana redonda, y en ellas la trasmision no se efectua sino por la cadena de los huesecillos. En este caso el aire de la caja timpánica apenas se reputa como conductor, puesto que no puede comunicar sus ondas con alguna intensidad á las partes sólidas del órgano auditivo: sirve principalmente para aislar los huesecillos y la membrana del tambor.

Cuando existen las dos ventanas en union con una cavidad timpánica, ocasionan dos transmisiones de las ondas sonoras al agua, una por cuerpos sólidos y otra por una membrana, probando mis experimentos que ambas tienen intensidad. Esta disposición debe fortificar naturalmente el oído; porque entonces el agua del laberinto recibe de dos puntos colocados uno al lado de otro ondas circulares que además producen por su cruzamiento condensaciones ó protuberancias mas considerables en los puntos de la sensación.

Pregúntase aquí cuál de las dos transiciones es la mas fuerte, la que va de la membrana del tambor á la ventana oval por la cadena de los huesecillos ó la que de la misma membrana va al agua del laberinto por el aire de la cavidad timpánica y la membrana de la ventana redonda.

Hasta ahora este problema no ha sido resuelto sino por hipótesis arbitrarias. Unos dicen que no hay transmision por los huesecillos del oído, fundándose en el ejemplo de los que han continuado oyendo despues de haber perdido estos huesecillos, como han observado A. Cooper (1), y antes que él Caldani y Cheselden. Otros niegan la transmision por la ventana redonda en virtud de resultar de hechos numerosos que la destruccion y la pérdida de los huesecillos del oído estinguen la facultad de oír (2). Conviene no admitir un modo esclusivo de transmision, puesto que cada parte dotada del poder conductor efectua lo que las leyes físicas le permiten; y por lo tanto solo se debe tratar aquí de una simple diferencia en mas ó en menos. Muncke, á quien se debe una revista crítica de las diversas opiniones y de sus fundamentos respectivos (3), admite una transmision mas energética por los huesecillos del oído.

He aquí cómo se explica este físico. Supongamos que una persona quisiese tener dos relojes cuyo tic-tac fuese igual á una misma distancia de su oído, pero el uno unido á este último por una varilla ósea, y el otro suspendido libremente en el aire. Sin duda oiría el uno perfectamente y no percibiría el otro. Basta recordar un experimento bien

(1) *Philos. Trans*, 1801.

(2) HALLER. *Elém. physiol*, t. V, p. 285.—CINCKE, *loc. cit.*, p. 465.

(3) EN KASNER, *Archiv. fuer die gesammte Naturlehre*, t. VII, p. 1.

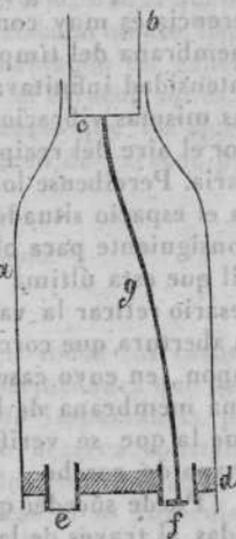
conocido, el de la fuerza con que se oyen los sonidos de una cuchara suspendida de un hilo que la pone en comunicacion con el oído, mientras que no se perciben los que son conducidos por el aire; pero este caso, que tendria á probar la mayor intensidad de la trasmision por la cadena de los huesecillos, no tiene una semejanza perfecta con lo que sucede en la trasmision del sonido por la caja del tambor. Las ondas sonoras primitivas de los cuerpos sólidos pasan sin duda con toda la intensidad posible á la varilla sólida que toca al oído y en seguida á este, pero son conducidas débilmente cuando tienen el aire por conductor. Solo hay un sonido escitado primitivamente en el aire que se propaga con mucha mas intensidad de este aire al mismo fluido, que del aire á una varilla sólida. En nuestro problema se trata de saber si las ondas sonoras que han nacido en el aire ó que le han sido comunicadas, y que llegan por este fluido á la membrana del tambor, son conducidos mas fácilmente de esta membrana á los huesecillos ó al aire de la caja, y mas fácilmente de los huesecillos al agua del laberinto directamente ó del aire de la caja á esta misma agua por el intermedio del tímpano secundario.

La cuestion puede sentarse igualmente en estos términos: ¿cuál es el sistema que, siendo el aire el punto de partida, disminuye menos la escursion de las partes vibrantes, aquel en que la trasmision se verifica del aire á una membrana tirante, despues de esta membrana á un cuerpo sólido limitado y movable, en fin de este cuerpo al agua, ó si aquel en que se verifica del aire á una membrana tirante, despues de esta al aire, de este aire á otra membrana tirante y de esta última al agua? Los esperimentos que he practicado sobre este asunto establecen de un modo muy positivo el hecho siguiente:

V. *Las vibraciones que pasan del aire á una membrana tirante, de esta á partes sólidas, limitadas y movibles, y de estas al agua se comunican con mucha mas intensidad al liquido que las que pasan del aire á una membrana tirante, y despues al aire: en seguida á una membrana tirante, últimamente al agua, ó aplicando dicho teorema á la membrana del tambor, las mismas ondas aéreas obran con mucha mas intensidad sobre el agua del laberinto despues de haber atravesado la cadena huesosa, que despues de haber atravesado el aire de la cavidad timpánica y la membrana de la ventana redonda.*

Imité del modo siguiente el doble aparato conductor de la caja del tambor. Un cilindro de cristal *a*, de dos pulgadas y media de diámetro por seis de largo, se prolonga en uno de sus estremos formando un cuello, á cuyo orificio se ajusta perfectamente el tubo de madera *b*, que tiene ocho líneas de diámetro. El estremo exterior *b* se adapta exactamente á la estremidad de un silbato de laton de un pie de largo, y el interior está revestido de una membrana tirante (vejiga de cerdo) *c*, que representa la membrana del tambor, mientras que *b* figura el conducto auditivo esterno. El cilindro de cristal tiene su abertura mas ancha cercada por una chapa gruesa de corcho *d*; su capacidad interior representa la caja del tambor. A dos agujeros, cuya chapa de corcho está perforada, y que estan situados á igual distancia de la circunferencia del cilindro, se adaptan perfectamente unos tubitos cortos de madera de tres á cuatro líneas de diámetro. Estos dos tubos estan tapados por una membrana en su estremidad exterior, y representan dos ventanas. Solo la membrana de uno de ellos *f* está puesta en comunicacion por medio de una varilla *g* con la membrana superior que guarnece el principio del cilindro *c*. Esta varilla de madera, que figura la cadenilla huesosa no toca á la membrana superior, ó el representante de la membrana timpánica sino en su parte media; pero toca á la membrana inferior ó la del tubito *f* en la mayor parte de su estension. La varilla está comprendida entre las dos membranas á las cuales tiene ligeramente tirantes. Y así el tubito *c* es la ventana redonda ó el tímpano secundario, y el tubito *f* es la ventana oval. Si se pone la estremidad inferior del aparato en agua, colocando el silbato en el tubo *b* y haciéndole sonar, la trasmisión del sonido hasta el agua figura exactamente su doble trasmisión desde la membrana del tambor hasta el agua del laberinto. La membrana que representa á la del tambor *c* recibe ondas que se

Fig. 9.



propagan tanto por la varilla *g* á la ventana oval *f*, como por el aire del recipiente ó de la caja timpánica á la membrana de la ventana redonda *e*, y pasan al mismo tiempo al agua. Si se deja un vacío en el punto en que la chapa grande que presenta las ventanas se une con el cilindro de cristal, entre el borde de este último y el corcho, y se mantiene la estremidad del aparato en agua de modo que las ventanas toquen al líquido, quedando al aire libre el vacío de que acabamos de hablar, el aire interior comunica con el exterior durante la trasmision, y se imita la trompa de Eustaquio; pero el resultado es absolutamente el mismo que cuando no existe esta comunicacion.

Ahora el experimentador que se ha tapado los dos oídos, uno de los cuales comunica con el agua por medio de un conductor, puede mientras otra persona sopla en el silbato, juzgar por sus propias sensaciones de la intensidad de las ondas que llegan al líquido por las dos ventanas. La diferencia es muy considerable: las ondas trasmitidas de la membrana del tímpano al agua por la varilla tienen una intensidad infinitivamente superior á la de las ondas que las mismas vibraciones de la membrana timpánica envían por el aire del recipiente y la membrana timpánica secundaria. Percíbense los sonidos fuertes de la ventana oval hasta el espacio situado delante de la ventana redonda, y de consiguiente para observar por separado la parte bien débil que esta última ventana toma en la trasmision, es necesario retirar la varilla del aparato, ó cerrar enteramente la abertura que corresponde á esta ventana por medio de un tapon, en cuyo caso se nota que la trasmision al través de una membrana de la ventana redonda es poco mas fuerte que la que se verifica al través de las partes sólidas de la chapa de corcho.

Puede suceder que las ondas del mismo sonido trasmitidas al través de las dos ventanas difieran no solo con respecto á la intensidad, sino tambien hasta cierto punto con relacion á la calidad ó al timbre. Las ondas que llegan á la ventana redonda son ondas aéreas hasta la membrana de esta ventana, y las de los huesecillos del oído con ondas de cuerpos sólidos. Sábese por otra parte que un mismo sonido varía de timbre segun los cuerpos que resuenan. ¿Qué diferencia no se encuentra, por ejemplo, entre el sonido de un diapason, segun que se le deje resonar libremente en

una salvilla llena de aire, ó se la tenga cerca de sus paredes? ¿Qué diferencia no ofrece tambien el sonido de una campana que resuena en el agua, segun que se la perciba por medio de un conductor sumergido en este líquido, ó se le oiga tal como sale de dicho líquido para esparcirse en el aire? En el primer caso es resonante y no en el segundo. Es difícil hacer experimentos directos sobre estas diferencias en la intensidad de los sonidos, porque sería preciso que los de las dos ventanas del aparato descrito anteriormente fuesen igualmente fuertes, para que se pudiese comparar con seguridad su pureza; pero los que he intentado mas bien son favorables que desfavorables á la hipótesis que acabo de emitir.

Las ondas transmitidas por la ventana oval obran mas inmediatamente sobre el vestíbulo y los conductos semicirculares, y las transmitidas por la ventana redonda van á parar principalmente al caracol; empero las ondas que llegan al vestíbulo y que se estienden circularmente llegan tambien al caracol. Por otra parte, hablando en general, la relacion de la ventana redonda con el caracol no es un atributo constante de esta ventana, puesto que los quelonianos tienen una y otra, aunque carecen de caracol propriamente tal.

E. Trompa de Eustaquio.

La trompa de Eustaquio existe en todos los casos en que hay una caja timpánica, y las enfermedades que padece son una prueba de que es de grande importancia para la integridad del oido. Su obstruccion acarrea constantemente la dureza de oido y los zumbidos; mas no se puede deducir de las observaciones patológicas si es inmediatamente necesaria á la claridad ó intensidad de la trasmision, ó si su oclusion no contribuye de un modo mediato á la alteracion de la facultad de oír. Concíbese efectivamente que esta alteracion sería tan grande á consecuencia de la obliteracion de la trompa, si el conducto no tuviese otro destino que prevenir la escesiva tension de la membrana timpánica por la condensacion y rarefaccion del aire de la caja, ó si su uso no consistiese en procurar por su movimiento vibrátil la escrescion del moco producido en la cavidad tim-

pánica. La replecion de la caja por mucosidades debe destruir todas las ventajas de este aparato conductor.

Los usos que hipotéticamente se pueden atribuir á la trompa de Eustaquio, y con efecto le han sido asignados, son los siguientes que examinaremos uno tras otro.

1.^o Creen algunos, pero sin fundamento, que una masa de aire encerrada es impropia para transmitir las vibraciones. Saunders dice que cuando la trompa de Eustaquio está tapada, el aire de la caja del tambor no puede escaparse sino por condensacion, en cuyo caso destruye las vibraciones. Muncke hace observar con justo motivo que esta hipótesis está en contradiccion con las leyes de la fisica. Ninguna evacuacion es realmente necesaria para la propagacion de la conmocion.

2.^o Lo contrario de esta hipótesis se conciliaria mejor con las leyes de la fisica; porque si se hace abstraccion de la trasmision por la cadenilla huesosa, y se compara el aire comprendido en el conducto auditivo y caja del tambor á la columna de aire de lo que se llama un tubo de comunicacion, en el cual las ondas sonoras se concentran sin debilitarse, deberia haber aquí, como en dicho tubo una abertura lateral que determinase una estencion parcial de las ondas al exterior y que en el caso de una conmocion demasiado fuerte, moderase esta impresion, mientras que obra el aire sobre la ventana redonda.

3.^o Otros miran la desigualdad de la densidad del aire en la caja timpánica y fuera de esta cavidad como un obstáculo á la audicion. Tal es Muncke entre otros, de cuya opinion no puedo participar. La propagacion de las ondas por capas de aire de desigual densidad parece debilitar el sonido; pero tan luego como dos capas de aire semejantes son separadas por un cuerpo sólido como la membrana del tambor, ya existe la triple diferencia de los medios. La onda pasa del aire á la membrana, despues de esta al aire, y se trata de saber, no hasta qué punto el aire interior ó el exterior pueden diferir uno de otro, sino hasta qué punto el aire interior es apto para recibir la onda de la sustancia de la membrana timpánica, porque de esta membrana y no del aire exterior recibe la condensacion.

4.^o La trompa está destinada á impedir la resonancia del aire contenido en la caja del tambor. Esta hipótesis es la menos sostenible de todas, porque un espacio lle-

no de aire resuena, ya esté el receptáculo abierto en uno de sus extremos solamente ó en los dos. La simple resonancia sería mas bien una ventaja que un inconveniente. Lo único que pudiera perjudicar sería un espacio lleno de aire que resonase en su propio tono. Con respecto á la resonancia de los espacios llenos de aire, es de notar que el aire de un tubo abierto, considerado como columna vibrante, es comparable á una columna de altura doble contenida en un tubo cubierto.

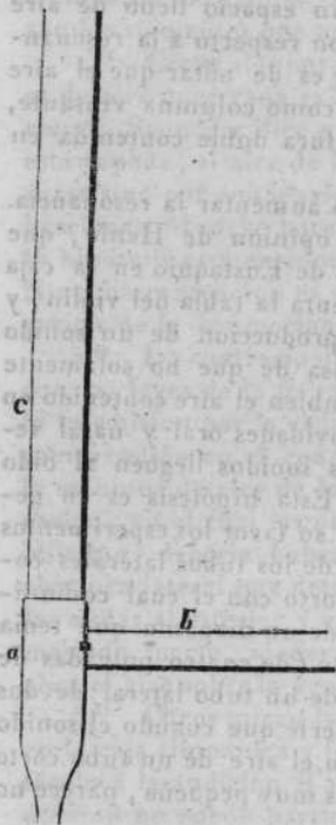
5.º La trompa tiene por uso aumentar la resonancia. Puede mirarse por este aspecto la opinion de Henle, que compara la abertura de la trompa de Eustaquio en la caja timpánica á los agujeros que presenta la tabla del violin, y que tan necesarios son para la produccion de un sonido bien lleno. Estos agujeros son causa de que no solamente resuene la tabla de violin, sino tambien el aire contenido en la caja. Asimismo el aire de las cavidades oral y nasal resuena por la audicion, aunque los sonidos lleguen al oido por el conducto auditivo esterno. Esta hipótesis es en general incontestable; pues tiene en su favor los esperimentos directos sobre el efecto resonante de los tubos laterales colocados sobre un tubo principal corto con el cual comunican por una abertura. El sonido de un diapason que tenia sobre la abertura de un tubo corto (de cuatro pulgadas de largo y una de ancho), provisto de un tubo lateral de dos pies de largo, me parecia mas fuerte que cuando el sonido del instrumento resonaba solo en el aire de un tubo corto con una abertura lateral; si esta es muy pequeña, parece no tener influencia alguna.

Tambien se puede intentar el reconocer directamente si con una abertura tan estrecha como la de la trompa de Eustaquio no se estingue en gran parte la influencia. He aquí cómo se puede imitar de un modo grosero el aparato de trasmision de la caja timpánica en la trompa de Eustaquio.

Un tubo de madera *a*, de ocho líneas de diámetro y tres pulgadas de largo, se cubre con una membrana en una de sus estremidades y va estrechándose en el lado opuesto de modo que se le puede introducir perfectamente en el conducto auditivo. Este tubo representa la caja del tambor. Ofrece una abertura muy pequeña en el lado y se puede adaptar en este punto el tubo lateral *b*. El tubo *c* ha-

ce veces de conductor auditivo externo, y el tubo *a* se

Fig. 10.



ajusta perfectamente en su interior. No se puede emplear un sonido desarrollado libremente en el aire, porque penetraría, tanto por el tubo *b* como por el tubo *c*, y después de separar el tubo lateral *b*, por la aberturita que presenta la caja timpánica. Es, pues, preciso excitar uno en el tubo *c*, de modo que se esponga poco fuera de dicho tubo. Lo que me ha parecido mas conveniente para percibir este objeto es que una persona aplique sus labios al orificio del tubo *b*, y que teniendo tapada la nariz, haga chocar unos contra otros los dientes de ambas mandíbulas; el sonido producido por los dientes puede comunicarse al aire del tubo, en cuyas paredes se dispersa poco á causa de las partes blandas de los labios, y el aire del tubo *c* le conduce á la membrana y al aire de la caja timpánica. Si ahora introduzco la estremi-

dad estrechada de esta última en mi oído, puedo comparar la intensidad del sonido cuando la abertura lateral de la caja esté cerrada, cuando esté abierta, y cuando el tubo lateral *b* esté ajustado á ella. Cuando se tapa con el dedo la abertura lateral que representa la embocadura de la trompa, el sonido de los dientes es mas sordo que cuando se deja abierta mucha abertura, pero su intensidad se altera poco ó nada: la diferencia es mucho menor, ya cuando se adapta el tubo lateral *b*, ya cuando queda entreabierta la abertura simple sin tubo que la cubra; con efecto, en los dos casos la pureza del sonido es la misma, y no se percibe, al menos de un modo cierto, diferencia alguna en

su intensidad. Y así, en el caso de una abertura estrecha entre la caja del tambor y el espacio aéreo resonante *b*, pierde enteramente ó casi enteramente su importancia con relacion á un sonido que no puede obrar directamente sobre ella.

6.^o La trompa está destinada á desembarazar á la trasmision por el aparato de la caja timpánica de un obstáculo que presenta una columna de aire encerrada enteramente, puesto que en este caso ó la facultad conductora de la membrana timpánica es muy débil, ó la resonancia de esta membrana y del aire contenido en la caja es muy poco considerable. Esta es la opinion mas admitida con respecto á los usos de la trompa de Eustaquio. Itard la compara al agujero de una caja militar sin el cual no daría mas que un sonido sordo; pero este ejemplo prueba poco, y no tiene la menor analogía con las circunstancias de que aquí se trata, porque si una caja militar suena mejor cuando tiene un agujero lateral, es porque entonces las vibraciones aéreas escitadas en el interior de la caja no solo atraviesan las paredes del instrumento y sus membranas, sino tambien el mejor conductor que pueden hallar, el mismo aire, para esparcirse en la atmósfera y llegar al oido. Además, yo no encuentro sino una diferencia muy pequeña en la pureza del sonido de una caja pequeña cuando el agujero está cerrado y cuando está entreabierto. Por otra parte no puede pensarse en un aumento de la intensidad del sonido por medio de las ondas que llegan á la caja del tambor por el aire de la boca y de la trompa de Eustaquio, porque un hombre bien constituido oye lo mismo cuando se cierra la boca y la nariz que cuando las tiene abiertas.

Relativamente á la proposicion puesta en tésis he practicado muchos esperimentos que no deponen en su favor. Cuando fijaba profundamente y de un modo sólido en uno de mis oidos un tubo corto cuyo extremo anterior estaba cerrado por una membrana, como la sola pieza *a* de la figura anterior y me tapaba bien el otro con papel mascado, un sonido escitado en la misma membrana se propagaba sin debilitarse al través del tubo, concíbese que no era posible servirse de un sonido producido en el aire libre, porque este, el de un silbato por ejemplo, puede por medio de la abertura lateral comunicarse con mas fuerza al aire interior del tubo por el aire que por la membrana. Cuando se produce un

sonido en esta última chocándola ó frotándola con el dedo, el sonido es constantemente sordo si se tiene cerrada la abertura lateral, y mas claro y en cierto modo mas puro, si se la deja entreabierta; mas yo no he podido percibir diferencia notable en su intensidad. Me ha parecido tambien que cuando la membrana estaba mojada, el sonido sordo tenia mas fuerza mientras el agujero estaba cerrado, que el sonido claro mientras estaba abierto. Obtiénese en general un resultado análogo con el aparato indicado en la figura anterior. Si una persona aplica sus labios al orificio del tubo *b*, y hace chocar sus dientes tapándose la nariz, se oye muy distintamente el sonido entre *c* y *a* al través del aire del tubo y de la membrana cuando introduce bien *a* en su propio oído. Si se separa el tubo *b*, el sonido es mas sordo tapando la abertura lateral y mas claro dejándola entreabierta; pero no hay diferencia apreciable en su intensidad.

En vista de esto, podemos convenir en que es posible evitar cierta oscuridad del sonido por la resonancia del aparato timpánico al través de la trompa, pero no es posible conceder el que se refuerce en el sentido que espresa la proposición.

Algunos otros experimentos sobre la audición con ó sin oclusión de las trompas de Eustaquio vienen en apoyo de esta consecuencia. Está probado que el medio mas seguro de descubrir la influencia de las trompas consiste en poderlas tapar de modo que no se condense el aire de la caja, y no se distienda la membrana del tambor; pero esto no es posible, y por otra parte el experimentador que se hiciese sondar la trompa, siempre tendria la duda de si estaba ó no perfectamente cerrada por el instrumento. Forzoso es por consiguiente renunciar á esta idea como poco útil para la fisiología. Las observaciones patológicas tampoco suministran ningun dato para la solución del problema. Cheselden ha observado una sordera repentina despues de una inyección de agua en la trompa; Saunders por el contrario ha visto que en las personas de oído duro esta operación producía una mejoría que duraba todo el tiempo que el líquido inyectado permanecía en el oído. Estos resultados diversos parecen depender de otra causa que de la permeabilidad ó de la oclusión de la trompa. Aquí hay que atender mas bien á la tensión de la membrana timpánica

producida por la inyeccion, ó si antes de la operacion la membrana estaba demasiado echada hácia dentro por la rarefaccion del aire, á la disminucion de su tension por la compresion que el líquido inyectado ejerce en el aire de la caja timpánica; pero hay otro medio de tapar y destapar estas trompas con tension á la verdad mas considerable de la membrana timpánica, y es, como ya he dicho en el párrafo anterior, enrarecer el aire de la caja por un fuerte movimiento inspiratorio teniendo cerradas la boca y la nariz. Aquí las paredes de la trompa se aplican una á otra, lo cual se reconoce en que la inversion hácia dentro de la membrana del tambor, de que se tiene percepcion distinta, persiste hasta que se hace cesar por el mecanismo indicado. Por otra parte, se puede dar mas latitud que de ordinario á la trompa haciendo un movimiento espiratorio, teniendo cerradas la boca y narices, en cuyo caso tambien se pone tirante la membrana timpánica. Las circunstancias son, pues, casi las mismas escepto la densidad del aire: en ambos casos se presenta la membrana timpánica, pero la trompa de Eustaquio está ensanchada en uno y cerrada en otro; luego, se oye igualmente mal en estos dos casos.

7.^o La trompa de Eustaquio está destinada á la audicion de la voz. Esta hipótesis parece ya suficientemente rebatida por observaciones antiguas, especialmente por un experimento que ha practicado Schelhammer. Este autor introdujo un diapason vibrante en la boca, y casi no le oyó; pero mantenido delante de esta cavidad medianamente abierta, el instrumento hizo percibir un sonido muy fuerte á causa de la resonancia del aire de la cavidad oral, siendo entonces el efecto el mismo que cuando se coloca un diapason vibrante sobre el cuello de una botella. Nadie duda sin embargo que el sonido es producido en gran parte por la trasmision del oido externo al tímpano. No es fácil oír un movimiento de un reloj puesto en la boca sin que le toquen la lengua ni los dientes. A la verdad el experimento de Schelhammer no es muy concluyente; porque el sonido del diapason, en el hecho mismo de venir de un cuerpo sólido, se trasmite difícilmente al aire, mientras que en el sonido de la voz los ligamentos de la glotis, cuando entran en vibracion, comunican simultáneamente oscilaciones simultáneas al aire, como sucede en todo instru-

mento de estrangul. Pero hay otro modo de convencerse de que la influencia de la trompa en la audicion de la voz es sumamente débil.

He dicho que los movimientos respiratorios nos hacen dueños de cerrar y abrir esta trompa á nuestro arbitrio. Estrayendo el aire de la caja del tambor ó enrareciéndola por medio de la inspiracion, teniendo cerradas la nariz y la boca, se cierra la trompa por algun tiempo, y condensando el aire de la caja por una inspiracion fuerte, estando cerradas las vias aéreas, se la hace mas ancha que de ordinario. Trátase, pues, únicamente de producir un sonido de voz en uno y otro caso, mientras que la boca y la nariz estan cerradas, lo cual no es imposible, al menos un zumbido de corta duracion. En ambos casos se le oye muy distintamente y con corta diferencia, siendo muy poco mas fuerte cuando la trompa está dilatada que cuando está cerrada. Por lo tanto no es seguramente la trompa de Eustaquio el medio por el cual oímos principalmente nuestra voz. Parten de la boca ondas sonoras circulares, cuyos segmentos posteriores encuentran la concha y son reflejados hácia el trago y de este al conducto auditivo: la concha de la oreja ofrece, pues, á mi ver la situacion que mas convenia para favorecer mas la reflexion de las ondas sonoras que parten de la boca; pero tambien oímos nuestra voz por la trasmision del sonido del aire á las paredes de la nariz y de la boca, despues á los huesos de la cabeza, y mas inmediatamente todavía por una simple cadena de partes sólidas estendida hasta* el laberinto, á saber, partiendo de los ligamentos de la glotis, por las partes blandas y sólidas del cuello y de la cabeza.

Lo que prueba cuán eficaz debe ser este modo de trasmision es que oímos el ruido aprisionado totalmente por las partes sólidas de nuestro cuerpo, como son los borborignos en los intestinos y otros semejantes. Fómase uno mejor idea todavía de la audicion de nuestra propia voz por propagacion al través de las partes sólidas tapándose los oídos, introduciendo un conductor en uno y aplicándole por el otro extremo á la laringe de una persona que habla, en cuyo caso oye la voz de esta persona en medio de las mismas circunstancias en que percibe la suya propia. Es cierto que la obliteracion morbosa de la trompa hace duro el oído para los sonidos exteriores, pero no hace que se per-

ciba mal la propia voz, como lo han observado Autenrieth (1) y Lincke (2).

8.^o La trompa sirve para evacuar el moco de la caja del tambor por su movimiento vibrátil; de lo cual no puede dudarse, la replecion del tímpano por mucosidades esplica en parte la dureza de oído que se observa despues de la obliteracion de las trompas; pero este no debe ser el único objeto de estos órganos.

9.^o La trompa está destinada á poner en equilibrio el aire de la caja timpánica con el exterior, y á evitar especialmente la demasiada tension de la membrana que sería la consecuencia de una condensacion ó de una rarefaccion permanente del aire, y que ocasionaria la dureza de oído. He aquí lo que me parece ser el objeto principal de la trompa de Eustaquio, de este aparato que se encuentra en todas partes donde hay una caja y una membrana timpánica. No es de la condensacion ó de la rarefaccion del aire de lo que aquí principalmente se trata, sino de la tension de la membrana del tambor, que es su consecuencia y que nunca deja de producir la dureza de oído, porque el efecto es el mismo en una y otra hipótesis. En muchos casos de sordera por oclusion crónica de la trompa bajo la influencia de una enfermedad cualquiera se debe juzgar tambien por este aspecto la utilidad del cateterismo y la coincidencia de sus resultados con los de la perforacion del tímpano y de la terebracion de la apófisis mastoides. No niego por esto las otras ventajas que proporciona la trompa y que ya he citado; lejos de esto, aquellos á que doy la mayor importancia, despues del uso asignado en este párrafo, con la modificacion que induce en el sonido, librándole de su sorda resonancia, el acceso que procura el aire en la caja y la salida que da á las secreciones de esta cavidad.

En el hombre, cuya trompa de Eustaquio tiene una amplitud suficiente, debe restablecerse el equilibrio de un modo insensible cuando el aire exterior aumenta rápidamente de densidad; pero las observaciones hechas debajo de la campana del buzopruueban que en otros casos no entran las cosas en órden insensiblemente; y que persiste por algun tiem-

(1) En REIL's, *Archiv*, t. IV, p. 321.

(2) *Loc. cit.*, p. 502.

po la alteracion del equilibrio. Carus ha notado que subiendo á montañas elevadas experimentaba tension en el oido y que cuando llegaba á cierta altura, oia un estallido que se repetia á distancia de unos seiscientos pies. Concíbese que el grado á que se verifica este fenómeno en otras personas depende en parte de circunstancias individuales. No me acuerdo haber hecho esta observacion en mí mismo; por lo demás tendria cuidado en semejante caso antes que la alteracion del equilibrio llegase al máximum hacerlo cesar por la accion voluntaria del músculo interno del martillo, que, como he dicho, produce tambien un estallido en mí oido.

Muncke admite que el tímpano secundario de la ventana redonda sirve en el caso de una sacudida violenta dirigida contra el agua del laberinto para moderar la impresion, huyendo por decirlo así delante del golpe. El sonido puede derivarse á la verdad en un conducto aéreo ó en un tubo de comunicacion cuando las paredes que retienen las ondas á causa de las dificultades de la trasmision, presentan una abertura; pero las ondas impulsivas del agua se transmiten muy fácilmente á cuerpos sólidos.

F. *Conducto auditivo esterno.*

El conducto auditivo esterno es importante en la trasmision del sonido por tres aspectos: primeramente porque á beneficio del aire que contiene conduce directamente á la membrana del tambor las ondas sonoras que caen del aire, y reúne dichas ondas; en segundo lugar, porque estas paredes llevan las ondas comunicadas al oido esterno por el camino mas recto al punto de insercion del tímpano, y de este modo á esta misma membrana; finalmente, porque la masa de aire limitada que circunscribe es susceptible de resonancia.

Como conductor aéreo, recibe las ondas aéreas directas que deben producir el efecto mas poderoso cuando caen en su eje. Si llegan oblicuamente al conducto, son conducidas por reflexion á la membrana timpánica, recibiendo de este modo el conducto por reflexion las ondas que vienen á tocar contra la concha del oido cuando su ángulo de reflexion es capaz de impelerlas hácia el trago. Las ondas sonoras del aire que no llegan al conducto ni in-

mediatamente ni por reflexion, pueden introducirse en él todavía en parte por inflexion; así por ejemplo, las ondas aéreas cuya direccion es la del eje longitudinal de la cabeza, y que pasan por delante del oido, deben sufrir inflexion en este último segun las leyes de la que se verifica en los bordes del conducto auditivo esterno. Sin embargo, las ondas mas fuertes son en todos los casos las que llegan directamente, no igualándolas en este punto ni las ondas reflejas ni las inflejas. De aquí es el que se puede juzgar de la direccion del sonido llevando el conducto auditivo esterno en diversas direcciones.

Las paredes del conducto auditivo esterno deben ser estudiadas tambien como conductor sólido, porque atravesándolas las ondas que se comunican en el cartilago de la oreja sin sufrir reflexion, llegan á la membrana del tambor por el camino mas corto. Estando bien tapados los oidos, el sonido de un silbato es mas fuerte cuando se coloca el extremo de este instrumento cerrado por una membrana sobre el mismo cartilago que cuando se le aplica á la superficie de la cabeza.

Por último, el aire limitado del conducto auditivo tiene tambien importancia en su aptitud para resonar. Todo espacio limitado de aire resuena. Basta prolongar el tubo del conducto auditivo esterno por otro tubo que se implante en él para convencerse de esta influencia: óyense entonces con mucha mayor intensidad todos los sonidos cualesquiera que ellos sean y aun la propia voz. Si se añaden tubos mas largos, la columna de aire da el sonido que le es mas propio en razon de su longitud, como lo han hecho ver los hermanos Weber. Cuando las columnas de aire son pequeñas, no tiene lugar esta resonancia y solo se observa un simple refuerzo por resonancia.

G. *Cartilago exterior de la oreja.*

El cartilago de la oreja produce en parte la reflexion y en parte la condensacion y trasmision de las ondas sonoras; por el primer aspecto la concha merece principalmente nuestra atencion, puesto que impele las ondas sonoras del aire hácia el trago, de donde llegan al conducto auditivo. Las otras irregularidades de la oreja no son favorables á la

reflexion, pero no se las podria considerar sin objeto, sin perder de vista que el mismo cartilago auricular es conductor de las ondas sonoras. Recibe efectivamente conmociones del aire, y como cuerpo sólido, refleja las unas, trasmite y condensa las otras, como lo haria cualquier otro cuerpo sólido, y elástico, y como lo ha dicho con razon Savart. Recibe las ondas sonoras en grande estension y las conduce á su punto de insercion. Podemos formarnos una idea de la progresion en el cartilago auricular segun las investigaciones de Savart sobre la propagacion del choque en cuerpos de ramos colocados en direccion opuesta, de cuyos experimentos me he servido mas arriba para esplicar la marcha del sonido en la cadena de los huesecillos del oido. La onda impulsiva comunicada á este cartilago no sigue sus inflexiones, sino que, como le atraviesa sin variar su direccion primitiva, las partes limitrofes del cartilago, por diversa que pueda ser su situacion, son empujadas por el choque en una direccion absolutamente la misma. Este efecto se verifica de molécula á molécula hasta el interior del oido á la membrana del tambor y á los huesos de la cabeza. Es cierto que la conexion de las paredes del conducto auditivo con las partes sólidas de toda la cabeza da lugar á cierta dispersion, pero los puntos de insercion de la membrana del tambor reciben las ondas por el camino mas corto transmitiéndolas á la membrana de un modo tan seguro como la pared de un tambor las comunica á la piel, ó el cablete de una cuerda á esta.

Pero considerando el cartilago articular como conductor, todas sus desigualdades, elevaciones y depresiones, que no tenian ningun objeto con respecto á la reflexion del sonido, adquieren uno, porque las elevaciones y depresiones sobre las cuales caen perpendicularmente las ondas sonoras serán las que reciban con mas fuerza; y como estas desigualdades son tan varias, las ondas sonoras de cualquier sitio que procedan serán siempre perpendiculares á la tangente de una de ellas. De este modo se concibe el objeto de la singular conformacion del oido esterno.

El oido esterno de los animales se parece enteramente á un cornete acústico cuya direccion pertenece á la voluntad, en que las ondas aéreas marchan condensadas en el aire, y cuyas paredes hacen al mismo tiempo oficio de conductor. Prolonga además la columna de aire resonante del

conducto auditivo esterno como lo hace un cornete acústico (1).

H. *Cuerpos sólidos y aire resonante en el contorno del laberinto.*

Todo cuerpo sólido limitado y toda masa de aire igualmente limitada es un aparato de resonancia en la inmediación del laberinto. Hay que considerar de este modo, no solo los huesos de la cabeza, sino tambien todos los cartilagos y membranas inmediatas al órgano auditivo.

La resonancia de masas de aire limitadas hace que nuestra voz sea mas distinta no solo para los demás sino para nosotros mismos. Todo espacio de aire limitado resuena cuando se produce un sonido. Si se coloca el diapason vibrante sobre el cuello de una redoma, el aire contenido en la botellita resuena con mucha fuerza, mientras que la resonancia es mucho mas débil cuando se tiene el diapason en la inmediación de sus paredes. El aire de un tubo resuena con fuerza ya esté abierto dicho tubo en uno de sus extremos ó en ambos. Si se tiene el diapason vibrante inmediatamente delante de la boca, la resonancia es sumamente fuerte y estensa, tanto para el que tiene el instrumento como para otra persona (2).

Si por el contrario se le introduce en la boca, estando esta muy abierta, el sonido es sumamente débil, tanto para nosotros como para los demás. De esto parece que depende el que las personas de oído duro tengan la costumbre de abrir la boca. No debe pensarse aquí en una audición suplementaria por las trompas de Eustaquio, puesto que el

(1) Sucede frecuentemente que al hablar del cornete acústico y del porta-voz no se toma en cuenta el gran refuerzo del sonido por la columna de aire limitada y resonante del tubo.

(2) La resonancia suena como *u* cuando se abre poco la boca, y como *a* cuando se la abre mas. El sonido de un diapason colocado encima de un tubo de igual latitud, que tenga ocho líneas de diámetro y tres pulgadas y media de largo, puesto sobre una masa, es tambien el de *u* cuando se estrecha la abertura con la mano, y se parece mas al de *a* cuando se deja la abertura del tubo enteramente libre.

sonido de un diapason introducido profundamente en la boca se oye con mucha dificultad. Sin embargo, la costumbre que algunas personas tienen de tener abierta la boca depende quizá de que entonces se ensancha mas la porcion cartilaginosa del conducto auditivo esterno, como ya lo habia hecho notar Elliot.

En todo caso la fuerza de la audicion cuando se hace hablar al través de un tubo cerca de la boca ó de la nariz depende en parte de la resonancia de las cavidades aéreas.

El aire del conducto auditivo esterno y de la caja del tambor resuena tambien, y ya se percibe cuando se prolonga dicho conducto por medio de un tubo. No solo se oye un ruido causado por el movimiento de la sangre en la oreja, como tambien los pequeños movimientos que ocurren en el aire, á pesar de su aparente reposo, y que, sin ser necesariamente ondas sonoras, determinan al aire del tubo á producir sonido por un efecto semejante al que el soplo ocasiona en un silbato, sino que tambien todo sonido cualquiera, tanto el de la propia voz como el de los cuerpos esteriore, está acompañado de una resonancia ruidosa. Y si se puede demostrar el hecho prolongando el conducto auditivo por la implantacion de un tubo, tambien se consigue el mismo efecto acortando la columna de aire de este conducto por un tapon introducido en él profundamente; porque entonces no solo parecen mas débiles todos los sonidos de los cuerpos esteriore á causa de la interrupcion que experimenta la trasmision, sino que tambien se oye peor el de la propia voz. Con decir que no caen entonces ondas sonoras de la boca al conducto auditivo no se explica suficientemente el fenómeno. A la verdad, cuando el conducto auditivo está abierto, las ondas sonoras circulares de nuestra voz, que parten de la abertura de la boca en todas direcciones, caen en él hasta cierto punto, tanto por la reflexion que experimentan de parte de la concha, como por inflexion; mas se puede neutralizar completamente esta influencia, sin que por eso quede menos fuerte la voz, cuando todo el conducto auditivo contiene todavia aire. Si se colocan las manos de plano inmediatamente delante de los oidos, de manera que ninguna onda sonora de nuestra voz pueda caer ya en estos, no por eso se oye menos la propia voz, con gran fuerza, porque aquí existe aun toda la columna de aire resonante del conducto auditivo esterno; pero si se tapa en

gran parte este último con el dedo pequeño ó con papel mascado, ya no se oye sino débilmente la propia voz. La supresion de la resonancia del aire del conducto auditivo es, pues, la causa de que se oiga tan débilmente la propia voz cuando se tapan los oidos.

IV. *Trasmision por la caja del tambor y por los huesos de la cabeza.*

La trasmision del sonido por la caja del tambor produce en el laberinto conmociones al través de las ventanas desde donde las ondas se esparcen en seguida en el agua laberintica.

La trasmision al laberinto por los huesos de la cabeza, que es la única en los peces óseos, conduce las ondas sonoras á este último de todas partes con la misma facilidad. Esta trasmision se verifica tambien en los animales aéreos, pero no puede ser sino muy débil en el aire por la dificultad con que las ondas aéreas se comunican á las partes sólidas de la cabeza. No tenemos ocasion de sentir qué intensidad tendria la trasmision de las ondas aéreas por los huesos de la cabeza si fuese única; porque aun cuando nos tapemos los oidos, no por eso dejan de conducir estas ondas con mas fuerza que los huesos de la cabeza, y los huesecillos del oido en su calidad de cuerpos limitados producen una impresion mas fuerte en el laberinto que los huesos de la cabeza que no estan aislados. Este refuerzo de la trasmision por los huesecillos del oido puede tambien tener lugar en el caso en que las ondas aéreas son conducidas primeramente por los huesos de la cabeza, puesto que entonces lo son directamente á la membrana timpánica y á la cadénilla huesosa, y resuena la caja del tambor. Lo mismo digo de las ondas comunicadas por nuestra propia voz á las partes de la boca, de la garganta y de la nariz que determinan igualmente una resonancia del aparato de la caja timpánica; pero lo mismo sucede tambien con las ondas que las partes sólidas transmiten á los huesos de la cabeza, pues siempre hay resonancia en este caso. Si despues de tapados los oidos, se coloca un diapason resonante sobre el vértice de la cabeza, el sonido es sumamente débil; tiene mas fuerza cuando se hace la aplicacion á las sienas, y se hace cada vez mas fuerte á medida que se aproxima el instrumento al conduc-

to auditivo, creciendo, no solamente en razon de la disminucion de la distancia entre el cuerpo sonoro y el laberinto, sino tambien en razon de la aproximacion que hay entre las partes de la cabeza que le sirven de conductor y la abertura exterior del oido.

La sola trasmision de las ondas aéreas por los huesos de la cabeza no podria ser oida sino por una persona en quien faltase el aparato de la caja del tambor, y cuyo conducto auditivo estuviese cerrado. Es probable que entonces no se oyesen estas ondas, ó al menos que lo fuesen muy débilmente, pero la facultad de oir las conmociones de cuerpos sólidos trasmitidas á los huesos de la cabeza por otros cuerpos sólidos deberia tener lugar todavía si el laberinto se hallase intacto. Se puede emplear este medio en los sordos que no oyen las ondas sonoras, para reconocer si su laberinto y nervio auditivo estan todavía intactos.

Un sordo que no puede oir ninguna onda de aire percibe algunas veces un golpe fuerte sobre el suelo que le es trasmitido por las partes sólidas de su cuerpo; aunque es difícil distinguir aquí lo que pertenece á la sensacion de la conmocion por el tacto y lo que pertenece al oido. Todos los sonidos graves obran fácilmente sobre los nervios del tacto, y se perciben las conmociones como tacto cuando se aplica la mano sobre el pecho hablando, ó cuando se empuña un cuerpo sólido que suena. Las ondas sonoras que un pitó escita en el agua no se sienten por el tacto cuando se tiene la mano en este líquido; pero se las percibe muy bien cuando al mismo tiempo que la mano se sumerge un cuerpo sólido en el agua. Estas sensaciones táctiles de vibraciones han dado lugar á la falsa suposicion de que es imposible oir por otros nervios que por el auditivo.

V. AUDICION DE LAS ONDAS SONORAS DE MEDIOS DIFERENTES.

A. *Trasmision inmediata del sonido del aire al órgano auditivo.*

Generalmente oimos por ondas aéreas, ya hayan sido producidas primeramente en el aire, ó bien que despues de haber sido escitadas en otros cuerpos lleguen á nuestro oido por el intermedio del aire. Las ondas que han sido produ-

cidas en primer lugar en el aire llegan á nuestro órgano auditivo mucho mas fuertes que las que, engendradas por otros cuerpos, se transmiten al aire; porque en este último caso hay disminucion de intensidad en el momento en que se verifica la comunicacion al aire. He aquí por qué las cuerdas y los diapasones dan un sonido tan débil sin caja resonante, que debe comunicar con el cuerpo sólido productor del sonido por medio de un caballete ó de cualquier otro modo. La caja resonante por el contrario es completamente inútil en los instrumentos de viento, porque el aire es, entre todos los cuerpos, el que con mas intensidad propaga las ondas determinadas primeramente en el aire. No puede haber otro cuerpo resonante eficaz para ondas aéreas primarias que el mismo aire encerrado en un espacio limitado. Un cuerpo sólido contribuirá menos á fortificar el sonido, porque, cuando las ondas sonoras pasan del aire á cuerpos sólidos y de estos al aire, hay disminucion de la fuerza de las conmociones.

Así como las ondas sonoras de los cuerpos sólidos se comunican difícilmente al aire, así tambien las ondas sonoras del agua pasan con dificultad á este último. Si el oído se encuentra en el aire, un sonido provocado en el agua será percibido por nosotros muy débilmente, y si la direccion de las ondas sonoras forman un ángulo muy agudo con la superficie del agua y del aire, no le oiremos absolutamente, lo cual sucede lo mismo con la luz. Colladon esperiméntó esta dificultad haciendo sus esperiméntos sobre la velocidad de la propagacion del sonido en el agua. Un tubo tenido en el agua y en el oído casi no le servia de nada cuando no habia fijado en su estremidad inferior una chapa sólida que recibiese las ondas sonoras del agua (1); porque para oír con fuerza el sonido del agua cuando se está en el aire es preciso no solamente hacer pasar dichas ondas del líquido á una varilla sólida y tener esta aplicada al oído, sino tambien ponerla en comunicacion con un tapon que llene el conducto auditivo para separar en lo posible el interme-

(1) *Relation d'une descente en mer dans la cloche dite des plongeurs.* Paris, 1826, in-8º.

dio del aire. No hay otro medio de oír el sonido lleno de una campanilla que suene en la misma agua (1).

Si es preciso que el sonido pase primero al agua y después de esta al aire para llegar á nuestro órgano auditivo, la debilidad es mas considerable todavía. He aquí por qué los buzos no oyen el sonido producido fuera del agua.

Por lo demás en la audición en medio del aire la fuerza del sonido depende de la densidad y secura de este último. Es cierto que la rapidez de la trasmisión se aumenta con la rarefacción del aire, pero la fuerza de las vibraciones disminuye en razon de esta misma rarefacción. Casi no se oye una campanilla que suene en el recipiente de una máquina neumática en la cual se ha hecho el vacío. Rigurosamente hablando solo ha probado por este medio la excesiva disminución de la conmoción cuando las ondas pasan de la campana al aire enrarecido y de este al recipiente. Casi no se han hecho todavía experimentos sobre la audición inmediata de las ondas aéreas de aire enrarecido y condensado, es decir de las que llegan á la membrana timpánica sin atravesar cuerpos sólidos. No tenemos sobre este asunto mas que el practicado por Saussure en la cima del Monte Blanco en que la detonación de un pistoletazo era menos que la de un cohete tirado en la llanura.

B. *Trasmisión inmediata del sonido del agua al órgano auditivo.*

Cuando nos sumergimos en el agua, las ondas sonoras de este líquido llegan á la membrana del tambor. Todos los sonidos engendrados en el agua se oyen entonces perfectamente como lo han demostrado los experimentos de

(1) Colladon ha notado que una campanilla tocada debajo del agua no hacia percibir sonido, sino solamente un choque seco y poco prolongado. Este efecto no podia depender sino de la distancia ó de la imperfección del procedimiento de trasmisión empleado, porque mis experimentos me han dado á conocer que una campanilla que suene en el agua cerca de nosotros no carece de brillo sino cuando no llega del agua á nuestro laberinto al través de una cadena de cuerpos sólidos, y tiene que atravesar una capa de aire.

Nollet y Monró, y como lo sabe cualquiera que conoce el arte de nadar. Las ondas sonoras que pasan del aire al agua son mas difíciles de oír en esta última, porque las conmociones de las partículas vibrantes sufren una disminucion considerable en el momento del paso.

C. *Trasmision inmediata del sonido de cuerpos sólidos al órgano auditivo.*

En el caso de ondas aéreas primarias el sonido nunca es mas intenso que cuando es el aire el que le conduce inmediatamente al oído. En el de las ondas primarias de cuerpos sólidos su mayor intensidad tiene lugar cuando son los mismos cuerpos sólidos los que le transmiten inmediatamente al órgano auditivo. El sonido de un pedazo de madera ó de metal es conducido débilmente por el aire; pero lo es con una fuerza extraordinaria cuando se tiene entre los dientes ó se adapta á los oídos un cordón que comunique con el cuerpo sonoro. Herhold y Rafu oían el sonido de una cuchara á distancia de unas trescientas varas por medio de un cordón fijo en la misma cuchara, con cuyo artificio les parecia, á pesar de la distancia, semejante al de una campanilla. Cada una de las partes blandas ó sólidas de la cabeza es apta para recibir las conmociones de cuerpos sólidos; pero las partes blandas son las que mas fácilmente los transmiten cuando se aplica á ellas la varilla que se ha puesto en contacto con el cuerpo sonoro (1). Esta trasmision es mas fuerte en los puntos en que los huesos de la cabeza estan poco cubiertos, y mas todavía en aquellos que se hallaban enteramente al aire, como los dientes. Cuan-

(1) Según las observaciones de Perier y Larrey sobre individuos trepanados, se debería creer que las ondas se transmiten mas fácilmente del aire al nervio auditivo por partes blandas solas que por el cráneo cubierto de piel. Los trepanados que se tapan los oídos oyen mejor, según dicen, el sonido producido encima de la herida cicatrizada; asígurase sin embargo que este efecto, que por otra parte no me parece suficientemente demostrado, solo se verifica cuando se encuentra la abertura en la parte anterior de la cabeza.— Véase LARREY, *Clinique chirurgicale*, Paris, 1836, t. I, p. 33.

do se coge un reloj entre estos órganos el tic-tac se hace oír del modo mas distinto, sobre todo en los de la mandíbula superior, porque en este lado la trasmision se verifica solamente á beneficio de partes sólidas.

La propagacion es mas débil si se pone el reloj en contacto con la lengua, y lo es mucho mas todavía si nos contentamos con tenerle suspendido en el aire en la cavidad oral. Es tan enérgica y aun mas al través de las paredes del conducto auditivo esterno, cuando se ha tapado este conducto é interpuesto una varilla entre el reloj y el tapon, ó las paredes inmediatas al conducto. En este caso las ondas de los cuerpos sólidos, en lugar de pasar al través de los huesos de la cabeza para llegar al laberinto, se transmiten mas bien inmediatamente á la membrana del tambor y á los huesecillos del oído por una cadena de paredes sólidas y en especial por las del conducto auditivo. Podemos convencernos de que esta última particularidad es importante examinando lo que sucede en un caso en que las ondas aéreas no experimentan condensacion. Si se hace que alguno hable en un tubo y después de haberse tapado los oídos se le coge por el lado con los dientes, se oye un ruido sumamente fuerte dependiente de la resonancia del tubo, que apenas se oiría si llegase al oído solamente por el intermedio del aire.

La trasmision inmediata de partes sólidas á las partes igualmente sólidas del conducto auditivo entra tambien en juego cuando se oye un sonido aplicando un oído al suelo. Si el oído está tapado y el tapon toca á la tierra la trasmision es mucho mas fuerte todavía. De este modo no se pueden percibir con intensidad sino sonidos que nacen primeramente en el suelo, ó que, escitados en partes sólidas, son conducidos al suelo por partes igualmente sólidas como el ruido de los pasos del hombre y del caballo. En cuanto á las ondas aéreas primitivas se transmiten mucho mas difícilmente al suelo, y no encuentran en él un conductor conveniente para llevarlas al oído aplicado contra la tierra.

Lo mismo sucede en la aplicacion del estetoscopio. Los sonidos escitados en partes sólidas ó transmitidos al través de partes igualmente sólidas son conducidos por este instrumento á las partes sólidas del oído apoyados sobre él. Dicho instrumento apenas produce mas efecto que el mismo oído aplicado a la parte, excepto su resonancia. En la

disposicion que se le suele dar hay dos modos de trasmision, uno de las partes sólidas del cuerpo que produce el sonido á las del órgano auditivo por la madera, y el otro de las partes sólidas del cuerpo que escita el ruido á la columna de aire contenida en el instrumento, y después de este aire á la membrana timpánica. La segunda trasmision es mucho mas difícil, porque las ondas sonoras pasan con dificultad de la superficie del cuerpo al aire; pero es útil sin embargo por resonancia, resultando de aquí que una simple varilla no hace las mismas veces que un estetoscopio; mas tambien se puede oír el sonido con fuerza por medio de esta simple varilla tapándose el oído con papel mascado y aplicando el conductor no al tapon, porque el roce haria equivocar al observador, sino á las partes que rodean el oído esterno; en cuyo caso la trasmision de partes sólidas á las paredes del conducto auditivo y de aquí á la membrana del tambor se efectua de un modo mas completo con el auxilio del tapon.

En los que tienen el oído duro y no perciben ya las ondas aéreas ni aun á beneficio de un cornete acústico, es algunas veces útil convertir estas ondas aéreas en ondas de cuerpos sólidos, y hacerlos oír por el contacto del cuerpo sólido. Lo mejor para esto, cuando se trata de procurar el medio de oír la voz de otro, es hacer hablar en una vasija de donde parte una varilla, que el sordo coge entre sus dientes ó aplica á un tapon colocado en el oído (1).

VI. PROPIEDADES ACUSTICAS DEL LABERINTO.

A. *Agua del laberinto.*

Entre las disposiciones acústicas del laberinto hay una, la más general de todas y que nunca falta, á la cual debemos consagrar desde luego nuestra atencion: hablo del agua del laberinto. En efecto, en todos los casos las vibraciones se convierten en vibraciones del agua antes de encontrar los nervios auditivos. ¿Por qué ha evitado la naturaleza en la mayor parte de los animales el transmitir á estos nervios

(1) *Consúltese* sobre este asunto á CHLADNI, *Akustik*, p. 262, y LINCKE, *loc. cit.*, p. 530.

las ondas sonoras comunicadas á los huesos de la cabeza sin emplear entre ellos y estos últimos el intermedio del agua? En los animales aéreos se descubre inmediatamente la razon de esto; y es que la trasmision de las ondas sonoras del aire á las partes sólidas de la cabeza presenta muchas dificultades mientras que la del aire al agua por medio de una membrana tirante es por el contrario muy fácil, ya que la misma membrana se encuentra en contacto con el agua, ó ya obre sobre ella por el intermedio de un cuerpo sólido limitado y movable. Pero esta esplicacion no conviene á los animales que viven en el agua. La comunicacion de las vibraciones de agua á cuerpos sólidos, y por consiguiente á los huesos de la cabeza (como en los peces óseos) no es difícil. Sin embargo, aun aquí las vibraciones de los huesos de la cabeza se reducen igualmente á vibraciones del agua del laberinto para transmitirse en seguida de este líquido á los nervios auditivos: debe por lo tanto haber aquí una causa mas general, y la hallaremos probablemente en lo que sigue. El objeto final del órgano auditivo es una comunicacion completa de las ondas de conmocion á las fibras nerviosas. Siendo estas, como todos los nervios, blandas y penetradas de agua, la trasmision de las ondas impulsivas de las partes sólidas á estos órganos blandos sería ya en parte una reduccion á vibraciones de agua, pero, prescindiendo de la blandura que deben los nervios al agua de que estan empapados los intersticios de sus fibras, así como los de todas las partes blandas, estan llenos de líquido, de sangre, ó de líquido del tejido celular.

Cuando la propagacion de las ondas de impulsion se verifica del agua del laberinto á las fibras del nervio auditivo, el medio de la trasmision mas cercana es homogéneo con el que ocupa todos los poros é intersticios del mismo nervio. Sígnese de aquí que la vibracion de las partículas de este último es mucho mas homogénea que lo sería si su superficie se hallase solamente en contacto con partes sólidas, porque entonces las moléculas que tocasen á partes sólidas tendrían una contigüidad diferente de la que tuviesen las colocadas mas adelante en el interior mismo del nervio, y por esto mismo distantes de la superficie puestas en relacion inmediata con las partes sólidas. Muncke dice con respecto al agua del laberinto que dicha agua aunque incapaz de producir sonido, le conduce perfectamente, y aun

mejor que el aire; con lo cual no estoy conforme, y no puede tratarse aquí sino de la velocidad de la propagacion; porque el aire y los cuerpos son los que propagan sus propias ondulaciones con la menor debilidad posible.

Los acueductos me parece no deben ocupar ningun lugar en la fisiologia del oido, pues no contienen ni conductos membranosos, ni líquidos, ni tronco alguno venoso; no son más que simples comunicaciones entre el periostio y la dura madre por una parte, y el periostio interior del laberinto por otra.

Hay tres grados en el desarrollo del laberinto; 1.^o simple vestibulo con una vesícula, 2.^o vestibulo con conductos semicirculares, y conformacion análoga del laberinto membranoso; 3.^o el grado anterior con un caracol.

B. *Vestibulo y conductos semicirculares.*

Ordinariamente se asigna por funcion á los conductos semicirculares con Scarpa el recoger las ondas de los huesos de la cabeza. Cuando se trata de conductos, hay que considerar tres cosas, la aptitud de su contenido para resonar, la propagacion condensada en su interior y la resonancia de sus paredes.

Por lo que toca á la resonancia del contenido de un tubo, es preciso negarle toda especie de importancia en el laberinto, puesto que estando el agua limitóse á cuerpos sólidos no tiene verdaderamente en sí resonancia notable procedente de la reflexion de las olas por sus límites. Parece igualmente apta para reunir las ondas sonoras de los cuerpos sólidos. Si vierto agua en las canales de una mesa de diseccion, que tiene numerosas comunicaciones entre sí, y en seguida pongo un diapason vibrante en la estremidad de dicha mesa, el conductor sumergido en el agua solamente no me hacia oír el sonido mas fuerte en el liquido que cuando le ponía en contacto con agua derramada en una estension pequeña de la superficie de la mesa. Hice practicar en una lámina gruesa conductos paralelos á su superficie; podia introducirse dicha lámina en el lado de un cubito de madera, de modo que las aberturas de los conductos comunicasen con su cavidad; llenaba de agua este último y por él los conductos, y despues con un silbato cerrado por una membrana escitaba las ondas sonoras en

el agua del vaso; el conductor no me daba el sonido mas débil cuando los agujeros de comunicacion de los conductos con dicho cubito estaban cerrados con tapones que cuando estaban abiertos

Pregúntase ahora hasta qué punto un tubo lleno de agua puede ser comparado con otro de comunicacion conductor del sonido y lleno de aire. Todos saben que en este último se propaga el sonido sin que su intensidad sufra casi ningún cambio, porque las ondas del aire se comunican difícilmente á las paredes sólidas del tubo, y experimentan tambien una reflexion en las corvaduras. Lo contrario sucede en un tubo lleno de agua que conduce ondas sonoras acuosas; tambien hay algo de reflexion en el agua, pero esta abandona mucho mas fácilmente sus ondas á cuerpos sólidos que al aire, y la fuerza de la conmocion que marcha segun cierta direccion en el agua no se mantiene sino hasta una distancia muy pequeña en tubos llenos de agua. Así por ejemplo, se unia el extremo cerrado por una membrana de un silbato de un pie con un tubo de cuatro pulgadas de largo por ocho líneas de ancho, y la mantenia en el agua de modo que toda la membrana estuviese en contacto con el líquido, el sonido de la columna de aire conmovida por el soplo se oia con mas fuerza por medio del conductor en la estremidad del tubo y por consiguiente á longitud de cuatro pulgadas que en el resto del agua con mas fuerza que en el líquido que baña el lado exterior del tímpano de comunicacion; pero cuando la longitud de este último tubo era de un pie me era imposible percibir en el agua de la cubeta en la estremidad del tubo un sonido mas fuerte que en los puntos del líquido. Uní tambien dos cubos por medio de un tubo de cristal de seis pies de largo, y no obtuve nada de análogo al efecto de un tubo de comunicacion; el sonido no se percibia mas fuerte en la estremidad del tubo en el agua que cuando aproximaba el conductor á las paredes resonantes del cubo.

Síguese de aquí que con los conductos semicirculares se debe contar con algo de intensidad mas de la trasmision del sonido en la direccion de su corvadura, pero esta propagacion no debilitada por tubos no es ni con mucho tan perfecta como en tubos llenos de aire.

Una condensacion, pero muy lijera, resulta de que una misma onda que penetra en el vestibulo por la rama de

su conducto, vuelve por la opuesta con parte de su impulsión, lo cual ha calculado mas arriba Ed. Young.

Si llega la impulsión, no por las ventanas, sino por los huesos de la cabeza, como en los peces, y en parte tambien en nosotros, este grado de condensación por los conductos semicirculares tendrá igualmente lugar.

Finalmente, es preciso atender tambien en los conductos semicirculares á la resonancia de los huesos de la cabeza por las vibraciones del agua del laberinto; porque en la intermediación de las paredes sólidas sumergidas en el agua y á las cuales son comunicadas ondas sonoras, estas son siempre mas fuertes que en igualdad de circunstancias en el resto del agua. No hay duda que el conductor no debe tocar á las paredes. Cuando dos paredes que resuenan en el agua estan próximas una á otra las ondas del líquido comprendidas entre ellas tienen naturalmente mas fuerza todavía, de lo cual podemos convencernos en el aparato que se acaba de describir, la lámina con los conductos y puesta en comunicación con un cubo de agua. Si se tiene el conductor en el interior del conducto de la lámina separado del cubo, el sonido comunicado á aquella por un diapasón es oído con un poco mas fuerza que cuando se aproxima el conductor, quedando la misma distancia de las paredes del cubo. Para obtener en este caso un resultado rigurosamente comparativo, es preciso cuidar de que la porción del conductor que está en contacto con el agua tenga siempre la misma longitud, porque el sonido es mas fuerte cuando se introduce el conductor á mayor profundidad.

Si ahora se admite que los conductos semicirculares membranosos se hallan en estado de reunir la resonancia de los huesos de la cabeza en el agua y conducirla mejor en la dirección de su arco que en la de la conmoción, el refuerzo aprovechará á las ampollas y al seno común en donde se distribuye el nervio.

Este efecto debe ser mucho mayor todavía en razón del contacto mas íntimo de los conductos membranosos que en los conductos sólidos, pero un hecho importante para la fisiología del oído nos conduce tambien á asignar á los conductos semicirculares membranosos un concurso independiente de las partes sólidas que nos rodean, y este hecho es que los conductos semicirculares de la lamprea no estan

aislados por partes sólidas, sino que están situados en la misma cápsula sólida que el seno común.

Autenrieth y Kernier admitían que los diferentes conductos pueden indicar al nervio la dirección del sonido; pero si se exceptúa la acción más fuerte sobre uno de los oídos, y la diferencia de intensidad del sonido según la dirección del conducto auditivo y de la concha, la dirección del sonido parece no ser un objeto de la sensación. Y aun cuando nos halláremos en estado de distinguir la dirección de la conmoción de las partículas vibrantes siempre habíamos de estas direcciones, y en sentido inverso, porque las partículas vibran también hacia atrás, y sus vibraciones de atrás adelante y de delante atrás alternan de un modo regular en un sonido.

Las piedras auditivas contenidas en el laberinto de los peces y de los reptiles ictiomorfos (1), y la papila cristalina que se encuentra en el de los otros animales, deberían fortificar el sonido por resonancia, aun cuando estos cuerpos no tocasen á las membranas en que se distribuye el nervio. Mas estos cuerpos tocan á las partes membranosas del laberinto, de consiguiente estas y el nervio reciben de estas partes sólidas y en razón de la extensión de los puntos de contacto, ondas impulsivas que tienen más intensidad que la del agua; porque cuando se sumerge solamente la mano en el agua, no se perciben las vibraciones que esta experimenta al conducir el sonido, mientras que se notan cuando se tiene un pedazo de madera en la mano.

Tal me parece ser el verdadero uso de la papilla cristalina y de las piedras auditivas. No es posible, lógicamente hablando, la aserción de que el polvo cristalino es arrojado por las paredes durante la audición, como se halla lanzado el polvo en la superficie de las láminas y membranas

(1) Los otolitos de los peces tienen una estructura análoga á la del esmalte de los dientes. Los del anmodito están formados de capas concéntricas, en las cuales se reconoce á primera vista una estructura fibrosa regular. Si después de haber pulimentado las laminillas, se las trata por el ácido clorhídrico, se ve que las capas resultan de la reunión de corpúsculos puntiaguados semejantes á los que he descrito en el esmalte que todavía no se halla endurecido. — Véase POGGENDORFF'S *Annalen*, 38.

vibrantes; porque nunca se ve que los corpúsculos contenidos en el agua ejecuten el menor movimiento durante la trasmisión del sonido al través de este líquido.

No es fácil hacer experimentos directos. Puse agua y arena en un pedazo de vejiga de cerdo humedecida é hice del todo una especie de saquito que aplasté para imitar el laberinto membranoso con la papilla cristalina, y examiné con el conductor su acción sobre las ondas sonoras escitadas en el agua por el silbato. Mantuve dicho saquito en el líquido entre el extremo del silbato y el conductor, sin tocar á uno ni á otro, y el sonido fue mas fuerte que si en igualdad de circunstancias no hubiese estado allí semejante saco. Noté sin embargo en otro experimento que conteniendo solamente agua sin arena fortificaba igualmente el sonido por resonancia. No he podido esplicarme á qué es debida la resonancia de las partes membranosas en el agua. El húmero de un ave despojado de sus partes calcáreas y puesto en contacto con agua, tanto exterior como interiormente, no ofreció casi resonancia; lo mismo sucedió con un pedazo de intestino de ternera lleno de agua, pues cuando escitaba un sonido en este líquido, las cosas pasaban absolutamente del mismo modo, ya se aplicase á una larga porcion de intestino ó ya á una porcion corta sumergida en el líquido, permaneciendo la misma la distancia del punto de origen.

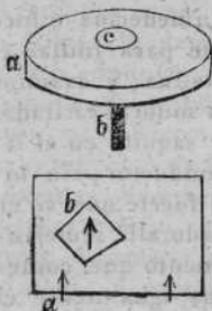
C. Caracol.

Al estudiar la acústica del laberinto es preciso atender á la direccion que sigue la propagacion de la conmocion y de las ondas en el agua y las partes sólidas de esta region del oido. Las investigaciones de Savart sobre la trasmisión de las ondas impulsivas de cuerpos sólidos al agua y de esta á cuerpos sólidos pueden hallar aqui su aplicacion. Esta trasmisión parece efectuarse absolutamente lo mismo que en otros medios.

Supongamos que (fig. 11) *a* sea un vaso lleno de agua, *b* una varilla fija en su fondo y *c* una chapa de madera flotante en el líquido, las ondas longitudinales escitadas en la varilla se transmiten al través del agua á la chapa segun la misma direccion, como lo indica el salto de la arena en la superficie de esta última. Además, siendo *a* un vaso lle-

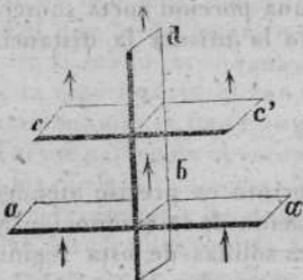
no de agua y *b* una chapa que flote en esta, pero cuyos bordes sean oblicuos á las paredes del vaso *a*, si se pasa un arco de violin por las paredes de modo que vibren en la direccion de las flechas, la conmocion se trasmite por el agua á la chapa y en seguida por esta, conservando la misma direccion, de suerte que la oblicuidad de los bordes de la chapa con relacion á la direccion del sonido nada cambia la direccion en que este último se propaga. La transmision se efectua, pues, en el primer caso idénticamente lo mismo que si la varilla *b* formase cuerpo con

Fig. 11.



la chapa *c*, y en el segundo, como si la pared *a* estuviese unida por una varilla á la chapa *b*, cuya superficie le es perpendicular. Y así, las leyes de la propagacion de la conmocion de las chapas que se encuentran debajo de los ángulos se aplican tambien al laberinto.

Fig. 12.



De los hechos espuestos anteriormente se sigue que *a b c* y *d* siendo chapas unidas entre sí, cuando se comunican ondas sonoras á la chapa *a* en la direccion de la flecha, se propagan siguiendo la misma direccion al través de la varilla *b d* que atraviesa la chapa superior *c c'*. Hagamos aplicacion de esto al caracol: la varilla *b d* es comparable á

la columela, y las chapas trasversales corresponden á la lámina espiral. Si á la figura 11 se sustituye la 12, resalta todavía mas la analogía. Cualquiera que sea, pues, la direccion en que sean comunicadas las ondas sonoras, á la columela ó á la misma lámina espiral, la direccion de la conmocion será constantemente la misma, bien sea que la impulsion haya sido transmitida de los huesos de la cabeza á la columela ó á las paredes del caracol, y de estas á la lámina espiral ó bien lo haya sido de una de estas partes al agua del laberinto. Por lo concerniente á las vibraciones

que parten del agua del laberinto, la ventana oval está dirigida de modo que una línea perpendicular tirada sobre un campo marcha casi paralelamente á la columela del caracol, de donde se sigue que las conmociones que parten de esta ventana escitan probablemente en las partes sólidas del caracol sacudidas que tienen la misma dirección que la columela; es decir, que la lámina espiral sería la que tuviese mas facilidad para vibrar en toda su estension segun una dirección casi perpendicular á su superficie. Reconozco fácilmente por medio del conductor la dirección de la conmoción en chapas que se comunican un sonido en medio del agua: el sonido es siempre mas fuerte cuando el conductor está colocado sobre las chapas en una dirección paralela á aquella en que se verifica la propagación de la conmoción.

Fig. 13.



En la esposición que precede se han considerado las diversas partes del caracol como afectadas simultáneamente ó poco menos por la conmoción. Réstanos saber ahora si no se podrá verificar tambien una trasmisión sucesiva de la conmoción á lo largo de las espirales del caracol, es decir, desde el vestíbulo ó la ventana redonda hasta la cúpula, de manera que el agua la propagase sucesivamente por las escalas, ó se verificase esta sucesión á lo largo de la línea espiral. Como el conducto del caracol, y con él la lámina espiral, ofrecen una longitud considerable, puesto que las vueltas tienen de diez y ocho á diez y nueve líneas en el contorno exterior, pudiera suceder en el caso en que la propagación de la conmoción se efectuase á lo largo de las vueltas del caracol, que este estuviese destinado á prolongar la impresión: pero esta hipótesis es muy dudosa. Una propagación semejante debería tener lugar por el aire en un tubo arrollado sobre sí mismo. Por el contrario, la facilidad con que la conmoción se comunica del agua á partes sólidas hace que la trasmisión sucesiva de los espirales de agua alojados en un cuerpo sólido no se mantenga para, y que las ondas, partiendo del principio de las vueltas pasan casi tan fácilmente al través de la columela á otra parte de las vueltas.

Este modo de trasmisión no es posible tampoco por la

lámina espiral, puesto que se continúa con las paredes sólidas del caracol, y tiene tanta facilidad para comunicar las ondas á las paredes de dicho caracol, y á la columela como para conducir las ella misma mas lejos; pero las conmociones comunicadas á la columela y á las paredes del caracol encontrarán otras partes de la lámina espiral, independientemente de la propagacion que se verifica en esta misma lámina. Solo habia un medio para que la onda impulsiva pudiese seguir el conducto del caracol, y era que dicho conducto no se torciese sobre sí mismo, sino que estuviese dispuesto en línea recta en toda su longitud y en la direccion del sonido.

Segun esto, es cierto que no se puede contar con esta marcha no alterada de la conmocion en el agua del caracol y en la superficie de la lámina espiral. Por otra parte sería mas perjudicial que útil á la pureza de la sensacion el que las conmociones recorriesen de este modo una estension de pulgada y media de partes ricas en nervios, porque durante este trabajo de las ondas ciertas partículas del nervio se hallarian en el maximum de conmocion y condensacion, mientras que otras no habrian llegado á este punto, como en la resonancia. Las vueltas del caracol, estrechando el conducto del órgano en un corto espacio deben mas bien obviar este inconveniente, suponiendo que pudiese existir.

La lámina espiral del caracol debe, pues, considerarse como una chapa que lleva fibras esparcidas, en la cual todas las del nervio reciben casi simultáneamente la onda sonora y llegan á la vez al maximum de condensacion y despues al de rarefaccion. En vista de esta teoría, sería en general casi indiferente el que las fibras nerviosas se esparciesen en muchas láminas circulares dispuestas al rededor de la columela, como en la figura anterior, ó en una misma chapa en forma de hélice. Esta última forma, que la naturaleza ha adoptado, presenta la ventaja de que todas las partes de la chapa forman un cuerpo entre sí y se comunican con mas facilidad sus conmociones.

Las vueltas del caracol tienen al mismo tiempo otra ventaja, la de ofrecer en el espacio mas reducido posible la superficie considerable que era necesaria para la expansion de las fibras nerviosas.

El objeto final del caracol parece ser el presentar las fibras nerviosas en una lámina sólida, que esté en contacto

tanto con las paredes sólidas del laberinto y de la cabeza, como con el agua de aquel, y que, independiente de este uso, tiene el de estar limitada. De este principio deben derivarse sus ventajas acústicas.

La union de la chapa con las paredes sólidas del laberinto hace al caracol propio para la audicion de las ondas sonoras de las partes sólidas de la cabeza y de las paredes del laberinto. Este uso le ha sido asignado por E. H. Weber. El laberinto membranoso se encuentra libre en el agua laberíntica, y es evidentemente mas á propósito para la audicion de las conmociones comunicadas á esta misma agua que las que le llegan por los huesos de la cabeza, como en los peces, y los dientes, como en el hombre que coloca un reloj entre sus mandibulas, ó por la ventana. El laberinto membranoso está espuesto sin duda á la resonancia de las paredes sólidas del laberinto, porque las ondas sonoras comunicadas al agua son siempre oidas con mas fuerza en la inmediacion de las paredes, como ya he demostrado. Sin embargo, nunca recibe inmediatamente estas ondas sino del agua; al contrario, como la lámina espiral del caracol forma cuerpo con las paredes sólidas del laberinto, recibe inmediatamente de estas últimas las conmociones que le son comunicadas; en lo cual hay una ventaja considerable, porque las sacudidas trasmitidas á las partes sólidas tienen en igualdad de circunstancias una fuerza absoluta mayor que las del agua.

Esto se deduce evidentemente de los experimentos que ya he referido. Si para comparar la intensidad de las conmociones de los cuerpos sólidos y de los del agua aplicásemos desde luego el conductor á los cuerpos sólidos sumergiéndole despues en el agua, nos engañaríamos. En efecto, las conmociones de los cuerpos sólidos pasan sin cambio en su intensidad al conductor puesto en contacto con estos últimos, mientras que las del agua llegan debilitadas á este liquido. Mas si para comparar ondas sonoras en el agua por medio del conductor se coloca este último primeramente en la inmediacion de las paredes sólidas sin tocarlas y despues á distancia de ellas, el medio en cuyo seno se verifica la comparacion es el mismo en ambos casos. En uno y otro el conductor hace oír sonidos que provienen del agua, y las dos especies de conmocion se reducen aquí al mismo medio; y como, aun cuando un sonido acaba de ser escitado

en el agua, esta resuena con mas fuerza en la inmediacion de las paredes del vaso que en otros puntos de su estension equidistantes de aquel de donde toma su origen el sonido, se sigue de aquí, que en igualdad de circunstancias, las ondas sonoras de los cuerpos sólidos obran con mas intensidad que las del agua: de donde se ve cuál es la grande utilidad del caracol.

Sin embargo, este órgano no ha sido formado únicamente con este objeto: su lámina espiral recibe del vestíbulo y de la ventana redonda, tan bien como el laberinto, las ondas impulsivas del agua del laberinto, y está mejor dispuesta para esto en el hombre y los mamíferos que el laberinto membranoso, puesto que su cualidad de cuerpo sólido ilimitado la hace susceptible de resonancia, de lo cual podemos convencernos con un experimento. Si se coloca una chapa delgada de madera en un vaso igualmente de madera y de paredes muy gruesas, esta chapa, en igualdad de circunstancias, resuena con mas fuerza en el líquido que las paredes gruesas del vaso. En efecto, cuando se producen ondas sonoras en el agua por medio del silbato cerrado á beneficio de una membrana dirigiendo la estremidad de este último hácia el líquido perpendicularmente á la chapa fija, pero sin tocarla, el conductor hace oír el sonido con fuerza en la inmediacion de las paredes de la chapa, pero á cierta distancia del punto donde el sonido toma su origen. Si se dirige el silbato, sin variar nada la distancia, hácia las paredes del vaso grueso de madera, el conductor da tambien la percepcion de un sonido fuerte en la inmediacion de dichas paredes; pero la intensidad no es la misma en el caso anterior. Poco importa que la chapa esté fija en un borde solamente ó en los dos opuestos, con tal que sus lados se hallen libres y en contacto con el agua.

Finalmente, se conoce por qué las fibras del nervio estan situadas unas al lado de otras en la lámina espiral.

Cuanto mas se estienda el nervio auditivo en capas gruesas en las partes sólidas del caracol, menos recibirá las vibraciones de estas últimas, puesto que no es homogéneo con ellas; pero cuanto mas delgadas sean las capas que forme, mayor será la facilidad con que las conmociones de las partes sólidas se comuniquen á sus fibras que estan en contacto con ellas.

La intensidad de la comunicacion crece además con la superficie del cuerpo, que tocan las ondas sonoras. Si despues de haberse tapado los oidos se tiene el conductor en el agua en donde se escita un sonido, este, aumenta de intensidad á medida que se introduce el conductor, es decir, á proporcion que adquiere mas estension la superficie que presenta al agua.

CAPITULO III.

DE LOS EFECTOS DE LAS ONDAS SONORAS SOBRE LOS NERVIOS AUDITIVOS Y DE LA ACCION PROPIA DE ESTOS ULTIMOS.

I. *Efectos de las ondas sonoras sobre los nervios auditivos.*

La discusion debe partir aquí de las propiedades que tienen las ondas que llegan al laberinto.

Se deben distinguir las cualidades siguientes en una onda impulsiva escitada por un cuerpo sonoro y que llega al laberinto.

1.^o Su volúmen y la duracion de su impresion.

2.^o Su longitud.

3.^o La amplitud de las escursiones ó la estension del espacio que recorren las partes vibrantes.

El volúmen de la onda es la estension de esta en la direccion en que marcha. El volúmen de una onda en un medio que trasmite el sonido depende en parte del tiempo que el cuerpo vibrante emplea de una vibracion á otra ó en una vibracion entera, y en parte tambien de la facultad conductora del medio que recorre el sonido. La columna de aire del cañon de órgano de 32 pies ejecuta por minuto 32 vibraciones dobles ó diez y seis conmociones en una misma direccion. Una parte de las vibraciones dobles produce la condensacion del medio conductor ó la protuberancia de la onda, y la otra ocasiona la mitad recurrente de la vibracion, la rarefaccion ó la depresion de la onda. Como la velocidad del sonido en el aire es de 1022 pies

por segundo, la distancia entre el principio y el fin de una onda impulsiva es de 1022 dividido por 16, ó unos 64 pies para el *do* del cañon de órgano de 32 pies.

Para el *do* del cañon de 16 pies, que tiene 64 vibraciones dobles, ó 32 conmociones en el mismo sentido, el grosor de la onda en el aire es de 1022 dividido por 32, ó unos 32 pies.

Para el sonido del tubo de 8 pies (*do*₂), que tiene 128 vibraciones dobles ó 64 conmociones en el mismo sentido, el grosor de la onda en el aire es de 1022 dividido por 64 ó unos 16 pies.

Esta longitud de la onda en el aire es de 8 pies para el sonido del tubo de 4 (*do*₂), de 4 para *do*₃, de 2 para *do*₄ y de 1 para *do*₅.

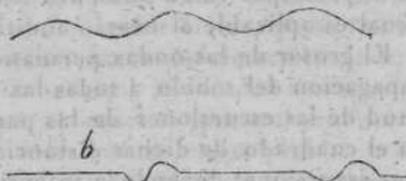
La velocidad del sonido en el agua es cuatro veces mayor que en el aire, y sube á 4,090 pies por segundo. Y así, el grosor de las ondas es mas considerable en el agua segun la misma proporcion, es decir, que es de 255 pies para el sonido del tubo de 32, de 128 para el de 16, de 64 para *do*₁, de 32 para *do*₂, de 16 para *do*₃, de 8 para *do*₄ y de 4 para *do*₅. Este es, pues, el grosor con que las ondas atraviesan el agua del laberinto, y en vista de esto se ve que la poca amplitud de este último no permite que, aun en los sonidos mas altos, le atraviesen simultáneamente muchas ondas; y que lejos de eso, generalmente hablando, la protuberancia de una onda ó su vértice, su maximum de condensacion, le abandona cuando le encuentra la protuberancia de la onda siguiente.

La duracion de la impresion que una onda produce en una partícula cualquiera del laberinto, al atravesarle depende de la de una vibracion del cuerpo sonoro, y es $\frac{4}{16}$ de segundo para el *do* del tubo de treinta y dos pies, y de un $\frac{1}{1024}$ de segundo para el *do*₅.

En ciertos casos es preciso distinguir tambien el grosor de las ondas de su distancia. Cuando el sonido es debido á cuerpos que vibran por va y ven, esta distancia es igual á cero, y las ondas se tocan inmediatamente como *a* (figura 14), con la sola diferencia de que en lugar de inflexiones ha y que imaginarse condensaciones y rarefacciones; pero si el sonido depende de conmociones entre los cuales ha-

ya movimiento de reposo, el medio conductor llega á este último detrás de una onda antes que empiece la siguiente, como se ve en *b*. Esto puede ocurrir cuando los sonidos provienen del simple choque como en la rueda de Savart, y

Fig. 14.



de consiguiente puede haber ciertas condiciones en que la duración de la impresion ó la del paso de las ondas al través de un punto dado del laberinto sea mas corta que los intervalos que separan su maximum.

Verificase en el grosor de una onda una graduacion insensible de la densidad desde el principio hasta el fin. Al principio de la onda empieza á crecer, llega al maximum al fin del primer cuarto, y disminuye hasta la mitad de su longitud; en el resto de la onda hay rarefaccion, pues aquí las moléculas, antes condensadas, tienden á alejarse unas de otras. La rarefaccion va siempre en aumento hasta el último cuarto en donde vuelve á disminuir.

Mientras la onda impulsiva camina en el laberinto, todas en particular pasan sucesivamente por estos grados de condensacion y rarefaccion en la direccion de la conmocion.

Como la conmocion es producida por una aproximacion y la rarefaccion por una separacion de las moléculas, todas las partículas de la onda recorren al mismo tiempo cierta estension de la conmocion. Esta estension es poco considerable al principio de la onda, porque la conmocion comunica á las moléculas un movimiento tanto menor cuanto mas distantes se hallan del punto primeramente conmovido. En la parte posterior de la onda, las moléculas se separan unas de otras, y en su velocidad hay la misma diferencia. Al paso de la onda por un punto del medio que recorre las moléculas que se encuentran en este sitio, experimentan sucesivamente una condensacion creciente, despues una menguante, y en la parte posterior de dicha onda vuelve al estado de la rarefaccion. Al mismo tiempo la velocidad con que las moléculas del medio se mueven durante el paso de la onda al través de este punto, se hace sucesivamente ma-

yor, llega á su maximum y despues disminuye. Durante el paso de la depresion de la onda al través de este punto, la partícula ejecuta su vibracion recurrente con una rapidez que al principio va en aumento y despues disminuye; todo lo cual es aplicable al nervio auditivo.

El grosor de las ondas permanece el mismo durante la propagacion del sonido á todas las distancias; pero la amplitud de las escursiones de las partículas vibrantes, crece con el cuadrado de dichas distancias, y de la amplitud de estas escursiones depende la intensidad ó la fuerza del sonido del oido.

La forma de las ondas en el aire es esférica, y el órgano del oido no recibe mas que un segmento de esta esfera, que se puede llamar la latitud de la onda, ó su estension en superficie. La latitud de las ondas que sirven para la audicion depende de la estension en superficie en que la onda choca contra el nervio auditivo. Las ondas que llegan de la caja del tambor al laberinto no tienen á su entrada en esta cavidad mas que la estension de la ventana oval ó de la redonda; pero desde este punto empiezan á estenderse.

II. *Distincion de los sonidos.*

Para la sensacion del sonido parece suficiente una simple conmocion comunicada al nervio auditivo, como por una esplosion, por la division del aire, por la reunion de dos capas separadas de aire, en el ruido del látigo &c. Nada se opone á que se adopte este modo de ver, y Chladni le encuentra probable, aunque se debe confesar que una simple conmocion determina ondas aéreas. Nadie duda que la percepcion de la conmocion como sonido depende las mas veces de muchas ondas; sin embargo, puede suscitarse la cuestion de saber si en el sonido que proviene de una sucesion de conmociones cada una de estas últimas debe tener una fuerza tal que se le oiga como si estuviese sola, y se oye una sucesion de conmociones débiles, cada una de las cuales ninguna impresion haria en el oido si estuviese sola. Hasta ahora no ha sido examinado el problema, y al parecer faltan los medios de resolverle.

De una sucesion rápida de muchas conmociones esparcidas por intervalos desiguales nace un ruido ó un estrépito, así como una sucesion rápida de muchas conmociones

entre las cuales se encuentran intervalos iguales da un sonido determinado cuya elevacion crece con el número de las conmociones en un tiempo dado. Puede hacerse sensible este fenómeno con la sirena de Cagniar-Latour y con la rueda de Savart. Se produce tambien un sonido determinado cuando cada una de las conmociones que se suceden con regularidad está compuesta de otras muchas que ya producirian por sí mismos un ruido ó de una sucesion regular y bastante rápidas de ruidos. Esto es precisamente lo que sucede en los sonidos producidos por los aparatos que se acaban de indicar; porque aquí cada conmocion tomada en particular es ya un ruido complejo, que se distingue con facilidad, aun cuando la reduccion de los ruidos en una sola suma da origen á la impresion de un sonido de un valor determinado.

Pregúntase aquí cuántas conmociones sucesivas se necesitan por lo menos para dar la sensacion de un sonido determinado y comparable. Segun las investigaciones de Savart, dos conmociones, ó el equivalente de cuatro vibraciones, bastan para esto. En efecto, si las conmociones son producidas por el choque de los dientes de una rueda contra un cuerpo, se pueden suprimir sucesivamente todos hasta no dejar mas que dos, sin que deje de producirse un sonido que tenga un lugar determinado en la escala. Cuando una rueda armada de dos mil dientes, que hace una revolucion sobre sí misma en un segundo, se encuentra reducida á la mitad de este número de dientes en su mitad, se concibe que el intervalo de las conmociones no cambia por esto; podemos pues continuar quitando dientes hasta que no queden mas que dos, y si la rueda continúa moviéndose con la misma rapidez, es decir, efectuando una revolucion sobre sí misma en un segundo, el sonido que resulte de las dos conmociones puede compararse todavía con el de un instrumento, de modo que se reconozca que los dos son unísonos.

Si por el contrario se reducen los dientes de una rueda á uno solo, no se percibe ya el sonido determinado, sino solamente el ruido que este diente produce, suponiendo que la rotacion de la rueda sea bastante rápida para que el intervalo de uno de los choques dados por el diente único al choque mas próximo no sea mas considerable de lo que exige el intervalo de las conmociones del sonido determinado.

Cuando los sonidos escitados por vibraciones de las cuales una empieza regularmente cuando la otra ha cesado, se podria estar en la duda de saber si la agudeza del sonido depende de la longitud de la onda ó de otra cualidad de esta última, mas los esperimentos practicados por la rueda de Savart prueban que la elevacion ó agudeza del sonido no depende en modo alguno de la constitucion de las ondas. En los sonidos producidos por la rueda las conmociones que comunican al aire los choques del cuerpo levantado por los dientes de esta son perfectamente iguales, ya gire la rueda sobre sí misma con rapidez ó con lentitud, solo que el intervalo de las conmociones es desigual.

El problema del maximum y del minimum de los intervalos de las conmociones que son comparables como sonidos, ha sido resuelto tambien por Savart de un modo mas satisfactorio y exacto que lo habia sido antes de este físico. Siendo conveniente la intensidad, se oyen todavía sonidos correspondientes á cuarenta y ocho mil vibraciones por segundo, ó á veinte y cuatro mil conmociones, induciendo todo á creer que no es este el límite estremo de los sonidos mas agudos y perceptibles al oido. Treinta y dos vibraciones simples por segundo no son tampoco el límite de los sonidos mas graves como se habia admitido, porque Savart ha llegado á hacer percibir sonidos con solo catorce ó diez y ocho vibraciones simples ó siete á ocho conmociones por segundo; y aun es probable que fuesen accesibles al oido sonidos todavía mas graves, si las conmociones tuviesen una elevacion suficiente. La que una conmocion debe tener para ser oida es efectivamente tanto mas corta, cuando mas agudeza tiene el sonido, porque el intervalo entre las dos conmociones en los sonidos agudos disminuye en proporcion correspondiente. Es, pues, preciso que para los sonidos mas graves perceptibles al oido la duracion de las conmociones sea tanto mas larga quanto mayor sea su gravedad. Para dar una duracion mas larga á las conmociones en los sonidos mas graves, empleaba Savart una rueda con dos á cuatro rayos libres, que al pasar entre dos aletas, sin tocarlas, producian durante la rotacion de la rueda, por la condensacion y rarefaccion que determinaban en el aire fuertes conmociones, susceptibles de ser oidas cada una en particular, pero que uniéndose dan lugar á la impresion de un sonido cuando la rueda gira con una rapidez sufi-

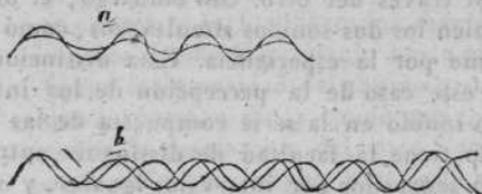
ciente. Por lo demás, los aparatos de Savart permiten dedicarse á cálculos rigurosos, puesto que estan acompañados de un contador, cuyas revoluciones se pueden detener á nuestro arbitrio.

Este autor ha podido convencerse tambien de que arancando uno ó muchos dientes á una rueda giratoria la duracion de la impresion en los nervios auditivos escede á la de las conmociones, lo cual sucede igualmente con la luz: porque la separacion de un diente no produce interrupcion en el sonido. En cuanto á la duracion de esta prolongacion de impresion es dificil determinarla, puesto que va desapareciendo de un modo insensible.

III. Audicion de muchos sonidos simultáneos.

El caso mas sencillo de todos los de esta especie es la audicion de dos sonidos simultáneos unisonos. En semejante circunstancia los intervalos son iguales; los maxima de las conmociones caen unas sobre otras, lo cual rara vez ó nunca sucede.

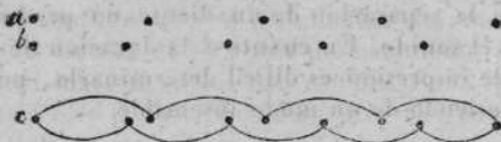
Fig. 15.



En el primer caso se efectnan condensaciones mas fuertes, como se manifiesta en *a* (figura 15); en el segundo los maxima de dos ó muchos sonidos unisonos marchan formando una serie como en *b*, de manera que los miembros de las series se corresponden y los intervalos quedan los mismos. Esta disposicion en uada puede alterar la audicion. Colócase aquí tambien la resonancia, porque siendo iguales entre si las ondas resonantes y primarias, se conducen exactamente como las ondas de muchos sonidos unisonos dados primitivamente. Esta figura puede servirnos tambien de imagen para la simultaneidad de ondas primarias y resonantes. En la produccion del timbre las ondas del sonido se cruzan con ondas accesorias.

La audicion de dos sonidos simultáneos que no tienen el mismo número de vibraciones debe ser mas fácil que la de un sonido único, porque la comparacion de los intervalos presenta dificultades en razon de que los maxima de las vibraciones de uno caen en las del otro.

Fig. 16.



En efecto, si los dos sonidos *a* y *b* se oyen con los intervalos indicados en la figura 16, de las dos series de intervalos marcados unos debajo de otros, resulta la serie compuesta *c*. Si los sonidos deben su origen á dos ruedas cuyos dientes se parecen en la forma, las mismas conmociones particulares son iguales, y el modo de conmocion no puede ser la causa de oír que uno de los sonidos penetra por decirlo así, al través del otro. Sin embargo, el oído distingue muy bien los dos sonidos simultáneos, como he podido convencerme por la esperiencia. Esta distincion debe depender en este caso de la percepcion de los intervalos de uno y otro sonido en la serie compuesta de las conmociones, el oído tiene la facultad de distinguir entre las conmociones *a* separados por intervalos iguales, y *vice versa*, porque siempre vuelven los intervalos, todavía mas pequeños que deben provenir del incremento de las dos series, se escapan á la audicion porque no vuelven de un modo regular, y no hay mucha igualdad entre ellos en razon de su situacion. Esta distincion tiene analogía con la que nuestro ojo llega á establecer en el caso de imágenes compuestas.

Fig. 17.



En la figura 17 los triángulos principales, el exágono del medio y los triángulos pequeños de la periferia llegan reunidos á la intuicion; pero depende del entendimiento el que tal ó cual impresion sea instantáneamente la mas viva. Lo mismo sucede en la hipótesis de un gran número de sonidos; el entendimiento percibe entonces tales ó

cuales intervalos dados con mas intensidad ó mas claramente que los otros, lo cual nos pone en disposicion de distinguir los sonidos de un instrumento en medio de una orquesta, á cuya facultad contribuye naturalmente de un modo poderoso la diferencia que hay entre los diversos instrumentos con relacion al timbre, y que hace que las conmociones de sus sonidos se hagan brotar por vibraciones accesorias.

Fig. 18.

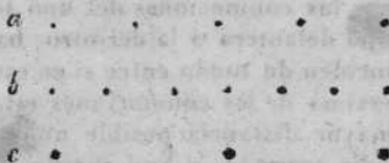


Hay un caso que presenta un interés particular, y es aquel en que dos sonidos se encuentran casi unisonos, pero que no lo son completamente, de modo que, por ejemplo, el uno da ciento, y el otro ciento y una conmociones por segundo. Entonces las conmociones del uno toman poco á poco la delantera á la del otro, hasta que al fin coinciden de modo entre sí en cada segundo. Los maxima de las conmociones estan colocados á la mayor distancia posible uno de otro durante medio segundo; y aun sucede que la rarefaccion del uno y la condensacion del otro se cubren ó se borran recíprocamente como representa la figura 18; pero todos los segundos se cubren ó se fortifican los maxima de los dos sonidos. Desde el principio hasta el medio de la figura la intensidad del sonido disminuye, porque la porcion de la condensacion del uno que cubre la rarefaccion del otro, se hace poco á poco cada vez mayor, hasta que al fin llega á un punto en que se neutralizan recíprocamente; despues de lo cual el sonido se aumenta á medida que la rarefaccion del uno se aleja de la condensacion del otro, hasta que en el extremo opuesto no hay ya mas que las condensaciones que se cubren. Deberia, pues, haber aquí, propiamente hablando, un momento de silencio completo en el medio. Como no hay interrupcion alguna y solamente tiene el sonido menos fuerza en este momento que en cualquier otro, el experimento puede servir tambien de prueba para demostrar que la impresion ejercida en los nervios auditivos escede á la de la causa. Pero si dos sonidos simultáneos son casi unisonos, sin

serlo completamente, además del valor determinado del sonido, se nota un aumento y una disminución flotantes de su intensidad. Esto es lo que se llama el compás, fenómeno que es fácil notar cuando se pellizcan dos cuerdas que no son enteramente unísonas.

Dos sonidos simultáneos entre cuyas vibraciones reina una vibración simple como la de 2 á 3, de 3 á 4, de 4 á 5, y en las cuales la coincidencia de dos conmociones tiene lugar con una rapidez suficiente, producen por efecto de esta circunstancia un tercer sonido subjetivo, que sin embargo

Fig. 19.



tiene también sus causas fuera del sujeto. Supongamos que el sonido *a* da dos vibraciones, mientras que el sonido *b* da tres; si las conmociones de uno y otro han empezado al mismo

tiempo, su coincidencia se repite siempre después de dos intervalos del primero y tres del segundo, lo cual hace que el oído oiga también aparte las conmociones más fuertes *c* con intervalos mayores, y que constituyen un tercer sonido, ó el sonido de Tartini. La figura 19 hace apreciable á la vista el fenómeno; solo que es necesario notar que los puntos indican no las conmociones, sino solamente su *maxima*, y debemos figurarnos los *maxima* de la rarefacción en medio del intervalo que separa los puntos. Se pueden producir estos sonidos, tanto con instrumentos de cuerdas como con instrumentos de viento, con tal que dichos sonidos sean suficientemente sostenidos. Montando en *mi*₃ la cuerda *re*₃ de un violín, y atacándola de un modo sostenido por el arco, al mismo tiempo que la cuerda *la*₃, se produce el sonido *la*₄. Asimismo se obtiene *do*₂ con *do*₄ y *mi*₄, ó *sol*₂ con *si*₄ y *re*₄. En ciertos casos se manifiesta además un sonido de Tartini, lo cual hacia ya prever la teoría, y ha observado Blein.

En el ejemplo anterior hemos supuesto que los dos sonidos empezaban exactamente á la vez dando la primera conmoción á un mismo tiempo. Si no es así no podrá haber una coincidencia perfecta de las conmociones, y solo habrá un maximum de aproximación á momentos determinados,

es, decir que uno de los sonidos llegará al maximum de su conmoción cuando el otro no haya llegado todavía á la suya, lo cual espresa la figura siguiente:

Fig. 20



Las series *a* y *b* tienen los mismos intervalos que en el ejemplo anterior; *a* da dos vibraciones mientras *b* tres. De las dos series proviene la serie compuesta *c*; pero esta aproximación de los *maxima*, luego que se repite, basta para percibirse y producir el sonido de Tartini; solo que no será tan fuerte como en el caso anterior. Cuanto mayor es la aproximación de los *maxima*, mas intensidad tiene el sonido de Tartini.

Concibese al mismo tiempo en vista de esto por qué hay tanta inconstancia en la observación de este sonido, y por qué no se puede contar con él en música.

El sonido de Tartini, que siempre es mas grave que en los sonidos primarios, debe distinguirse con cuidado como sonido subjetivo de los sonidos accesorios mas agudos, de las cuerdas, de las campanas &c., que se hacen oír independientemente del sonido fundamental y que pertenecen á los sonidos de caramillo. Aquellos tienen una causa objetiva en los instrumentos que producen el sonido.

IV. Armonía del sonido é intervalos musicales.

Las relaciones de los sonidos de que se hace uso en música se fundan en parte en el mayor ó menor desarrollo de la facultad que el oído tiene de distinguir la impresión total de cierto número de vibraciones, y en parte en el placer que causan á los sentidos las relaciones simples de

los sonidos unos con otros por el aspecto del número de sus vibraciones

La relacion que el oído percibe con mas facilidad es la de $1 : 2 : 4 : 8$ &c., es decir la relacion del sonido fundamental á la octava y á las octavas siguientes. Los sonidos, uno de los cuales da dos veces tantas vibraciones como otro en un mismo tiempo, se parecen tanto que no obran en nosotros sino como repeticiones uno de otro. Y así la relacion de dos sonidos no experimenta alteracion esencial cuando se hace uno de ellos mas agudo ó mas grave una ó muchas octavas. Otra relacion, igualmente fácil de apreciar, y agradable por ser sencilla, es la de $2 : 3$, ó del sonido fundamental á la quinta, y la de $4 : 5$, ó del sonido fundamental á la tercia. Si se designa el sonido fundamental por 4 , la tercia es por consiguiente 5 , la quinta 6 , y la octava 8 . Si se toma 1 por sonido fundamental se tendrá

do_2	mi_2	sol_2	do_3
1	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	2
sonido fundamental	tercia	quinta	octava.

cuatro sonidos que tomados en conjunto forman el acorde mas sencillo y eficaz, los tres primeros dan ya uno fuerte agradable.

Empero la música no se ha detenido aquí; pues hay todavía otras relaciones de sonidos fáciles de percibir y agradables al oído. El sonido cuya octava do_2 es la quinta, ó cuya relacion espresa $3 : 2$, es $\frac{3}{4}$ ó fa_2 y hay por consiguiente una relacion tan sencilla entre él y el sonido fundamental do_2 como entre él y la octava do_2 ; la tercia de sol_2 es $\frac{15}{8}$ ó si_2

do_2	mi_2	fa_2	sol_2	si_2	do_3
1	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{15}{8}$	2

Entre do_2 y mi_2 se encuentra todavía un sonido que se

conduce como quinta con respecto á *sol* de la octava mas grave, y que por consiguiente es *re*₂ con $\frac{9}{8}$.

Finalmente *do* es á *re*, ó $1 : \frac{9}{8}$ como un sonido (*la*) intermedio entre *sol* y *si* es á *si*; este *la* es $\frac{5}{3}$.

Tales son los sonidos de la escala.

<i>do</i> ₂	<i>re</i> ₂	<i>mi</i> ₂	<i>fa</i> ₂	<i>sol</i> ₂	<i>la</i> ₂	<i>si</i> ₂	<i>do</i> ₂
1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

En esta serie

do es á *re* como $1 : \frac{9}{8}$

re es á *mi* como $1 : \frac{10}{9}$

mi es á *fa* como $1 : \frac{16}{15}$

fa es á *sol* como $1 : \frac{9}{8}$

sol es á *la* como $1 : \frac{9}{10}$

la es á *si* como $1 : \frac{9}{8}$

si es á *do* como $1 : \frac{16}{15}$

Las relaciones $1 : \frac{9}{8}$ y $1 : \frac{10}{9}$ se llaman tonos enteros y la de $1 : \frac{16}{15}$ toma el nombre de semitono. Entre los sonidos que estan separados por tonos enteros se distinguen todavia semitonos.

No hay igualdad entre elevar un sonido un semitono ó de la relacion de $1 : \frac{16}{15}$ y bajo el sonido la misma cantidad, y por consiguiente *do* sostenido difiere de *re* bemol. El intervalo de $1 : \frac{5}{4}$ ó de *do* á *mi* se llama tercia mayor y el in-

tervalo de $1 : \frac{6}{5}$ ó de *do* á *mi* bemol toma el nombre de *tercia menor*.

En un acorde consonante de muchos sonidos, estos deben estar en relacion simple, tanto con el sonido fundamental como entre sí. A esta sola condicion debe su reunion el producir un efecto agradable, *do* : *mi* : *sol* : ó $1 : \frac{4}{5} : \frac{3}{2}$ forman una triada armónica porque *mi* está con *do* en una relacion simple, la de $5 : 4$, y *sol* está con *do* en una relacion igualmente simple, la de $3 : 2$: pero *mi* y *sol* son tambien consonantes, puesto que la relacion entre ellos es de $1 : \frac{6}{5}$. Por el contrario, *do* : *mi* bemol : *mi*, ó $1 : \frac{6}{5} : \frac{5}{4}$ no forman un acorde armónico, porque *do* es efectivamente á *mi* bemol, como $1 : \frac{6}{5}$ y *do* á *mi* como $1 : \frac{5}{4}$; pero *mi* y *mi* bemol no son consonantes, en atencion á que $\frac{6}{5} : \frac{5}{4} = 1 : \frac{25}{24}$. La armonía tiene, pues, por causa la sencillez de las relaciones numéricas.

El acorde del sonido fundamental con la *tercia mayor* y la *quinta*, *do* : *mi* : *sol* : ó $1 : \frac{5}{4} : \frac{3}{2}$ se llama el acorde mayor; el del sonido fundamental con la *tercia menor* y la *quinta* *do mi* bemol : *sol*, ó $1 : \frac{6}{5} : \frac{3}{4}$ se llama acorde menor. Ambos estan compuestos de una *tercia mayor* y de una menor, $\frac{5}{4}$ y $\frac{6}{5}$ y reunidos forman una *quinta*. En el acorde mayor la *tercia mayor* precede á la menor y en el acorde menor al contrario. Estos dos acordes producen un efecto diferente en el oido. La consonancia es mas satisfactoria en el acorde mayor que en el menor.

Las disonancias producen tambien un efecto agradable al oido cuando forman el paso á consonancias, lo cual se llama resolverlas ó salvarlas. Un acorde disonante además de los intervalos consonantes contiene uno disonante. La octava es consonante con la tónica, la *tercia* y la *quinta*; pero la *séptima* hace disonancia. El acorde de esta última puede servir como ejemplo de un acorde disonante, además de la

tónica; la tercia y la quinta contiene la séptima. Se consigne resolver la disonancia por un acorde que, en lugar del sonido disonante, encierre los consonantes, ó que sea consonante con el sonido disonante. La relacion es la misma que cuando vemos muchos colores á la vez; la falta de armonía entre el azul y el rojo desaparece por la interposicion de otro color que forme armonía con estos dos y sea indiferente para los demás. El verde entre el rojo y el azul hace desaparecer la falta de armonía, porque es armónico con el rojo é indiferente con respecto al azul. El mismo efecto resulta del naranjado que es armónico con el azul é indiferente para el rojo. Descartes ha pintado muy bien el efecto de las disonancias y consonancias en el oido. *Inter objecta sensus illud non animo gratissimum est quod facile sensu percipitur, neque etiam difficillime, sed quod non tam facile, ut naturale desiderium, quo sensus feruntur in objecta, plane non impleat, neque etiam tam difficulter, ut sensus fatiget.* La armonía de la octava es demasiado sencilla para satisfacer, y la misma disonancia se hace satisfactoria cuando lo que en ella es difícil de comprender se resuelve en una relacion mas fácil.

Hay imposibilidad de emplear los intervalos con una pureza aritmética tal como exige el oido, cuando la serie de los sonidos es considerable. El ejemplo siguiente citado por Hladni nos da la prueba de esto. Cuando se emplean solamente á continuacion uno de otro los intervalos *sol, do, fa, re, sol, do*, el segundo *do* no tiene ya el valor del primero y lo mismo se dice del *sol*. La pureza de los intervalos exigiria

$$\text{sol} : \text{do} = 3 : 2$$

$$\text{do} : \text{fa} = 3 : 4$$

$$\text{fa} : \text{re} = 6 : 5$$

$$\text{re} : \text{sol} = 3 : 4$$

$$\text{sol} : \text{do} = 3 : 2$$

ó *sol : do : fa : sol : do = 243 : 162 : 214 : 180 : 240 : 160*. La primera vez *sol* tiene el valor de 243, y la segunda el de 240; el primer valor de *do* es de 162, y el segundo de 160. Repitiendo mas esta operacion, nos alejaríamos siempre cada vez mas del valor primitivo de los sonidos. Lo que se llama la *temperatura* evita este inconveniente alte-

rando la pureza de los sonidos de un modo ligero pero insensible al oído. Dicese igual ó desigual segun que la alteracion se encuentra repartida de un modo uniforme ó no. La temperatura igual se admite generalmente en la música como la mas fácil para ponerse en práctica. Intentar mantener la pureza de los sonidos entre las octavas no haria otra cosa que acarrear mayores inconvenientes para los otros sonidos. Los inconvenientes de la temperatura igual no son sensibles al oído, así como tampoco lo son en general las ligeras faltas en el acorde de un instrumento. Si el oído pudiese notar diferencias tan pequeñas, la práctica de los intervalos puros sería imposible en instrumentos, puesto que ya se encuentran tantas dificultades en obtener uno que sea perfectamente puro.

V. Audicion.

Distinguir la direccion de un sonido no es un acto de la misma sensacion, sino un juicio deducido de la esperiencia. En razon de la modificacion que el oído experimenta segun esta direccion, la percepcion coloca al cuerpo que produce el sonido en tal ó cual sentido determinado. La guia cierta en este punto es la impresion mas viva que el sonido ejerce en uno de los dos oídos. Sin embargo, la reflexion de las ondas sonoras, la resonancia y la trasmision debilitada del sonido por el aire de los tubos de comunicacion encorvados establecen la posibilidad de numerosos errores. La trasmision condensada del sonido en tubos que contengan aire á su propagacion por conductores sólidos á un foco de resonancia distante pueden dar márgen á una ilusion tal que su punto de partida parezca ser el extremo del tubo en el primer caso, ó el foco de resonancia en el segundo.

La direccion del sonido puede igualmente ser apreciada por medio del oído dando posiciones variadas á la cabeza y á la oreja, las cuales hacen que las ondas sonoras caigan sobre esta última unas veces perpendicular y otras oblicuamente.

Si estos dos medios no producen el efecto deseado por estar los dos oídos en una misma situacion con respecto al sitio del sonido, como cuando este último es producido delante ó detrás de nosotros, no está en nuestra mano poder

distinguir si las ondas sonoras vienen de delante ó de atrás, como resulta de los experimentos de Venturini, y establecen ya por sí solas las leyes de la física. Las ondas no determinan solamente la conmoción condensante en una dirección, sino que también produce la conmoción dilatante en la dirección opuesta, y cuando se suceden muchas unas á otras, estas dos especies de conmociones alternan regularmente entre sí. Aun cuando se pudiese distinguir la dirección de la conmoción en el nervio, no habría menos motivos en el último caso para colocar el sonido en una dirección mas bien que en la opuesta.

Los ventrílocos se aprovechan de la incertidumbre que presenta la distinción de la dirección del sonido, y del poder de la imaginación sobre el juicio, y hablan en cierta dirección haciendo como si oyesen que el sonido venia de aquella parte.

No percibimos la distancia del sonido, pero juzgamos de ella por su intensidad. El mismo sonido ocupa siempre sitio en nuestro oído; mas nosotros colocamos fuera el cuerpo que le produce. Basta ensordecér la voz y hacerla de modo que la oigamos á lo lejos para hacer creer que está distante, lo cual se practica en la ventriloquia.

Pero la imaginación influye también en el acto mismo de la sensación, la cual se hace mas viva por efecto de la atención. Llegase á distinguir entonces un ruido producido entre otros muchos sonidos numerosos, y á seguir el sonido de un solo instrumento en una orquesta. Si dos personas nos dicen cosas diferentes cada una á un oído, las dos impresiones se mezclan entre sí; y solo á beneficio de un esfuerzo sostenido de atención y por la diferencia del timbre de los dos sonidos nos es dado seguir una de las dos series y hacer nuestro oído mas ó menos inaccesible á la otra serie que obra en nosotros como un ruido que nos distrae. Aumentar voluntariamente la atención que se dedica á sonidos se llama *escuchar*. Cuando la intención del alma cae sobre lo que los nervios auditivos han llevado al *sensorio comun*, no oímos ni aun el sonido existente; pero muchas veces no percibimos débilmente una cosa sino porque otra ocupación que absorbe nuestra atención nos impide escucharla, y en seguida nos acordamos del sonido: un fenómeno análogo se verifica en otros sentidos. Los actos contrarios de la imaginación se alteran en cierto modo los unos á los otros, como sucede á

las ondas dotadas de cualidades opuestas, que despues de haberse atravesado recíprocamente continuan marchando cada una por su lado.

VI. *Prolongacion de la sensacion auditiva.*

Los experimentos de Savart referidos anteriormente establecen ya que la impresion de las ondas sonoras en los nervios auditivos dura un poco mas tiempo que el paso del sonido al través del oido; pero una duracion larga ó una repeticion frecuente del mismo sonido hace persistir mucho mas la sensacion consecutiva en el nervio y la mantiene mas de diez ú once horas, como lo saben muy bien los que han pasado muchos dias seguidos en una silla de posta, pues luego que llegan á su destino continuan oyendo por mucho tiempo el ruido en sus oidos.

En vista de esto se puede juzgar que la sensacion del sonido, como tal, no depende en último resultado de la existencia de las ondas sonoras, y que el sonido como sensacion, es debido á un estado del nervio auditivo que puede muy bien ser escitado por conmociones, pero que tambien es posible de otro modo. Han creido explicar las sensaciones consecutivas en el sentido de la vista admitiendo que la luz, supuesta materia, es retenida por algun tiempo por la retina, como en el caso en que es absorbida. Por lo que toca al sentido del oido, la falsedad de esta hipótesis es harto manifiesta; aquí no hay materia escitante que pueda ser retenida, y para que las ondas determinadas por la conmocion persistiesen sería preciso que el mismo principio nervioso experimentase en el nervio auditivo fluctuaciones hasta que se restableciese el equilibrio.

VII. *Audicion doble.*

A la vista doble del mismo objeto por los dos ojos corresponde la audicion doble por los dos oidos, y á la vista doble con un ojo por la desigualdad en la refraccion, la audicion doble con un oido á causa de la que existe en la trasmision.

El primer modo de audicion doble es muy raro; sin

embargo, Sauvages é Itard citan ejemplos de ella. En uno de los dos casos de Sauvages además del sonido fundamental, el individuo oia su octava, lo cual sería difícil de explicar, si el hecho fuese exacto. El individuo de quien habla Itard oia por los dos oidos sonidos de agudeza diferente. Es probable que los hechos de esta especie fuesen menos raros si se observan con mas atencion. Yo mismo he sido atormentado una vez por una especie de resonancia en un tono mas elevado que me heria cuando percibia sonidos de una fuerza moderada, tales como los de la voz humana, pero este fenómeno fue muy pasajero y no se volvió á reproducir; no sé tampoco si dependia de una desigualdad de accion en los dos oidos. El segundo modo de audicion doble depende no de la desigualdad de accion de los dos oidos sino de la falta de uniformidad en el modo como estos dos medios diferentes transmiten un mismo sonido al órgano auditivo. Se le puede producir escuchando con un oido en el aire el sonido de una campanilla que suena en el agua, mientras que el otro escucha las vibraciones que el líquido le transmite á beneficio de un conductor. Los dos sonidos difieren uno de otro con respecto á la intensidad y al timbre. Lo mismo sucede cuando por medio de un silbato cerrado por una membrana y sumergido en el agua se produce un sonido que llega á un oido por el aire, y al otro tapado por el conductor sumergido en el agua.

VIII. *Finura del oido.*

Es preciso distinguir en la vista muchos géneros de perfeccion que recaen sobre la facultad de ver á distancias diversas, así como la de reconocer el campo de las partículas de la retina, distinguir la claridad y la oscuridad, y apreciar los matices de los colores. El sentido del oido no se presta á ningun paralelo con la primera de estas cuatro facultades, así como tampoco con la segunda, pero lo mismo que tal hombre no ve bien sino con mucha luz, y tal otro con una luz moderada, igualmente el oido no tiene la misma aptitud en todos para distinguir los sonidos graves y agudos, y como un sugeto dotado de buena vista puede apreciar bien los colores y carecer totalmente de sentido para juzgar de su falta de armonía, así co-

mo un hombre que oye bien, y que percibe el menor ruido, puede ser incapaz de establecer distinciones musicales entre los sonidos y sentir la armonía y la disonancia, mientras que es posible que otro con el oído débil posea esta facultad en alto grado. Ciertos individuos oyen muy bien de un modo general; pero los límites de la audición para los sonidos agudos son en ellos muy poco estensos. Wollaston ha observado ejemplos de esto. Los que tienen el oído duro oyen algunas veces todavía con facilidad los sonidos muy agudos. En vista de lo que precede parece que este fenómeno puede depender en otros casos de la excesiva tensión de la membrana timpánica por una causa cualquiera. Ciertos sordos oyen mejor los sonidos débiles cuando se produce mucho ruido al rededor de ellos. Willis ha descrito dos casos de este género relativos, uno á una persona que no podia seguir una conversacion sino cuando se tocaba un tambor cerca de ella, y el otro á un individuo que no oia sino cuando se tocaban las campanas. Holder, Bachmann y Fielitz (1) han visto otros ejemplos del mismo género. Este efecto puede depender del entorpecimiento del nervio auditivo que necesita un estímulo para desplegar toda la energía de su accion. La facultad que algunos sordos tienen de oir tales ó cuales sonidos tan bien como otras personas en medio de un gran ruido puede depender igualmente de que el ruido los perturba mucho menos (2). Tal debia ser por ejemplo el caso de aquel que en un coche cerrado tomaba parte sin dificultad en la conversacion de sus compañeros de viaje; los otros, decia él, no oyen tambien como yo la voz de las personas que hablan en el coche, porque perciben mas el ruido de la rueda. La finura excesiva del oído proviene de la demasiada irritabilidad del nervio auditivo, y corresponde á la fotofobia. Ignórase cuáles son las causas que hacen que tal ó cual individuo carezca de oído músico; pero cualquiera que no tenga esta aptitud siempre será un mal cantor, aunque por otra parte tenga una voz hermosa.

(1) V. MUNCKE, en GECHLEK's *Physic. Wörterbuch*, t. IV, P. II, p. 2220.

(2) DEGERANDO, *De l'éducation des sourds muets*, Paris, 1827, 2 vol. in-8.

IX. *Sonidos subjetivos.*

Los sonidos puramente subjetivos son los que dependen, no de ondas impulsivas, sino de un estado de excitacion en el nervio auditivo; porque cualquiera que sea la excitacion que experimente este nervio, la siente como sonido y la oye. Tales son los tintineos y zumbidos de oidos en las personas que tienen los nervios delicados, ó el cerebro enfermo, y en aquellas cuyo nervio auditivo es el asiento de una lesion; tal es tambien el ruido que se percibe en los oidos despues de haber corrido mucho tiempo en un carruaje de mal movimiento. Algunos de los experimentos de Ritter sobre la electricidad han ido acompañados de una manifestacion de un sonido en el oido: aquí la afeccion del nervio auditivo es producida por la sola corriente del fluido eléctrico, que da lugar á una sensacion de luz en el ojo, á una sensacion tactil en los nervios del tacto, á la sensacion de un olor fosfórico en los nervios olfatorios, y á la de un sabor agridulce ó acre en los nervios gustativos. Puede consultarse lo que sobre este punto he dicho en la introduccion á la fisiologia de los sentidos.

Es preciso distinguir los sonidos puramente subjetivos de aquellos cuya causa no reside únicamente en el nervio auditivo, sino que depende de un sonido producido en los mismos órganos de la audicion. Colócase aquí el ruido que se observa en los casos de congestion hácia la cabeza y oido, ó en los de dilatacion aneurismática de los vasos. Muchas veces se oye tambien bajo la forma de un silbido interrumpido, el simple ruido de la circulacion de la sangre en el oido. Este es tambien el lugar del estallido que acompaña á la contraccion de los músculos de los huesecillos del oido, y del ruido que se oye al contraerse los músculos del velo del paladar en el bostezo, cuando se conduce el aire de la caja timpánica de modo que se distienda su membrana, al sonarse, al bajar violentamente la mandíbula inferior &c.

El zumbido de oidos que acompaña á la obliteracion de la trompa de Eustaquio no puede explicarse todavía de un modo suficiente.

Heule ofrece la particularidad individual de excitar un ruido en su oido pasando lijeramente el dedo por su meji-

lla; lo cual puede depender de una acción reflejada del nervio facial sobre el cerebro y por consiguiente sobre el nervio acústico, ó tambien de un movimiento reflejado de los músculos de la cadenilla huesosa.

X. *Simpatías del nervio auditivo.*

Las excitaciones del nervio auditivo pueden determinar movimientos y aun sensaciones en nuestros sentidos. Uno y otro efecto se verifica probablemente según las leyes de la reflexión por el intermedio del cerebro. Un ruido violento produce en todos los hombres pestañeo de los párpados, y en los que tienen los nervios delicados una sacudida en todo el cuerpo.

Las sensaciones que suceden á impresiones auditivas son principalmente sensaciones táctiles. En las personas muy impresionables un sonido imprevisto es seguido algunas veces de una sensación táctil desagradable, como de una conmoción eléctrica en todo el cuerpo, y aun de una sensación táctil en el oído esterno; ciertos sonidos, como el frote del papel, el roce del cristal y otros semejantes, causan á muchos individuos una sensación desagradable en los dientes ó un calofrío en todo el cuerpo. A ciertos hombres se les viene el agua á la boca cuando oyen sonidos violentos.

Tiedemann (1) y Linke (2) han reunido muchos ejemplos de simpatías relativas á esto mismo.

El oído puede sufrir además alteraciones que tienen por punto de partida muchas partes del cuerpo; es susceptible de alterarse sobre todo en las enfermedades del bajo vientre y en las afecciones febriles, induciendo todo á creer que en semejante caso sirven tambien de intermedio las partes centrales del sistema nervioso.

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. I, cuád. 2.

(2) *Loc. cit.*, p. 567.

SECCION TERCERA.

DEL SENTIDO DEL OLFATO.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS CONDICIONES FISICAS DE LA OLFACION.

El sentido del olfato (1) no obra sino cuando sobrevienen impresiones materiales y cambios correspondientes sufridos por el nervio olfatorio. Lo mismo que el del gusto, es susceptible de una infinidad de modificaciones relativas todas al modo de la impresion material.

La primera condicion del olfato es el nervio específico, cuyos cambios materiales son percibidos en forma de olores; porque ningun otro nervio transmite esta sensacion, aun cuando sea solicitado por causas idénticas, y la sustancia que tiene olor para el nervio olfatorio, tiene sabor para el nervio gustativo, y puede ser acre, quemante &c., para el nervio táctil. Kant decia que el olfato es un gusto á distancia; mas este modo de espresarse no me parece exacto.

La segunda condicion es un estado determinado del nervio olfatorio, ó un cambio material y especial de este nervio por el estímulo, es decir, por lo que es susceptible de conducir un olor.

Las cosas susceptibles de producir la sensacion de los olores son en los animales aéreos sustancias esparcidas en el aire en moléculas sumamente tenues, emanaciones gaseosas, por lo comun tan sutiles, que ningun reactivo es capaz de indicar su presencia, sino precisamente el nervio olfatorio. En los peces las materias susceptibles de afectar

(1) H. CLOQUET, *Osphrésologie*. Paris, 1821.

el olfato estan contenidas en el agua. La falta absoluta de conocimientos fisicos sobre el modo como las sustancias olorosas se esparcen, no nos permite saber si estan disueltas en el agua como lo está un gas absorbido por este líquido. Concibese por otra parte que su estado de disolucion en el agua no puede ser un motivo para negar el olfato á los peces; porque lo esencial de la sensacion olfatoria no depende de la naturaleza gaseosa de la materia odorífera, sino de la sensibilidad especifica del nervio olfatorio, y de la diferencia que hay entre esta sensibilidad y la de todos los otros nervios sensoriales. En los animales aéreos los olores tienen que disolverse en el moco de la membrana pituitaria antes de poder afectar al nervio olfatorio, debiéndose de verificar aquí un modo de expansion análogo al de la reparticion de una materia olorosa en el agua. Asimismo el nervio gustativo no es sensible solamente á las cosas sabrosas líquidas ó sólidas, porque hay cuerpos gaseosos, como el ácido sulfuroso y otros muchos que dan lugar á sabores cuando se disuelven en la humedad que cubre la lengua. Podemos, pues, concebir muy bien que un mismo principio provoca sensaciones diferentes en el nervio olfatorio y en el gustativo, el olor en el uno y el sabor en el otro. Comparando el órgano olfatorio de los animales aéreos á un pulmon y el de los peces á una branquia, Treviranus se ha servido de una imágen en general buena; pero no debe creerse que las materias olorosas disueltas en el agua vuelven á pasar al estado de gas antes de afectar á los nervios olfatorios, así como tampoco que las branquias necesitan reducir los gases disueltos en el agua á un estado aeriforme para que puedan ser admitidos en la sangre. El estado en que estos gases estan contenidos en la sangre es exactamente el mismo que el que tenían en el agua. Finalmente, los nervios olfatorios de los peces son idénticos á los de todos los otros animales; nacen de los mismos puntos del cerebro, de los mismos lóbulos de este órgano, los lóbulos olfatorios, de los cuales se perciben todavía vestigios en los mamíferos.

Otra condicion del olfato es que la membrana nasal esté húmeda, porque la humedad es el vehículo á favor del cual las sustancias olorosas llegan hasta el nervio. Cuando la membrana pituitaria está seca, nada se percibe, y la disminucion de la secrecion mucosa, durante el pri-

mer periodo de la coriza basta ya para abolir ó debilitar el olfato.

En los animales que viven en el aire se necesita tambien para que se efectue el olfato una corriente de materias olorosas al través del órgano olfatorio. Los movimientos respiratorios son los que le dan lugar, y modificándolos á voluntad, influimos en la olfacion, interrumpiéndola por la suspension de la respiracion y haciéndola mas activa por inspiraciones repetidas.

En los animales que viven en el agua este movimiento no existe en gran parte, puesto que su nariz no está perforada por lo general, y no tiene comunicacion inmediata con el órgano respiratorio. Sin embargo, aun aquí hay una disposicion particular que hace posible la corriente; porque los movimientos del opérculo dan lugar á una corriente continua de agua que atraviesa la boca y sale por la abertura colocada debajo de esta tapadera.

CAPITULO II.

DEL ORGANÓ OLFATORIO.

Los órganos olfatorios de los animales invertebrados son poco conocidos todavía, aunque muchos de estos animales tienen el sentido del olfato muy desarrollado, como la mosca carnaria, que deposita sus huevos en las sustancias animales en putrefaccion, y que se deja engañar por el olor fétido del *Stapelia hirsuta* (1).

El principio que preside á la formacion y á las modificaciones del órgano del olfato es la multiplicacion de las superficies olfatorias en un espacio pequeño. Por este aspecto hay una grande afinidad entre el aparato de la respiracion y el de la olfacion.

En los peces y entre los reptiles desnudos, en el protoo, la multiplicacion de las superficies resulta de la plegatura de la membrana mucosa, cuyos pliegues estan aplica-

(1) V. Sobre los órganos auditivos de los animales articulados. R. WAGNER, *Vergleichende Anatomie*, t. 1, p. 467.

dos unos á otros á semejanza de las láminas branquiales, como en los ciclostomos, ó dispuestos á manera de rayos que parten de un centro comun, como en el esturion, ó colocados paralelamente unos á otros en los lados de una tira media. Las láminas se dividen muchas veces en branquiales, pinceles &c.

En la mayor parte de los peces las cavidades nasales son fosas superficiales que no atraviesan el paladar. En la balderraya son especies de campanillas pecioladas en cuyo fondo se encuentran pliegues.

En los ciclostomos estas cavidades estan reunidas en una sola, es decir, no presentan tabique, y estan provistas de un tubo que aboca á la superficie de la cabeza (*Petromyzon*, *Amnocoetes*), á la parte anterior del hocico (mixinoides). Este tubo es muy largo en estos últimos, y está guarnecido de anillos cartilaginosos absolutamente como la traquearteria.

La nariz de los ciclostomos está perforada, y un conducto atraviesa el paladar óseo; sin embargo, la lamprea no tiene abertura en la membrana palatina, pues su conducto naso-palatino se termina en fondo de saco en la bóveda del paladar y está alojado entre el cráneo y la membrana de la faringe. El conducto forma igualmente un fondo de saco en el amocetes; de consiguiente este aparato no sirve mas que para traer el agua á la nariz y hacerla salir de ella. En los mixinoides por el contrario estan perforados los dos paladares óseo y blando, y detrás de la abertura naso-palatina se descubre solamente una válvula dirigida hácia la parte posterior que parece servir para el movimiento y renovacion del agua contenida en la nariz.

La especie de respiradero de las lampreas y la válvula movible de los mixinoides parecen ser una consecuencia necesaria del resto de la organizacion de estos animales. Para que un olor se pueda hacer sentir, es preciso que el medio que le trasporta se mueva hácia la superficie olfatoria. Los animales aéreos no olfatearian sino atráyendo el aire á la nariz; y en los que viven en el agua la renovacion de las capas olorosas de este líquido al rededor de la cabeza es debida á que por efecto de los movimientos respiratorios el líquido entra en la boca y sale por las bendaduras de las branquias. Este modo de renovacion del agua en la nariz no es posible en los ciclostomos cuando su boca hace veces

de chupador; y de aquí el aparato particular de su cavidad nasal que sirve para atraer nueva agua á la nariz y des- pedir la antigua. La nariz de los reptiles está siempre per- forada: en algunos proteidos el conducto naso-palatino no atraviesa los huesos, y el estado rudimentario de la man- díbula superior, que no está mas que engastada en las car- nes, hace que perfora el labio superior; mas este no es un carácter general de la familia de los proteidos, porque la abertura naso-palatina del axololt está limitada por huesos como de ordinario. No todos los animales de este género tienen tampoco plegada la membrana pituitaria como los peces; esta disposición no se observa sino en el proteo. En los reptiles escamosos y las aves se encuentran prolonga- ciones en forma de cornetes que sirven para aumentar las superficies. Los mamíferos tienen las masas laterales del etmoides, los cornetes y el seno de las fosas nasales. El incremento que el cornete inferior da á las superficies es muy notable en esta clase de animales. Las formas mas sin- gulares de este hueso son las que se encuentran por un lado en los rumiadores solípedos y en general los herbívoros, y por otro en los carnívoros. Los cornetes inferiores de los herbívoros representan una lámina cuya porción fija es simple, mientras que la libre se divide en dos laminillas, una superior y otra inferior que se arrollan sobre sí mis- mas en sentido inverso una de otra, la primera hácia ar- riba y la segunda hácia abajo. En los carnívoros los corne- tes inferiores se dividen en ramas y ramos que se parecen bastante al árbol de la vida del cerebello. En el hombre, comparados con aquellos, parecen reducidos al estado rudi- mentario. Los órganos de Estenon mantienen en muchos mamíferos una comunicacion entre la nariz y la boca y reemplazan al agujero incisivo. Es preciso distinguir de los conductos de Estenon el órgano de Jacobson, tubo en par- te membranoso y en parte cartilaginoso, colocado en el suelo de las fosas nasales entre el vómer y la membrana mucosa, y que comunica con el conducto de Estenon. Las funciones de estas partes son desconocidas (1).

Las cavidades accesorias de la nariz no parecen servir

(1) ROSENTHAL, en TIEDEMANN'S *Zeitschrift fuer Physiolo- gie*, t. II, p. 289.

para la olfacion. Deschamps (1) ha inyectado agua alcanforada en una fístula que comunicaba con los senos frontales, y Richerand ha hecho lo mismo con otras sustancias en la cueva de Highmoro, sin que los sujetos percibiesen el menor olor. Parece indiferente á la naturaleza el llenar las cavidades de estos huesos con aire ó con grasa; en los dos casos los huesos se hacen mas lijeros que si fuesen sólidos. En las ayes muchos huesos del cuerpo y de la cabeza se llenan de aire, los primeros por los pulmones y los otros por las trompas de Falopio. El hombre es en quien el aire no se introduce sino en algunos huesos de la cabeza, tales como las células de la apófisis mastóides y los senos de las fosas nasales. En los animales se observa el movimiento vibrátil en la membrana mucosa de la nariz y de sus cavidades accesorias. El mecanismo de la trasmision, que ofrece tantas complicaciones en los otros sentidos, es muy sencillo en el del olfato. Las sustancias olorosas diseminadas en el aire en estado de gas ó quizá de polvo fino, son conducidas á las superficies de la membrana mucosa por el movimiento de la inspiracion. El aire que sale de la boca puede ocasionar tambien la sensacion de los olores cuando está cargada de sustancias desarrolladas, ya en el órgano auditivo, ya en los órganos respiratorios, ya en los digestivos como el erupto; no tenemos pues que ocuparnos aquí mas que del modo como puede exaltarse ó suprimirse el olfato.

Podemos suprimir á nuestro arbitrio el olfato y libranos de la sensacion de vapores desagradables no inspirando por la nariz.

Exaltamos por el contrario este sentido inspirando con mas fuerza ó haciendo inspiraciones pequeñas y repetidas. El animal que alienta busca en la atmósfera la capa cargada de una sustancia olorosa, y para esto ejecutan en diferentes direcciones movimientos inspiratorios que se suceden con velocidad, y una vez que ha descubierto esta capa lo sigue del mismo modo. La corriente de los olores puede ser favorecida tambien por el viento, que segun dicen basta muchas veces á los herbívoros para sentir olores desarrollados á grandes distancias.

(1) *Traité des maladies des fosses nasales*, Paris, 1804.

Independientemente del olfato, la nariz tiene tambien el sentido del tacto por medio de los filetes nasales de la segunda y tercera rama del nervio trigémino. Siente efectivamente el frio, el calor, el picor, el cosquilleo, la presion y el dolor. Estos nervios no pueden reemplazar al olfatorio, como demuestran las personas que privadas de olfato ofrecen una sensibilidad táctil muy desarrollada en la nariz.

Hay ciertas sustancias gaseosas ó vaporosas respecto de las cuales difícilmente se llega á distinguir la sensacion táctil de la olfatoria, tales son el amoniaco en estado de gas, las emanaciones del rábano, de la mostaza &c. Las sensaciones que se experimentan por su parte se parecen mucho á las del tacto, y la analogía es todavía mayor cuando se considera que estos vapores acres obran, por decirlo así, del mismo modo en la membrana mucosa de los párpados.

CAPITULO III.

DE LA ACCION DE LOS NERVIOS OLFATORIOS.

No todos los animales tienen la misma aptitud para sentir los olores, y debe depender de las fuerzas que animan á las partes centrales del aparato olfatorio, el que el sentido del olfato de un herbívoro difiera totalmente del de un carnívoro. Los carnívoros tienen una nariz muy fina para las cualidades específicas de las sustancias animales y para seguir la pista; mas no parecen sensibles al olor de las plantas y de las flores. El hombre se encuentra colocado muy inferior á ellos con relacion á la finura del olfato, pero sus olores son mas homogéneos.

La fetidez es para el olfato lo que el dolor para el tacto, el deslumbramiento ó la falta de armonía de los colores para la vista y la disonancia para el oido, es lo opuesto del olor suave. No conocemos las causas de estas diferencias, pero es cierto que la fetidez y la suavidad son puramente relativas en el reino animal, porque muchos animales buscan con avidez lo que á nosotros nos ofende. Los hombres mismos presentan muchas variedades en este punto; los hay que no pueden soportar ciertos olores agrada-

bles, y el olor del cuerno quemado disgusta á unos al paso que agrada á otros, sin necesidad de que éstos últimos sean histéricos. Hay muchas personas que no encuentran en la reseda más que un olor herbáceo. Blumenbach cita ejemplos de esto, á cuyo número pertenezco yo tambien. Ignórase si ciertos olores contrastan entre sí como sucede á los colores y á los sonidos y si hay tambien consonancias y disonancias en este punto; pero es muy probable, y tanto mas cuanto que así sucede con el sentido del gusto. Las sensaciones consecutivas del sentido del olfato no son tampoco conocidas, aunque es difícil creer que no existan; no se puede citar por ejemplo el olor cadavérico que muchas veces persiste por largo tiempo en la nariz despues de las disecciones, porque todo inclina á creer que es objetiva y depende de la disolucion de una sustancia olorosa en el moco.

Los olores subjetivos, sin sustancias objetivas, son poco conocidos todavia. Las disoluciones de sustancias inodoras, como las sales, no producen ninguna sensacion de olor cuando se las inyecta en la nariz. Sábese que la electricidad por frote tiene un olor de fósforo. Aplicando Ritter el galvanismo al órgano olfatorio ha observado que además de las ganas de estornudar y el cosquilleo, se desarrollaba en el polo negativo un olor amoniacal y en el positivo uno ácido, efectos que persistian en el mismo carácter, mientras la cadena permanecia cerrada, pero que se invertian luego que se abria. Sucede frecuentemente que alguno percibe un olor específico que ninguno otro siente; este fenómeno es comun en los individuos de complexión nerviosa, pero todos los hombres le estan mas ó menos sujetos.

En un hombre que siempre se quejaba de sentir olores desagradables, Cullerier y Maingault hallaron la aracnoides sembrada de osificaciones, y el centro de los hemisferios cerebrales contenia tumores escrofulosos en supuracion. A. Dubois conocia á un hombre que despues de una caída de caballo, creyó por muchos años, y hasta su muerte, sentir un olor fétido al rededor de él.

Todavía no se ha examinado si las sustancias muy olorosas introducidas en la sangre dan lugar al desarrollo de sensaciones olfatorias por efecto de la circulacion.

Por lo demás ningun sentido tiene relaciones mas íntimas que el olfato, y el gusto con los actos instintivos de

la economía animal. Los olores escitan poderosamente el apetito venéreo de los animales, y hacen entrar en acción los órganos genitales por la estimulación que ejercen en el cerebro y la medula oblongada.

SECCION CUARTA.

DEL SENTIDO DEL GUSTO.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS CONDICIONES FISICAS DE LA GUSTACION.

Las condiciones del sentido del gusto son la presencia del nervio específico, la escitacion de este nervio por una cosa sabrosa, y la disolucion de esta en los líquidos del órgano gustativo. Tan difícil es al gusto como al olfato el ser afectado por una irritacion puramente mecánica; la rapidez depende de un cambio material producido en el nervio por una materia disuelta, y la sensacion varía hasta el infinito en razon de las innumerables diferencias que esta materia puede ofrecer. Sin embargo, la provocacion de un sabor por un cambio mecánico de los nervios gustativos no debe considerarse como una cosa absolutamente imposible. La compresion, los estirones, las picaduras y los frotos de la lengua solo determinan sensaciones táctiles; pero Henle ha observado que una corriente de aire fina ocasiona un sabor fresco y salado análogo al del nitro, y la titilacion mecánica de la faringe ó del velo del paladar provoca la sensacion del disgusto que tanta afinidad tiene con el gusto de que no se podria separar. Entre los imponderables solo la electricidad produce la sensacion de un sabor.

Para que una sustancia sea capaz de obrar sobre el órgano del gusto debe estar disuelta ó por lo menos ser sus-

ceptible de disolverse en la humedad de la lengua: las sustancias insolubles ninguna acción ejercen en la sensibilidad táctil de esta última. No se sabe de un modo cierto si es suficiente el contacto del órgano vivo con un alimento animal húmedo para producir un sabor sin el concurso de las materias disueltas contenidas en el alimento. Los gases son también á veces insípidos como el ácido sulfuroso.

La humedad de la lengua no es menos necesaria á la acción íntima de las sustancias sabrosas que la de la membrana pituitaria al ejercicio del olfato. El sentido del gusto no tiene mas aparato especial de trasmisión que las mucosidades de la lengua: así que, el estudio de este sentido es muy sencillo, lo mismo que el del sentido del olfato.

CAPITULO II.

DEL ORGANÓ DEL GUSTO.

El gusto tiene por asiento las fauces y sobre todo la lengua, que sin embargo tiene muchas veces en los animales mas importancia como órgano de deglución que como aparato sensorial; sus numerosas variedades, demostradas por la anatomía comparada, interesan muy poco á la fisiología del gusto y podemos omitirlas. Cuando la lengua está desprovista de tejido muscular y se presenta seca como en los peces y muchas aves, no debemos creer que carece del sentido del gusto, porque la sensación que le caracteriza es una propiedad de toda la cámara posterior de la boca; no pertenece á un órgano particular sino á la membrana mucosa de esta cavidad. Los animales que tragan su presa cubierta de plumas ó de pelos, tales como las serpientes, á las cuales se parecen por este aspecto las aves insectívoras y granívoras, son los únicos en quienes falta el gusto, en razón de su deglución. En otra parte he hablado de un órgano movable que hay en el paladar de los ciprinos y que algunos fisiólogos miran como un aparato de gustación.

En el hombre el contacto del velo del paladar provoca la sensación del disgusto, lo cual, rigurosamente hablando, pudiera atribuirse á una reflexión sobre los nervios

gustativos; pero los experimentos de Dumas, Autenrieth, Richerand, Horn, Lenhossek, Treviranus y Bischoff, han puesto fuera de duda la sensibilidad del paladar para las sustancias sabrosas, y yo mismo he distinguido muy bien el sabor del gusto. El grande hipogloso es el nervio motor de la lengua, y el lingual su nervio sensitivo: esto es lo que demuestran los experimentos de Dupnytren y de Mayo como tambien los míos; porque irritando el primero de estos nervios por el galvanismo ó por medio de estiro-nes, se determinan convulsiones en la lengua, al paso que la seccion del segundo ocasiona vivos dolores. Los experimentos sobre el nervio lingual exigen con relacion al movimiento las mismas precauciones que se necesitan cuando se experimenta sobre las raices de los nervios raquideos. Es preciso desprender desde luego el nervio de la parte central despues de lo cual se irrita el extremo que se dirige á la periferia. Si se irritase el nervio lingual mientras todavía se halla fijo en su estremidad central, sería de temer que la lengua y otras partes llegasen á contraerse por reflexion, como yo mismo he observado no hace mucho.

En cuanto á la controversia que se ha suscitado relativamente á la cuestion de saber cuál de los dos nervios (lingual ó glosó-faríngeo), debe considerarse como gustativo y á las teorías de Panizza, Bischoff &c., sobre este punto de doctrina, remito á lo que he dicho anteriormente. Wagner admite la teoría de Panizza fundándose en motivos sacados de la anatomía y de la fisiología. Valentin y Bruns la adoptan igualmente apoyados en sus experimentos mientras que los míos, los de Kornfeld y los de Gurlt y Louget, no son favorables á esta hipótesis (1). No considero como decisivos los de Valentin, porque de ellos resulta que un animal empieza á recobrar el gusto quince dias despues de la seccion del glosó-faríngeo, y es tan corto este tiempo que hace creer que la operacion no estinguió completamente el sentido. Los experimentos de Alcock (2) no han dado resultados positivos. La facultad de percibir los sabores amargos no existia ya despues de la seccion del glosó-faríngeo, y des-

(1) MULLER'S *Archiv*, 1838, CXXXIV.—VALENTIN, *Repertorium*, 1837, p. 221.

(2) *Lond. med. Gaz.*, 1836, noviembre.

pues de la del lingual no se habia perdido sino en la parte anterior de la lengua. El autor atribuye el gusto tanto al glosó-faríngeo como al lingual, y aun á los ramos palatinos del quinto par; sus experimentos sobre estos últimos nervios no han producido nada de definitivo. Las observaciones patológicas son aquí de grande importancia: quedó abolido el gusto despues de la destruccion del quinto par, como en los hechos referidos por Parry, Bishop, y Romberg; una compresion ejercida sobre el nervio lingual dió lugar al mismo fenómeno (1): en el sugeto de esta observacion, que habia perdido el gusto y la sensibilidad en todo un lado de la lengua, el principio del tercer ramo se hallaba alterado por un tumorcito, pero el glosó-faríngeo no ofrecia nada de anormal.

Yo creo que el lingual es el principal nervio gustativo de la lengua, y me fundo en los experimentos de Magendie, de Gurly y de Kornfeld, en los que yo mismo he practicado, y en las observaciones patológicas de Parry, Bishop y Romberg: mas no considero como cosa probada que el nervio glosó-faríngeo no participe de esta funcion en la region posterior de la lengua y en la cámara posterior de la boca. Romber le atribuye la sensacion del disgusto que protege la entrada del aparato digestivo.

CAPITULO III.

DE LA ACCION DE LOS NERVIOS GUSTATIVOS.

Es absolutamente imposible establecer una teoria de los fenómenos del gusto. Lo que constituye la cualidad propia de este sentido, y la diferencia del olfato, del tacto, de la vista, y el oido no es menos inexplicable que respecto de todos los demás. No es posible traducir la esencia del azul como sensacion; solo podemos sentir este color, y es preciso atenerse al hecho de que esta es una cualidad propia de los nervios específicos. Si el uno ve el azul, otro oye el sonido y un tercero percibe los olores &c.; pero las causas que hace que se lleguen á distinguir muchas sensaciones de que es susceptible un solo y mismo nervio, pueden hallarse co-

(1) MULLER's *Archiv*, 1834, p. 132, y 1838, cuad. 3.º

mo lo han sido por la vista y el oído. Sábese que un sonido difiere de otro por el número de las vibraciones y que á cada color corresponde cierto número de ondas en un tiempo dado. Muy lejos estamos de semejante teoría, por lo concerniente al gusto y al olfato.

Bellini se ha servido de la antigua hipótesis de la forma diversa de las moléculas de los cuerpos para explicar los diferentes sabores. Teóricamente hablando nada se opone á esta opinion; pero tampoco tiene en su favor prueba alguna. En la época en que se creía explicarlo todó por las polaridades químicas, se hizo tambien la aplicacion de esta hipótesis para el órgano del gusto.

Independientemente del gusto, la lengua tiene además un tacto muy fino, pues siente el calor, el frío, el cosquilleo, el dolor, la presión y la forma de las superficies.

La facultad táctil puede existir en la lengua, y estar abolida la del gusto ó *vice versa* (1). Esta particularidad hace probable que aquí, como en la nariz, los conductores de los dos órdenes de sensaciones no son los mismos, y se concibe muy bien que un mismo tronco nervioso puede contener fibras dotadas de cualidades muy diferentes.

De los hechos ya espuestos se sigue que el nervio lingual es la causa de las sensaciones gustativas; pero la manifestacion de dolor vivo que acompaña á la seccion de este nervio ponen fuera de duda que tambien es el nervio sensitivo de la lengua. El sentimiento pertenece igualmente al grande hipogloso además de su propiedad motriz.

Como muchas sustancias conducen olor al mismo tiempo que son sabrosas, la impresion total que producen es muchas veces mas ó menos mista; pero en semejante caso basta taparse la nariz para descubrir la parte que toca al olfato. Ciertos vinos delicados pierden mucho de su finura cuando se tapa la nariz al beberlos.

Segun los experimentos de Horn, todas las sustancias no producen al parecer el mismo sabor en las diversas papilas de la lengua á cuya deduccion parece ya haber sido conducidos por la diferencia que muchas veces se hace notar entre el gusto primitivo y consecutivo. Este autor ha ensayado una multitud de sustancias de las cuales unas daban

(1) MULLER'S *Archiv*, 1835, p. 139.

un mismo sabor en todas las regiones del órgano gustativo, y las otras determinaban uno muy diferente segun que tocaban las papilas filiformes ó las fungiformes (1).

Las sensaciones consecutivas son muy marcadas y por lo comun duran mucho tiempo en el órgano del gusto. La gustacion de una sustancia cambia el sabor de otra. Cuando he mascado la raiz de caña aromática, me parecen agrios la leche y el café; el sabor de las cosas dulces altera el gusto del vino, el cual realza el del queso. Sucede, pues, aquí como en los colores, cuya sensacion es exaltada por el opuesto ó complementario. No he podido referir las oposiciones de los sabores á principios generales, como se hace con los colores; pero el arte de cocina ha tenido en todos tiempos el talento empírico de valerse de las consonancias en sucesion y asociacion lo mismo que la música y la pintura han puesto en práctica los principios de la armonía sin conocer sus leyes.

La repeticion frecuente de un mismo sabor le embota cada vez mas, así como un color nos parece tanto mas sucio cuanto mas tiempo estamos mirando. Un hombre á quien se vendan los ojos distingue al principio el vino blanco y el tinto uno de otro; mas no tarda en perder esta aptitud cuando los gusta muchas veces, de lo cual puede convencerse fácilmente cada uno.

Cuando las sustancias sabrosas no hacen mas que ponerse en contacto con el órgano, les sucede muchas veces no dar sino un sabor muy confuso, y aun no producir ninguno. Por el contrario el gusto es mas perfecto cuando se hacen mover las sustancias entre la lengua y el paladar. Aquí ó el movimiento hace mas fuerte la impresión, como sucede en el olfato, ó bien depende el hecho de la rápida embotacion de las moléculas nerviosas, que hacen necesario el movimiento de la sustancia sabrosa para ponerla continuamente en relacion con nuevas moléculas aun no fatigadas.

Los sabores subjetivos son todavía poco conocidos. Además de la sensacion de disgusto producida por toda irritacion mecánica de la base de la lengua y del velo del paladar

(1) Véase, para los detalles á HORN, *Ueber den Geschmackssinn des Menschen*. Heidelberg, 1825.

hay que colocar aquí la observacion de Henle citada anteriormente, á saber, que una corriente delgada de aire provoca una sensacion gustativa, y que se percibe el sabor ácido y alcalino armando la lengua con dos metales heterogéneos puestos en contacto uno con otro. Ya he dicho que este fenómeno no parecia poderse explicar por la descomposicion de las sales de la saliva.

Los cambios de la sangre obran al parecer sobre el gusto, asi como los narcóticos introducidos en este líquido modifican la vista. Magendie ha notado que los perros en cuyas venas se habia inyectado leche se lamian los labios; todo lo cual induce á creer que un cambio interior de los nervios puede determinar tambien otro en el sentido del gusto, y dar lugar á sabores particulares; pero estos sabores son dificiles de distinguir de los debidos á causas objetivas fuera de la lengua, es decir, á modificaciones del moco bucal.

SECCION QUINTA.

DEL SENTIDO DEL TACTO.

El sentido del tacto (1) tiene mucha mas estension que los otros. Todas las partes en que hay posibilidad de sentir la presencia del estímulo, desde la simple sensacion hasta las modificaciones del placer, y todas las que son susceptibles de las sensaciones del calor y de frio pertenecen á este sentido. Las causas exteriores que provocan tales sensaciones son los cambios de temperatura y las impresio-

(1) H. BELFIELD-LEFEVRE, *Recherches sur la nature, la distribution et l'organe du sens tactile*. Paris, 1838, Thèse in 4.º— Gerdy, *De la Sensation du tact et des Sensations cutanées*. (*Bulletin de l'Académie de médecine*, Paris, 1842, tom. VII, pág. 884).

nes así mecánicas como químicas y eléctricas, pero estas sensaciones se estienden á la totalidad del sistema animal y orgánico, aunque su pureza varía hasta el infinito en las diversas partes. El sentido del tacto penetra aun en los otros sentidos, en donde depende de otros nervios que los que presiden á la sensibilidad específica; así que, hay sensación táctil en el ojo, en el oído, en la nariz, y en el órgano del gusto. Los nervios de las sensaciones táctiles son las raíces posteriores, ganglionadas en su origen, de los nervios del sistema raquídeo, al cual se refieren todos los nervios de la medula espinal y una parte de los del cerebro. Los filetes sensitivos que constituyen estas raíces pasan en su mayor parte á los nervios del sistema animal; algunos, sin embargo, van á los del sistema orgánico proporcionando las sensaciones táctiles vivas en los primeros, y las táctiles vagas ó sordas en los segundos. La sensibilidad general llamada *cænæsthesis* nada ofrece de particular: el tacto en las partes internas es susceptible de una infinidad de modificaciones; en el estado de salud desde la sensación de bienestar hasta el placer y el cosquilleo, y en el de enfermedad, desde la laxitud hasta el dolor.

I. *Estension y órganos del tacto.*

El tacto propiamente dicho no difiere en su esencia del tacto visto de un modo general, diferenciándose únicamente en las relaciones del órgano con el mundo exterior ó con el resto del organismo. Toda parte que tenga sensibilidad táctil y que se encuentra colocada en la superficie goza del tacto en razon á que puede recibir la sensación de cuerpos exteriores, y tiene esta aptitud en un grado tanto mas alto cuanto mas perfeccionado está en ella la facultad de distinguir y de moverse; por consiguiente los órganos del tacto son toda la piel especialmente las manos, la lengua, los labios, sobre todo en los gatos y focos en quienes estos apéndices estan provistos de largos pelos con un germen al cual numerosos nervios comunican grande sensibilidad; la nariz en los animales provistos de una trompa, los tentáculos de los moluscos, las antenas y los palpos de los insectos y los apéndices digitiformes de las aletas pectorales de los triglos, cuyos nervios nacen de una serie de lóbulos ó engrosamientos particulares de la medula espinal.

En la piel el órgano del tacto es el cuerpo papilar, reunión de desigualdades pequeñas, visibles con la lente, envueltas por el tejido de Malpigio á manera de abanico, y á las cuales abocan los nervios (1).

El que quiera mas pormenores sobre los órganos del tacto puede buscarlos en la anatomía comparada.

Las partes provistas de la sensibilidad táctil general son ciertas regiones del mismo sistema nervioso, como son los nervios raquídeos, y por ellos la mayor parte de los órganos.

En los órganos centrales hay partes que parecen estar privadas de toda sensibilidad, como la superficie de los hemisferios cuyas heridas no dan indicios de dolor, ni en el hombre ni en los animales. Siempre que á consecuencia de heridas de cabeza ha sido preciso practicar en sujetos que conservaban todo su conocimiento la ablacion de una parte de la superficie del encéfalo, ya porque formaba hernia, ya porque habia sufrido una alteracion cualquiera, no ha sido sentida la operacion.

Por el contrario, otras partes de los órganos centrales poseen una sensibilidad muy desarrollada; pero las sensaciones que experimentan no son en todas partes del género de las del tacto.

Cuando las partes centrales del sentido de la vista son irritadas, determinan sensaciones de luz: sábese desde muy antiguo que comprimiendo el cerebro de un hombre se le hacen ver resplandores y chispas; sin embargo, hay tambien regiones del encéfalo susceptibles de sensaciones táctiles ordinarias. Aunque mas de un dolor de cabeza no depende sino de una sensacion experimentada en los nervios de los tegumentos exteriores, no por esto es menos posible que se sienta presion y dolor en el cerebro; lo cual atestiguan los casos de afecciones crónicas de esta viscera en las cuales el enfermo tenia una sensacion mas ó menos cla-

(1) BRÉSCHET y ROUSSEL DE VAUZÈME, en *Ann. des sc. nat.*, 1834, tom. I, pág. 167.—Heule, *Anatomie générale*, traducido del alemán por A.-J.-L. Jourdan, París, 1843, tom. I, pág. 237.

ra del sitio en que se había producido el cambio de testura (1).

En la porción espinal del cerebro y en la medula espinal no hay otras sensaciones que las del género de las táctiles.

Esperimentáanse estas sensaciones con el carácter de dolores ó de hormigueos, unas veces en el mismo sitio de su asiento objetivo, á saber, en la parte media del dorso, y otras en las partes exteriores donde se distribuyen los nervios raquídeos. Los hormigueos y los dolores sobrevienen algunas veces sin que se manifieste ninguna sensación local en el dorso. La causa de esta particularidad notable es desconocida. Las leyes que presiden á la sensación en los nervios cuando estos órganos se hacen el asiento de una irritación pueden pasarse aquí en silencio, puesto que todo lo concerniente á ellas ha sido ya puesto en la física de los nervios.

El tejido córneo y el dentario son completamente insensibles excepto sus gérmenes á los cuales van á parar vasos y nervios. La dentera causada por los ácidos debe considerarse en vista de esto como una afección del folículo dentario. Sin embargo, la estructura tubulosa de la sustancia de estos huesecillos permite concebir la posibilidad de una trasmisión del ácido al germen por los tubos capilares, ya sea que obre sobre la porción del diente que no está cubierta de esmalte ó bien se introduzca al través de las grietas que con tanta frecuencia presenta este último.

Los tendones, los cartílagos y los huesos no son sensibles en el estado de salud, como ha demostrado hasta la evidencia Haller con numerosos esperimentos, los cuales han probado también que el periostio es igualmente insensible. Sin embargo, la dura-madre parece exceptuarse, por lo menos es cierto que tiene nervios. En las enfermedades pueden los nervios ponerse muy doloridos, como también los órganos del aparato quilo-poyético por los cuales se distri-

(1) Véase NASSE, *Ueber Geschwuelste im Gehirn*, p. 26.—
 ABERCROMBIE, *Traité pratique des maladies de l'encéphale et de la moelle épinière*; trad. por Gendrin. Paris, 1835.

buye el gran simpático y que no tienen sino una débil sensibilidad en el hombre sano (1).

La sensibilidad es mucho menor en los músculos que en la piel, como se puede ver picando con un alfiler los tegumentos y las masas musculares, la misma piel ofrece con respecto á esto grandes diferencias, debidas probablemente al número de fibras nerviosas que se distribuyen en estas diversas regiones. De lo cual he dado la prueba anteriormente al referir los hechos cuyo descubrimiento se debe á E. H. Weber (2). Las regiones de la piel en que se percibe una débil distancia entre dos puntos irritados son tambien, segun las observaciones de este anatómico, aquellas en que con mas seguridad se distinguen las diferencias de su temperatura y peso de los cuerpos aplicados á los tegumentos: la presion de un peso colocado sobre la cara palmar de los dedos parecia mas fuerte que la del mismo peso puesto sobre la piel de la frente. La sensibilidad es muy grande en las membranas mucosas que hacen parte del sistema respiratorio, de los órganos sensoriales, de las partes genitales y depende de los nervios del sistema animal; es mucho mas débil en las del tubo digestivo, en que sin embargo puede subir al mas alto grado por efecto de la enfermedad. Los sistemas cutáneos interno y externo se diferencian tambien uno de otro con respecto al modo de sus sensaciones en que la sensacion subjetiva de hormigueo que proviene de causas internas y que se observa con tanta frecuencia en las afecciones de la medula espinal parece tener lugar en la piel y no manifestarse en las membranas mucosas.

II. *Modos ó energias del tacto.*

El modo de las sensaciones tactiles es tan particular como el de los otros órganos sensoriales. El modo como este sentido anuncia la presencia de una irritacion, desde la afeccion mas lijera hasta la mas intensa, no es aquí ni sonido, ni luz, ni color &c, sino una cosa indescriptible

(1) *V.* relativamente á los experimentos sobre este asunto á HALLER, *Elem. physiol.*, t. IV, p. 271—279.

(2) *Compárense* sobre este asunto los experimentos de BELFIELD-LEFEVRE, *loc. cit.*, p. 28, 48, 52.

que se llama sentimiento, y cuyas modificaciones no dependen muchas veces sino de la estension de las partes afectadas. Así por ejemplo, los latidos anuncian una afeccion violenta de partes poco estensas, y el dolor gravativo una afeccion menor, pero mas estensa y profunda. Esta última circunstancia distingue el sentimiento de la presion del simple contacto.

La sensacion de choque ó de golpe nace de un cambio repentino del estado de los nervios por una causa esterna ó interna, por la influencia mecánica de un cuerpo, por la rotura del equilibrio eléctrico &c. Una corriente de principio nervioso que se escapa repentinamente del cerebro en el susto puede sentirse tambien como golpe ó como choque. El modo de esta sensacion no depende, pues, de la accion mecánica de un cuerpo.

Una repeticion rápida de choque provoca en algunos otros sentidos sensaciones particulares cuya cualidad depende de la sucesion de las sacudidas, como en el sentido del oido, y á lo que parece tambien en el de la vista. Este modo de escitacion no ejerce por el contrario influencia alguna en los sentidos del olfato y gusto ¿Cómo se conduce el del tacto respecto de él?

Una sucesion rápida de choques iguales, tales como los necesarios para producir la sensacion de un sonido musical es sentida como una especie de temblor por el sentido del tacto. Así es como se percibe, no solamente la resonancia de un cuerpo sólido, sino tambien un sonido escitado en el agua, cuando se introduce la mano en este líquido con un cuerpo sólido, por ejemplo un pedazo de madera. Si la sensacion de las vibraciones es mas fuerte, y tiene lugar en las partes irritables, tales como los labios, puede tener la expresion comun ó general del cosquilleo, tal como se experimenta cuando se acerca á los labios un diapason vibrante. La misma sensacion se manifiesta tambien fácilmente en la lengua por efecto de las vibraciones; lo cual pudiera hacer equivocadamente que el cosquilleo provocado por otras causas como el contacto, los movimientos del columpio y el placer que se parecen mucho van acompañados generalmente de vibraciones de una velocidad determinada del mismo principio nervioso en los nervios. La sensacion del cosquilleo y del placer es posible en todas las partes del cuerpo sometidas al sentido del tacto en general;

sube al mas alto grado en las partes genitales, siendo menor en la mama de la mujer, en los labios, en la piel y en los músculos.

La sensacion del dolor parece ser producida por la violencia de la escitacion del tacto.

La del frio y del calor se manifiesta principalmente á consecuencia de un cambio de estado de la materia, que el calor físico determina en las partes animales; pero tambien sobrevienen circunstancias en que ninguna modificacion de la temperatura es apreciable por medio del termómetro por una discordancia en los nervios, y las sensaciones repentinas de frio glacial y de ardor quemante se parecen mucho en este concepto.

Por lo demás cuando se comparan por medio del tacto las temperaturas de medios diferentes es preciso atender á la capacidad de los cuerpos para el calor físico. Una misma temperatura obra con mucha mas fuerza sobre nuestra piel y nos parece mucho mas caliente cuando tiene por vehículo al agua en lugar del aire. El agua fria nos parece tambien mas fria que el aire á la misma temperatura porque roba con mas rapidez calor á nuestro cuerpo.

III. *Tacto é idea.*

Una sensacion tactil llega siempre á la conciencia cuando el *sensorio comun* se fija en ella; y en esta circunstancia se verifica el fenómeno orgánico de la sensacion, pero no se nota. La intencion hace tambien mas clara las sensaciones que proporciona el tacto. Un dolor se hace tanto mas penoso cuanto mas se fija en él la atencion, y una sensacion insignificante por sí puede adquirir igualmente una duracion muy molesta como sucede por ejemplo á las comezones que sobrevienen en un punto muy limitado de la piel. Cuando una persona arroja saliva al rostro de sus interlocutores la idea de la saliva hace la sensacion mas viva é insoportable.

Por el concurso de la imaginacion y la esperiencia adquirida llegamos á colocar lo que sentimos unas veces dentro y otras fuera de nosotros. Rigurosamente hablando no se puede sentir sino el estado de los nervios, haya sido por otra parte provocado por una causa esterna ó interna. Cuando sentimos alguna cosa, no es la cosa exterior

sino la mano puesta en contacto con el objeto y la idea de la causa exterior hace que demos á lo que sentimos el nombre del cuerpo que determina en nosotros este efecto. He dado ha conocer el modo como adquirimos la idea del mundo exterior por oposicion á nuestro propio cuerpo. La nocion de objetos tactiles se apoya en el último análisis en la posibilidad de distinguir las diversas partes de nuestro cuerpo como ocupando un puesto diferente en el espacio, siendo mas clara y segura la distincion por el uso del sentido. Adquiere tal grado de certidumbre en el adulto que aun en los casos en que las partes de nuestro cuerpo tienen una posicion forzada, si no atendemos á esta circunstancia, nos representamos las sensaciones en el mismo orden relativo que las partes de donde emanan conservan entre sí en el estado normal. De aquí resulta el fenómeno, conocido ya de Aristóteles, que una bola que rueda entre dos dedos superpuestos de la misma mano da la sensacion de dos superficies esféricas opuestas que parece pertenecen á dos bolas diferentes.

La estension de una sensacion tactil á una grande superficie produce en nosotros, en igualdad de circunstancias, el efecto de una impresion mas intensa que la que resultaria de la misma sensacion limitada á una parte pequeña. Cuando Weber metia toda la mano en agua caliente, le parecia esta mas caliente que cuando solo metia un dedo. Puede repetirse el experimento bañándose en agua fria y caliente.

Como cada sensacion va acompañada de una idea, y deja otra en pos de sí que puede reproducirse, la idea de una sensacion es comparable á una sensacion real. Y así un cuerpo nos parece mas pesado ó mas lijero que otro que hemos levantado antes, y cuya idea subsiste todavía en nosotros en el momento en que sentimos el segundo. E. H. Weber ha llegado á percibir de un modo distinto la diferencia de dos pesos ó de dos temperaturas puestas en contacto con su mano uno después de otro, como si hubiesen sido sentidos simultáneamente por las dos manos; pero la capacidad de comparar se debilita tanto mas cuanto mas tiempo pasa entre la primera sensacion y la segunda.

IV. *Tacto y movimiento.*

Los músculos gozan tambien de cierto grado de sensibilidad táctil que puede aumentarse mucho en el caso de afeccion morbosa de sus nervios. Esta sensacion no siempre está en razon directa de la contraccion de los músculos, de donde puede deducirse con probabilidad que no son las mismas fibras nerviosas las que presiden al movimiento y al sentimiento de los órganos. Así por ejemplo, la sensacion de calambre en los músculos de la pantorrilla puede ser muy viva y el movimiento sumamente débil. Obsérvase algunas veces lo mismo en el músculo digástrico de la mandíbula inferior en el bostezo: cuando se experimenta la necesidad de bostezar muchas veces seguidas, no es raro que despues de un bostezo muy considerable, el vientre anterior de este músculo sea acometido de un espasmo muy doloroso; pero entonces el movimiento del bostezo ha cesado, y el convulsivo es mucho mas débil que lo era pocos momentos antes.

La sensacion de contraccion en los músculos nos permite comparar su fuerza cuando resistimos á una presion ó cuando levantamos cuerpos pesados. Segun Weber, la sensacion de peso es mas marcada que la de una simple presion. Este autor nos asegura que se percibe la diferencia entre dos pesos que no discrepen uno de otro $\frac{1}{30}$ ó $\frac{1}{45}$. No se trata aquí de la estension absoluta sino solamente de la estension relativa de la diferencia. Por lo demás, no es muy cierto que la idea de la fuerza empleada en la contraccion muscular depende únicamente de la sensacion. Tenemos una idea muy exacta de la cantidad de accion nerviosa que parte del cerebro, necesaria para producir cierto grado de movimiento. Para levantar un vaso cuya capacidad nos es conocida empleamos un esfuerzo calculado de antemano segun una idea simple. Si por casualidad el contenido es mercurio, el vaso se nos escapa ó hace bajar pronto la mano que procuraba levantarle, porque hemos cometido un error en la prevision de la cantidad de contraccion ó de accion nerviosa que necesitábamos. La misma ilusion se

produce cuando subimos una escalera oscura, y calculamos nuestros movimientos para franquear un escalon que no existe. Es muy posible que la idea del peso y de la presión en el caso de que se trata, ya de levantar, ya de resistir, sea por lo menos en parte, no una sensación en el músculo, sino una noción de la cantidad de acción nerviosa que el cerebro tiene que poner en juego. La certidumbre de no tener suficiente fuerza para sostener por más tiempo un peso, debe distinguirse también de la verdadera sensación de laxitud en los músculos.

La misma idea se representa en las sensaciones acompañadas de movimiento. La sensación de movimiento es muy débil cuando hacemos obrar la mano, y los que no conocen la situación de los músculos encargados de efectuar un movimiento dado ni aun sospechan que el movimiento de los dedos se verifica en el antebrazo. Sin embargo, la idea del efecto del movimiento en el espacio tiene grande precisión, y la que da origen á la corporalidad y á la forma de una cosa depende en gran parte de la idea que tenemos del gusto del movimiento. Puede suceder con efecto muy bien que sin necesidad del sentimiento sepa el *sensorio* juzgar del espacio recorrido por el movimiento voluntario según los grupos de fibras nerviosas hácia las cuales afluye la corriente del principio nervioso. Lo que hay de más maravilloso es la seguridad con que medimos nuestros esfuerzos, ya para mantener nuestro propio cuerpo ó cuerpos exteriores que sostenemos en equilibrio sobre un punto de apoyo poco estenso, ya para ejecutar los movimientos voluntarios é involuntarios que desalojan nuestro cuerpo en totalidad.

El palpar no es otra cosa que un tacto voluntario con movimiento, mediando entre él y el tacto la misma relación que entre olfatear y percibir un olor. Toda parte sensible que por medio de movimientos puede variar sus puntos de contacto con los cuerpos exteriores, es susceptible de palpar. El palpar no pertenece, pues, á region alguna del cuerpo exclusivamente: solo la mano es más á propósito para esto que ninguna otra parte en razón de su estructura, porque los movimientos de pronación y de supinación que puede ejecutar le permiten medir el espacio á beneficio de una especie de rotación, porque el pulgar es oponente de los otros dedos, y porque estos gozan de una movilidad

relativa. La aptitud para palpar depende además de la aislacion de la sensacion en las moléculas del órgano sensible. Los surcos regulares de la palma de la mano y la disposicion de las papilas cutáneas en series deben aumentar la finura del tacto; porque estas desigualdades descubren mas fácilmente las de los cuerpos, y son afectadas con mas facilidad por ellas independientemente unas de otras.

Cuando nos formamos por el tacto la idea de la forma y estension de una superficie, multiplicamos la estension de la mano ó del dedo puesto en contacto con ella tantas veces como se encuentra contenida en el espacio que el miembro movable recorre palpando. Para adquirir la idea de la estension en el espacio, repetimos el mismo acto segun las diferentes dimensiones del cuerpo.

V. *Sensaciones consecutivas y contrastes del tacto.*

Las sensaciones consecutivas del tacto son muy vivas y persisten mucho tiempo. Mientras dura el estado en que el estímulo ha puesto al órgano, las sensaciones de este continuan aunque haga mucho que ha cesado el estímulo; de lo cual nos suministran ejemplos las sensaciones así dolorosas como agradables.

Lo dicho de las oposiciones entre las sensaciones cuando hemos hablado de la vista es aplicable igualmente al tacto. Cuando uno ha estado espuesto por algun tiempo á una temperatura elevada, la menor bajada del termómetro nos hace experimentar frio aun en un sitio en que en cualquiera otra circunstancia nos pareceria caliente. Una diferencia repentina de algunos grados, cuando antes ha sido continuo el calor, basta para dar lugar á la sensacion de un frio glacial; y así, el hombre está sujeto á enfriarse en todos los climas, aun los mas cálidos. El frio y el calor son puramente relativos. Los calientes son frios, segun el estado en que se encuentre el órgano. La disminucion de un dolor que llevaba mucho tiempo de existencia, nos parece un beneficio, aunque la irritacion continúe todavía en un grado que nos pareceria insoportable en el estado de salud.

VI. *Sensaciones táctiles subjetivas.*

De todos los sentidos el tacto es aquel en que las sensaciones subjetivas provocadas por causas internas son más frecuentes. Las sensaciones de placer, de dolor, de frío, de calor, de lijereza, de pesadez, de fatiga &c, todas pueden ser producidas por estados interiores. Las neuralgias, el calofrío, el hormiguco y los estados de los órganos genitales nos suministran ejemplos bien palpables de esto mismo. El aumento del aflujo de sangre hacia estos órganos se hace sentir en casi todos los sentidos y en cada uno de ellos de un modo correspondiente á la energía del nervio específico, como figura luminosa en el nervio óptico, como silbido ó zumbido en el oído, y como pulsación en los nervios táctiles. Esta sensación tiene causas mecánicas; pero puede ser provocada por un estado de los nervios en las partes en que el pulso no se hace sentir. Es preciso colocar aquí igualmente las sensaciones táctiles provocables por la imaginación. Así como la idea de una cosa desagradable determina muchas veces el disgusto, así también la idea del dolor provoca frecuentemente este último en una parte predispuesta á padecerle, cuando un órgano se encuentra espuesto á la sensación de una corriente en su interior. Esta sensación reaparece mucho tiempo después de haber cesado la corriente, cuando se piensa en ella. La idea de una cosa capaz de producir el calofrío determina la sensación táctil de este último. La emoción y éxtasis ocasionan en ciertos sujetos una sensación de concentración en el vértice de la cabeza y un calofrío en todo el cuerpo. La sola idea del cosquilleo basta para producir esta sensación en las personas propensas á ella cuando alguno intenta hacerles cosquillas.

Las sensaciones táctiles subjetivas tienen lugar principalmente en las personas cuyo sistema nervioso es muy irritable, en las histéricas y en los hipocondriacos, á los cuales se tacha el que á veces se quejan de males imaginarios. Si creemos por esto que sus dolores solo existen en su imaginación, nos engañamos mucho. El dolor jamás es una cosa imaginaria, pues cuando es debido á una causa in-

terna está tan verdadero como cuando proviene de una causa exterior. Solo la idea del dolor carece de sensación, pero nadie se queja de tener esta idea. Por lo demás, una imaginación exaltada puede aumentar un dolor existente, y si la persona está predispuesta á un dolor, recordar el que ya ha padecido (1).

Las simpatías del tacto con los otros sentidos y con los movimientos se verifican por reflexion, de lo cual ya hemos tratado en el capítulo dedicado á los efectos de esta última. El choque de las sensaciones táctiles con las secreciones ha sido ya discutido en la física de los nervios.

(1) Consúltese á C. J.-H. Inderfurth, *De sensus in cute aberrationibus*. Bonn, 1832, en donde se encuentra (p. 15 y 18) una serie de experimentos sobre las modificaciones que las sensaciones cutáneas sufren por la influencia del frote de las ligaduras y del frío.

LIBRO SESTO.

DE LAS FACULTADES INTELECTUALES.



SECCION PRIMERA.

DE LA NATURALEZA DEL ALMA EN GENERAL.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS RELACIONES DEL ALMA CON LA ORGANIZACION Y LA
MATERIA.

Conocimientos experimentales.

Al principio de este Manual he comparado el organismo á un sistema de partes que estuviesen ligadas entre sí para conseguir cierto fin, y cuya accion tendiese á un órden armónico continuo entre los diversos miembros de que está compuesto; pero en esta comparacion el número de las diferencias escede al de las analogías. El organismo se parece á una máquina vista la coordinacion sistemática que en él reina, con el fin de llenar un objeto determinado; pero el mismo es quien produce el mecanismo de estos órganos en el germen, y quien los propaga. La accion de los

cuerpos organizados no solo depende de la armonía de los órganos, sino que tambien dicha armonía es un efecto de los mismos cuerpos organizados, teniendo cada parte su causa, no en sí misma sino en la del todo. Una máquina es producida segun un modelo delineado en la cabeza del maquinista, y corresponde al efecto que su accion debe tener. Todos los organismos tienen tambien por base un modelo, una idea, segun la cual sus órganos estan contruidos de un modo adecuado. Mas por lo concerniente á la máquina, esta idea le es exterior, al paso que relativamente al organismo, se encuentra en su interior, en donde crea necesariamente y sin intencion; porque la causa de los cuerpos organizados que despliega una armonía tan perfecta en sus efectos, no tiene eleccion y se ve precisada á realizar tal ó cual plan con esclusion de todo otro: obrar de un modo armónico y obrar necesariamente son una misma cosa para ella.

En el hecho de obrar en conformidad con una idea y necesariamente, la causa de un cuerpo organizado jamás traspasa los límites de las leyes que le estan asignadas: nunca las formas y fuerzas de sus productos se parecen á las de otro ser organizado, cuya vida se refiere á una idea diferente de la que preside á la suya. Sin embargo, une tambien á los diversos órganos un vínculo que reside en el fondo de su creacion, y que los ha distribuido en clases, órdenes, familias, géneros y especies. El género no existe sino en las especies independientes unas de otras, y no como organismo que procrea estas especies. La unidad del pensamiento fundamental se manifiesta en todas partes, ya en el reino vegetal, ya en el reino animal, en medio de la variedad infinita que ha revestido la manifestacion de este pensamiento; pero cada forma particular, entre la multitud de las especies diversas que pertenecen á un género, no puede dejar el tipo de su formacion y de su vida interior. La especie perece, pues, luego que todos los individuos vivos que la componen y sus gérmenes dejan de existir. Fuera de este caso no puede perecer, pues una parte de su fuerza pasa de los seres productores, que son precederos, á sus productos.

La actividad en virtud de la cual el principio vital realiza una idea en los organismos no nos es conocida sino en tanto que se verifica en estos últimos. Si las formas or-

gánicas determinadas se produjesen instantánea é independientemente de todo organismo ya existente, tendríamos aquí un ejemplo de una fuerza vital que obrase en conformidad determinada fuera de los organismos; pero siempre que se quiere someter la generacion espontánea á una investigación rigurosa se encuentra que carece de pruebas, y que no es posible dar su demostracion.

No es absolutamente probable que el principio vital que produce todas las partes de un organismo con arreglo á una idea ó á un tipo esté compuesto de partes, pudiendo decirse lo mismo del alma sensitiva de los animales. Una cosa en cuya esencia entra el estar compuesta de partes cambia de naturaleza cuando llega á ser dividida; pero el principio organizador de un vegetal ó de un animal puede ser dividido, con el vegetal ó el animal á que es inherente, sin perder nada de su esencia como poder organizador; porque en el momento en que se llegan á separar los segmentos de un pólipo y de un planario, se hacen ó son ya nuevos seres que gozan de una organizacion armónica y capaces de producir otros semejantes. Este principio no puede estar compuesto de partes, puesto que perderia su esencia cuando un animal llegase á ser dividido; pero puede ser dividido igualmente que el mismo animal, sin perder nada de esta esencia, porque cada uno de los segmentos conserva la facultad de sentir, querer, y desear. Finalmente, lo que es cierto respecto del alma de los animales debe serlo igualmente de la del hombre, porque todo lo que siente y se mueve voluntariamente para conseguir el objeto de sus deseos es animado, como ya enseñaba Aristóteles en su Tratado del alma, en que dice: "Desde el momento en que sienten, tienen ideas y deseos, porque en donde hay sentimiento hay tambien dolor y placer: luego la existencia trae consigo necesariamente la del deseo." El principio vital y el alma de un animal se conducen, pues, del mismo modo bajo este aspecto; son inherentes á la materia de los seres organizados, pero sin estar compuestos de partes, y son susceptibles de division, como esta materia, sin que por esto sufra su poder el menor cambio.

Ya he probado en otra parte que el principio vital no tiene su asiento en ningun órgano en particular, porque 1.º preexiste á todos los órganos en el germen, y aun obra en los monstruos anencefalos y acéfalos á pesar de la falta

del cerebro y de la disminucion de sus medios de accion; 2.^o varias partes que se desprenden del cuerpo de animales y de vegetales continuan viviendo y se trasforman en organismos completos; 3.^o el gérmen que se desprende del todo contiene en los animales superiores y en el hombre el principio organizado cuya accion se ejerce de un modo armónico. La separacion que se verifica entre el gérmen y el organismo materno es una verdadera escision, y la parte así separada no se diferencia de un boton desprendido de una planta ó de un segmento de animal apto para continuar viviendo, sino en que este boton ó segmento está ya completamente organizado, mientras que el gérmen contiene solamente el poder de adquirir una organizacion completa; pero la misma fuerza obra en los dos casos. No tenemos que ocuparnos aquí del dualismo de los sexos ni de la necesidad que el gérmen tiene de la fecundacion para organizarse, porque esta última accion no es necesaria para que una parte ya organizada continúe viviendó despues de haber sido separada de un todo orgánico; aun hay mas: el dualismo de los sexos, en los casos en que la fecundación es necesaria, puede reducirse á un simple dualismo de los órganos sexuales en un mismo individuo, como lo prueban las plantas y los animales hermafroditas, entre los cuales muchos, como los tænia, tienen la facultad de fecundarse á sí mismos.

He probado tambien que el alma, como causa de los fenómenos morales, de la concepcion de las ideas, del pensamiento no puede atribuirse tampoco á solo el cerebro, y que, si bien se manifiesta únicamente en este órgano, su esencia exige que esté esparcida en todo el organismo, puesto que reaparece en el gérmen en el grano en los botones de los animales gemíparos y en los segmentos de los animales escisíparos, puesto que despliega la aptitud para sentir, querer y desear luego que la parte desprendida del cuerpo ha adquirido la organizacion necesaria para la manifestacion de la vida moral.

Sin embargo, he dado á conocer igualmente que el alma como escitadora de los fenómenos de la conciencia, no obra sino en un órgano determinado, que es el cerebro. No existe sino virtualmente en el simple gérmen: para manifestarse como conciencia, y obrar como tal en los órganos del cuerpo, necesita precisamente la organizacion del cerebro,

sin el cual no hay sentimiento, voluntad, concepcion ni pensamiento. Pero el gérmen produce el órgano por medio del cual este alma adquiere el conocimiento de sí misma, siente por el intermedio del órgano sensorial las impresiones que pueden producirse en el organismo, y reacciona por impulsiones voluntarias sobre los órganos del movimiento sometidos á su imperio.

El desarrollo del gérmen depende de condiciones exteriores; y la organizacion de la materia por el principio vital de un gérmen no se efectua sino en tanto que esta materia ha sufrido cierta elaboracion por efecto de influencias exteriores, tales como el calor y el aire, sin lo cual el gérmen no podria asimilarse á la materia que le rodea, porque esta no se hace apta para unirse con la suya sino despues de haber sufrido ciertos cambios químicos. De consiguiente el mismo principio vital puede existir virtualmente ó en estado latente en el gérmen como el alma del cuerpo ya organizado y animado puede existir en la misma forma en partes de este cuerpo que no sean el cerebro.

Vemos segun esto los puntos en que el principio vital y el alma se parecen y difieren en cuanto á sus relaciones con la materia. Ni el uno ni la otra estan compuestos de partes, pero ambos son divisibles con la materia y pueden existir en estado latente. Para que el principio vital se manifieste en la materia no necesita en cualquier parte donde se encuentre mas que el concurso químico de influencias exteriores. El alma sensitiva y pensadora necesita la materia ya organizada y la organizacion del cerebro.

El gérmen y el animal jóven no difieren solamente del organismo adulto en no estar completamente organizados y en que sus órganos tienen menos desarrollo; pues la diferencia esencial entre el gérmen y el organismo apto para procrear consiste en que este es un multiple del gérmen, circunstancia que por sí sola esplica cómo una parte del múltiple puede desprenderse y constituirse en cepa de un nuevo multiple, sin que el resto del organismo procreador pierda su facultad organizadora.

En los vegetales es donde mas fácilmente se demuestra que creciendo un cuerpo organizado se hace un multiple del gérmen; por que las partes que se forman durante el incremento son repeticiones continuas de segmentos similares; los botones reproducen siempre nuevas partes análo-

gas, tallos y hojas y todos los botones tomados en conjunto, no son mas que un multiple del gérmen reproductor, y del gérmen que se convierte en tallo y hojas.

El tronco del vegetal adulto contiene en cierto modo en los vasos que van á los botones la suma de todos los tallos de estos, lo cual hace que aumente á proporcion que se forman otros nuevos. Toda rama que brota es ya un multiple del gérmen reproductor, y naturalmente debe hacerse un nuevo tallo cuando se la arranca y pone en tierra.

Los corales forman tambien botones que al desarrollarse se hacen multiples del pólipó á que ha dado origen el huevo.

La multiplicacion por el hecho del incremento no es tan sensible en los vermes; pero se puede probar que en estos animales se verifica una cosa análoga en el fondo. Sábese que ciertos vermes se multiplican por aumento del número de sus anillos. Los *tænia* jóvenes tienen tan pocos anillos que se parecen mas bien á la cabeza de uno de estos animales que á un verme entero; pero, aunque los anillos maduros del *tænia* no sean repeticiones formales del animal joven, sin embargo, el fenómeno de la multiplicacion se manifiesta en él por el hecho de que todos producen ovarios particulares en que una innumerable cantidad de gérmenes repiten el primero de donde provino el *tænia* joven. Los naídos se dividen tambien espontáneamente cuando han adquirido cierto volúmen, y las partes separadas se desarrollan en un organismo nuevo desde antes que se complete la division. Los vorticelos se desarrollan á lo largo, y los planarios é hidras pueden tambien ser divididos.

De que los segmentos de un hidra cortado en pedazos no tienen ya la estructura de uno entero, sin tardar en hacerse espontáneamente uno completo, se sigue que la multiplicacion no puede considerarse como un simple aumento numérico de formas análogas dotadas de fuerzas igualmente análogas, y que tambien tiene lugar virtualmente, puesto que formas desemejantes tienen tambien virtualmente un multiple de gérmen.

Aquí una parte del multiple no puede desprenderse del todo con la aptitud para desarrollarse sino en cuanto que se aísla en forma de gérmen, es decir, en estado de no desarrollo. La produccion de gérmenes, que á su vez se ha-

160 RELACIONES DEL ALMA CON LA ORGANIZACION Y MATERIA,
cen multiples, suministra un ejemplo del trabajo orgánico
cuyas variedades acabamos de recorrer aunque superficial-
mente. En la escision, gemnacion y generacion hay, como
he dicho, division del principio vital y del mental.

Preséntase aquí la cuestion de saber cómo es que el incremento de un ser organizado produce un múltiple de su fuerza organizadora, y cómo se debe concebir la difusibilidad del principio mental que se encuentra adquirida al mismo tiempo. ¿Está en la naturaleza del principio vital y del alma como potencia el que estendiéndose á mayor masa de materia, y dividiéndose no se disminuyan? ¿O bien la asimilacion de la materia nueva en un organismo que crece produce en él tambien mayor suma de estos principios, preexistiendo estos en estado latente en la sustancia nutritiva sin poder manifestarse sino en tanto que forma parte de un ser organizado?

La segunda hipótesis implica necesariamente otra, á saber, que el principio de la vida y el alma existen en estado latente en toda materia, cualquiera que sea; porque los animales no pueden vivir mas que de vegetales; estos últimos pueden aumentar la materia orgánica á espensas de sustancias inorgánicas, y sin esta produccion incessante la materia orgánica acabaria por destruirse totalmente á causa de la putrefaccion y combustion de tantas sustancias que no entran á título de alimento en los seres organizados.

No es posible avanzar mas en el terreno de los experimentos investigando las relaciones que existen entre el principio vital y el alma por una parte, y la organizacion y la materia por otra. Traspasando este límite nos salimos de la fisiología empírica, y caemos en el dominio de las especulaciones hipotéticas y de la filosofía, lo que hasta ahora he procurado evitar, reduciéndose mi problema á indagar solamente cuáles son las deducciones probables que emanan de la apreciacion filosófica de los hechos. Como me parece un inconveniente el sustituir otro método al adoptado generalmente en fisiología, ó recurrir unas veces á uno y otras á otro segun la necesidad ó el capricho, me contentaré con desarrollar especulativamente las dos hipótesis sin decidirme por una ni por otra. No seguiré esclusivamente ninguna forma de la filosofía, y solo espondré cada sistema con la mayor claridad posible sin confundirle con los hechos

Sistemas cosmológicos.

1.º *Hipótesis segun la cual la organizacion y la vida intelectual dependen de ideas ó de esencias espirituales implantadas en el organismo.*

Todo el universo es en verdad la espresion de las ideas de la suprema inteligencia; pero en los seres organizados no hay mas ideas activas que las divinas, que reproducen siempre sus semejantes, y que desarrollan en la materia el mecanismo necesario á la manifestacion de los efectos de los mismos cuerpos organizados. La idea motriz ó activa de un cuerpo organizado, es pues, una emanacion de la divinidad que vive en él y sus productos desde el instante de la creacion. Esta idea es la única cosa permanente en él, porque la materia le abandona sin cesar, y nueva materia se encuentra sometida continuamente á la influencia de esta idea motriz: sin ella la materia no tiene vida ni alma, ni aun virtualmente, ó en estado latente. Todos los fenómenos vitales é intelectuales que se desarrollan en la materia elaborada por los cuerpos organizados, dependen únicamente de la idea que domina á los organismos.

Esta doctrina se encuentra espuesta en forma de fábula mitológica en el *Timeo* de Platon. Es tambien la mas estendida de todas para la esplicacion de las relaciones que existen entre el alma y el cuerpo. La idea motriz de la vida puede romper en la muerte sus vínculos con el cuerpo y volver al origen divino de donde salió en la época de la ovacion de los seres animados. Así el alma en sí misma es estraña á la materia animada de fuerza puramente física; solo le está encadenada y pueden romperse sus vínculos. Las diferentes fábulas mitológicas relativas al estado del alma despues de la muerte, las ideas de los pitagóricos y Platon sobre la salida de los espíritus despues de la disolucion del cuerpo, las de los neoplatónicos y de los místicos sobre la posibilidad de desprender al alma, aun en esta vida, de los vínculos de la materia, todas estas doctrinas son variaciones de un solo y mismo sistema cosmológico, segun el cual el alma, estraña al cuerpo, no es una fuerza ni de este cuerpo ni en general de la materia, y no se encuentra sino en estado de union con él en los seres organizados. Es-

ta doctrina tiene en su favor el interés que cada uno refiere á su propia personalidad, y que le hace desear que persista mas allá del sepulcro.

Mas como la vida y el alma, ú en otros términos, la idea motriz no son atributos latentes de toda materia, la multiplicacion de los seres organizados y la division simultánea de las almas no pueden atribuirse en esta hipótesis á la asimilacion de nueva materia por la via de la nutricion, sino que deben explicarse por una propiedad del principio vital y del alma que, en oposicion con el modo de conducirse la materia, las hace capaces de dividirse hasta el infinito, sin que su fuerza se disminuya ó debilite. Seguramente es difícil que la inteligencia conciba semejante propiedad. Por otro lado la hipótesis segun la cual las ideas motrices dimanar de la diversidad y son independientes de la materia, explica sin dificultad cómo los diferentes organismos, sus clases, órdenes, familias, géneros y especies, aunque independientes unos de otros, expresan sin embargo de un modo tan sorprendente la influencia original de una idea reguladora. Esta idea general es seguida con una precision tan lógica en todas las modificaciones que ofrecen los diversos géneros de una familia, que basta muchas veces á los zoólogos conocer los caracteres de una familia y de algunos de los géneros que á ella se refieren, para prever la existencia de sus géneros y de sus particularidades distintivas. El estado actual de la creacion corresponde tambien á la hipótesis de ideas activas implantadas originariamente en el organismo, porque cuando un suceso casual llega á destruir todos los individuos de una especie orgánica, esta especie no puede ya producirse por la via general de la naturaleza. La semejanza que los gérmenes de todos los seres organizados tienen entre sí, relativamente á la estructura primitiva, puesto que todos son células de núcleo, parece probar tambien que la diversidad de las clases, familias, géneros y especies de animales y vegetales que se desarrollan de estos gérmenes, tiene por causa, no su estructura y constitucion química, sino una idea activa é innata.

2.º *Hipótesis panteística de un alma del mundo y de sus relaciones con la materia.*

Una doctrina enteramente opuesta á la anterior sostiene que el principio de la vida es inherente á la materia, y

que lejos de estar sobreañadido á esta, no es sino una simple propiedad que á la verdad no tiene mas que bajo condiciones determinadas de composicion, estructura y forma. Cuando la materia entra en los cuerpos organizados encuentra reunida en ellos las condiciones necesarias para que el principio de la vida que encierra ese estado latente se manifieste bajo la forma determinada de tal ó cual cuerpo organizado. De este modo se concibe que la fuerza orgánica puede multiplicarse por incremento y que es susceptible de division. Un ser vivo que muere no pierde mas que las condiciones, sin las cuales la vida no podia manifestarse bajo una forma dada, y la materia, tan animada y tan apta para vivir como antes, vuelve á entrar en el seno de la naturaleza.

Tal es la expresion pura y sencilla de esta doctrina, á la vez panteística y materialistica, cuando se la desprende de todas las particularidades históricas, y se la adapta á la solucion del problema sentado anteriormente. Ya los filósofos de la antigua Grecia habian imaginado sistemas cosmológicos mas ó menos ingeniosos de sus colores. Anaxágoras enseñaba que todo puede provenir de todo, y que el espíritu es el alma de todas las cosas, la forma universal de todo. Heráclito pretendia que los seres animados reciben el principio espiritual del universo por la respiracion y los sentidos; pero nadie ha espuesto con mas claridad la teoría del mundo que Jordano Bruno. El extracto siguiente de una de sus principales obras (1) dará una idea de un sistema que ha sido reproducido y desarrollado por diversos escritores modernos sobre la filosofia.

"El alma del mundo llena é ilumina el mundo entero, y enseña á la naturaleza á producir los géneros y las especies de las cosas tales como deben ser. Esta inteligencia creadora universal tiene las mismas relaciones con la produccion de las cosas naturales que nuestra inteligencia con las concepciones, géneros y especies.... El objeto final que se propone, la causa primera el alma creadora del mundo, es la perfeccion del todo, la cual consiste en que todas las formas posibles se realicen en partes y masas diversas de la

(1) *Dialoghi de la causa, principio e uno*. Véase (Londres) 1845.

materia, en cuyo objeto se complace de tal modo la inteligencia general que jamás deja de sacar todas las variedades de formas de seres de la materia..... La causa de todas las cosas debe ser un alma, que reina en toda la materia del universo; y que, aunque unida en sí misma, produce cosas diversas y dotadas de cualidades diferentes, según la facultad que la materia tiene de tomar formas variadas, y según la aptitud de sus fuerzas activas. Algunas de estas cosas viven sin sensibilidad, porque las fuerzas espirituales están oprimidas por la materia preponderante; ya en razón de su propia debilidad, ya por otras causas..... De que los cuerpos celestes y la naturaleza en general no tengan la facultad humana de pensar ó la memoria, no se sigue que formen sus productos sin ninguna inteligencia ó sin alguna intención; porque se ven músicos y escritores perfectamente ejercitados no quebrantar las reglas, aunque presten poca ó ninguna atención á lo que hacen..... He dicho pues que la tabla como tabla no está animada, ni tampoco lo están el vestido como vestido, ni el cuero como cuero, ni el cristal como cristal; pero que en su cualidad de productos naturales y de cosas compuestas, tiene necesariamente materia y forma. Luego, por pequeña y fútil que pueda ser una cosa, no por eso deja de contener una parte de la sustancia espiritual que, cuando encuentra un *substratum* conveniente, es apta para hacerse una planta ó un animal. En suma, hay un espíritu en todas las cosas, y ningún cuerpo es tan pequeño que no contenga una parte de la sustancia divina que le anima."

Según esta teoría, los organismos son efectos de la primera de todas las causas; son cuerpos animados en los cuales los fenómenos de la vida y de la inteligencia se manifiestan bajo una forma determinada en virtud de cierta estructura y de cierta composición química. Esta estructura no es un resultado del acaso, porque dimana también del espíritu creador de Dios y la conexión ideal de todos los seres organizados distribuidos en clases, familias, géneros y especies, basta ya para escluir toda idea de intervención de un puro acaso. Pero tan luego como la materia á que se da el epíteto de muerta, entra en la esfera de acción de un organismo actualmente existente que le da una estructura semejante á la suya, y la somete á su propio principio de vida, la aptitud para vivir que le era inherente, pero que

se hallaba en estado latente, se manifiesta bajo una forma determinada, y esta forma tiene precision de amoldarse á la de la organizacion á que se une. De este modo la asimilacion de la materia por un ser organizado, aumenta la fuerza orgánica, y el aumento de esta fuerza hace posible su division. La física nos ofrece muchos ejemplos análogos de fuerzas que bajo el influjo de ciertas condiciones pueden pasar del estado latente al de manifestacion; esto es lo que sucede con la electricidad, la luz y el calórico.

En la esposicion que acabo de hacer de las doctrinas cosmológicas del panteismo, me he ceñido únicamente á lo mas general, pues no es mi objeto discutir las diversas formas filosóficas que á él se refieren. Mi único fin era presentar las dos hipótesis por medio de las cuales la especulacion toma el hilo de las ideas en donde el empirismo fisiológico tiene precision de abandonarle.

CAPITULO II.

DE LA VIDA INTELECTUAL EN UN SENTIDO MAS LIMITADO.

Diferencia entre la vida y el espíritu.

La vida en los cuerpos organizados produce efectos de que no se apercibe la conciencia, y consisten en que no solo desarrolla y sostiene el modo de organizacion que le es propio, sino que tambien reproduce su semejante. Son los mismos en los vegetales y animales. Lo que el gérmen recibe del organismo materno como piedra fundamental de su estructura, es la célula con núcleo implantado en su pared lo que en los animales se llama vesícula y mancha germinativas. Los primeros fenómenos de la organizacion son la formacion á espensas de los núcleos de células semejantes á las que ya existian. El blastodermo de los animales está compuesto de una agregacion de células, segun las observaciones de Schwann, las cuales nos enseñan que los tejidos del feto se forman primitivamente á la manera de las células vegetales, pues como en estos últimos las células tienen la mayor parte de veces sus paredes provistas de núcleos al rededor de los cuales se desarrollan otras nuevas.

Solo despues, cuando las células se trasforman en tejidos permanentes, es cuando se diferencian una de otra la estructura de los vegetales y la de los animales.

Cuando se comparan los fenómenos intelectuales, que no pertenecen mas que á los animales y al hombre, con los fenómenos de organizacion comunes á los vegetales y á los animales, se encuentran semejanzas y desemejanzas. Se parecen en que pueden realizar lo que exige la armonia, y aun lo que pide la razon; pero este efecto se verifica sin conciencia en los fenómenos orgánicos, al paso que se verifica con conciencia y sentimiento en los del alma. He aquí por qué en los fenómenos vegetativos de la vitalidad se sigue la armonia necesariamente ó sin eleccion; un solo objeto puede conseguirse y es la produccion de la forma y de las cualidades de tal ó cual planta, de tal ó cual animal. Todo lo que contribuye á este fin queda á un lado; el organismo atrae lo que le es apropiado y lo retiene. La idea de tal ó cual planta es el tema que la vitalidad sigue incesantemente; la naturaleza y los esfuerzos de la planta no contienen otra idea que esta, así como una máquina bien construida jamás se separa de las reglas que presidieron á su formacion.

En la esfera del alma, por el contrario, la accion es mucho mas libre, aunque sujeta tambien á ciertos límites.

Los objetos variados del mundo exterior dan lugar á la percepcion de imágenes que despues son reproducidas y combinadas de varios modos. El hombre reconoce tambien lo que hay de general entre muchas imágenes que ha percibido, y la imagen que queda de estas cualidades generales es lo que se llama una *idea*. Las ideas se combinan igualmente, ya entre sí, ya con imágenes, y el resultado mas general de todo esto es el *pensamiento*. La creacion no sigue aquí ningun modelo; solamente obedece á la necesidad de combinar y de formar ideas, es decir, imágenes con muchas imágenes, pero los materiales de muchas imágenes los puede suministrar todo lo que en la naturaleza es susceptible de otras sobre los sentidos. La vida intelectual pudiera por consiguiente compararse á un espejo que no hace mas que reflejar, segun una ley muy sencilla de combinacion, cosas existentes fuera del organismo ó en su interior. Por el contrario, la organizacion y la vida reproducen siempre lo que se les parece; tienen una forma determinada, y las propiedades que á ellas se refieren son creadas por las mismas á espensas de la materia

sometida á su poder, pero no toman conocimiento de los objetos exteriores. Si hay alguna analogía entre los dos actos, consiste solamente en que la vida intelectual coloca las imágenes con arreglo á la ley de combinacion que le es inherente, del mismo modo que la vitalidad emplea la materia y sus fuerzas físicas por la ley de la organizacion que le es innata.

Aunque sea posible reproducir los objetos naturales en forma de imágenes intelectuales, que tambien son signos representativos de las cosas, todo el trabajo es de pura conciencia, porque una imagen intelectual no engendra otra cosa que una imagen intelectual, y los signos no pueden producir mas que signos. Al contrario, la fuerza organizadora ó principio vital realiza el tipo de sus operaciones por limitado que sea bajo una forma material.

El pensamiento puede separar de la idea general que ha concebido las ideas particulares que en ella se encuentran comprendidas, así como el blastodermo, que encierra la vitalidad general del animal, engendra la estructura que reclama el organismo entero; pero el producto en el primer caso no existe sino en la conciencia del individuo al paso que en el segundo es un tejido ó un órgano. A pesar de esta diferencia entre la produccion de los fenómenos intelectuales y la de los orgánicos, el principio intelectual y el vital no dejan de conducirse del mismo modo casi en todos los puntos con respecto á la materia sobre la cual ejercen su energía. Las dos fuerzas pueden dividirse así como la materia, y ni la una ni la otra está compuesta de partes. Ambas pueden ser latentes, y para desplegar su actividad exigen que sobrevenga un cambio en la materia. Finalmente, siempre estan ligadas una á otra en los animales, de suerte que antes de manifestarse la fuerza intelectual es preciso que la vital realice la organizacion del cerebro, sin la cual no puede obrar el alma.

Hay cierta clase de fenómenos, respecto de los cuales la fuerza vital creadora de un organismo animal influye hasta en las operaciones de la vida intelectual, produce series de ideas, especies de sueño, y provoca acciones á que se da el epíteto de instintivas. La abeja se ve precisada á formar celdillas de cera segun un tipo que flota en ella como un sueño: un animal debe construir habitaciones y formar tejidos conformes en un todo á los de sus predecesores, cantar como ellos, efectuar las mismas emigraciones que ellos y proteger

sus hijuelos bajo la inspiracion de pasiones que no se desarrollan sino por la influencia del trabajo de la generacion. El autor de estas ideas á las cuales obedece el alma, pero que no ha concedido, es la fuerza organizadora, la causa primera del organismo, ó el poder que crea armónicamente todos los órganos. Ella es quien enseña á los animales á juntarse, á los pequeñuelos á mantenerse en equilibrio sin necesidad de educacion, á los ánades á nadar sobre el agua, á los topos á escavar la tierra y á los perezosos á trepar á los árboles. En todos estos fenómenos obra una fuerza que tiene los atributos del principio vital, sin gozar de las propiedades del alma, pero que no realiza por sí misma el tema del alma, sino que le da para que se realice fuera del cuerpo. Las celdillas de las abejas y la columna del órgano eléctrico del torpedo son, pues, deudoras de su origen á la misma causa primera; pero su causa próxima no es la misma en el primer caso, pues el alma sirve de intermedio para una construccion que debe tener lugar fuera del cuerpo del animal (1).

La influencia de la fuerza vital en la produccion de las ideas y la vida del alma puede llegar hasta el punto en que haya la mas estrecha conexion entre uno y otro fenómeno; pero que la causa primera sea la misma en los dos casos, es lo que no se puede demostrar, así como tampoco es posible dar la prueba de lo contrario. Por consiguiente, debemos permanecer en la duda en cuanto á la cuestion de saber si es porque los vegetales no tienen la estructura necesaria para las manifestaciones del alma, ó porque las ideas activas implantadas en ellos son de naturaleza diferente, el que la fuerza orgánica sea la única á cuya accion estan sometidos.

Accion del cerebro en la vida intelectual.

La energia ó el modo especial de la vida intelectual tomada en un sentido limitado, es la conciencia, acto cuyo nombre lleva en sí la esplicacion, y que no se puede describir, así como no es posible dar la descripcion del sonido, del azul, del rojo y del amargo. Del mismo modo que la propiedad del nervio ligado con el *sensorio* es sentir, así

(1) Consúltese sobre este asunto á P. Flourens, *De l'instinct et de l'intelligence des animaux*. Paris, 1845.

tambien la del cerebro es procurar la conciencia de las cosas. La concepcion de las ideas, el pensamiento y las emociones ó pasiones son modos diversos de la conciencia. Nada nos autoriza para admitir en el cerebro órganos ó departamentos particulares, encargados de diversos actos, ó para considerar á estos últimos como otras tantas facultades del alma; pues no son sino modos de accion de una sola y misma fuerza. Aunque la claridad de la concepcion, la profundidad del pensamiento y la vivacidad de la pasion se modifiquen por cambios materiales del cerebro, y la integridad de este órgano sea indispensable para la conciencia, con todo la vida intelectual no puede explicarse por cambios materiales que en ella sobrevengan, sino que se la debe mirar como una actividad independientemente de la materia, y sobre cuya pureza y precision solo ejerce influencia el estado del cerebro.

Ciertamente el alma no llega á la conciencia de las sensaciones sino por medio de los nervios y de su accion sobre el cerebro; pero la facultad de conservar y reproducir las imágenes ó las ideas de los objetos que han afectado á los sentidos no permite admitir que las series de ideas esten fijas en tales ó cuales partes del cerebro, por ejemplo en los corpúsculos ganglionares de la sustancia gris; porque en las ideas acumuladas en el alma se unen entre sí de mil maneras, tales como sus relaciones de sucesion, de simultaneidad, de analogía, de desemejanza, y estas relaciones varian á cada momento. Es cierto que varios cambios orgánicos del cerebro hacen desaparecer á veces la memoria ó hechos que se refieren á ciertos periodos, ó ciertas clases de palabras, tales como los sustantivos y los adjetivos (1); pero esta pérdida parcial no puede explicarse sino admitiendo que las impresiones se fijan en porciones alteradas del cerebro, en lo cual no nos podemos detener ni un solo instante. Por otra parte, si se quisiese atribuir la percepcion y el pensamiento á los corpúsculos ganglionares, y considerar el trabajo del espíritu cuando sube de las ideas particulares á las nociones generales, se baja de estas á aquellas, como el efecto de una exaltacion de la parte periférica de los corpúsculos ganglionares

(1) Véase *Bulletin de l'Academie royale de médecine*, t. IV, p. 282; t. X, p. 525.

relativamente á la de su parte central, ó de la de su núcleo con respecto á su periferia, si se pretendiese que la reunion de las concepciones en un pensamiento ó en un juicio, que exige á la vez la idea del objeto, de los atributos y de la cópula, depende del choque de estos corpúsculos y de una accion de las prolongaciones que los unen entre sí, y si se quisiese establecer que la asociacion de las ideas, segun el órden de su sucesión ó segun su simultaneidad depende de una accion sucesiva de corpúsculos ganglionares unidos entre sí ó de la accion simultánea de muchos de estos, no se haria otra cosa que perderse en medio de hipótesis vagas y destituidas de todo fundamento. Lo único por consiguiente que se puede pensar en general es que la claridad y precision de nuestras ideas dependen de la intimidad de las acciones orgánicas de las partículas del cerebro.

Ideas primitivas y nociones generales.

El hecho bien conocido de que puede haber correspondencia entre nuestras ideas y las cualidades de los objetos ha impulsado en todos tiempos á los filósofos á indagar si esta correspondencia tiene su origen único en el testimonio de nuestros sentidos, ó si depende tambien de cierta armonía preexistente entre el mundo de los fenómenos, el microcosmo y el espíritu, ó el microcosmo pensador, y si procede de ciertas leyes igualmente necesarias á la conexión de los fenómenos del universo y á la de los pensamientos. En el primer caso se sostiene que *nihil est in intellectu quod non erat in sensu*. En el segundo se supone la existencia de ideas *à priori*, y en cierto modo innatas de ideas generales, llamadas categóricas por Aristóteles como son las nociones de cualidad, cantidad, relacion y modalidad. Supónese que estas ideas generales forman el contenido puro del pensamiento *à priori*, que es escitado tambien por la esperiencia de los sentidos, pero que ejerce una influencia regularizadora en todas las percepciones adquiridas por los sentidos; por consiguiente, las nociones generales no pueden proceder de la esperiencia, la cual serviria para hacerla resaltar. Locke en su análisis del entendimiento humano no admitia que el pensamiento encerrase nada primitivamente, y hacia provenir las nociones generales de la esperiencia; el entendimiento ni puede producirlas ni alterarlas, y las recibe

tales como llegan. Sin embargo, como los fenómenos sensoriales no son ideas, sino que al contrario estas últimas expresan las relaciones que hay entre ellos, se pregunta cómo llega el espíritu á concebir una cosa que, aunque existente no obra sobre los sentidos, y si la combinacion de los fenómenos sensoriales en una idea depende de nociones abstractas preexistentes, ó de una obligacion que no tiene su origen sino en el hábito. Esta última esplicacion era la que adoptaba Hume. Según él, las combinaciones de las ideas nacen de su asociacion frecuente, de manera que la misma asociacion se hace una necesidad subjetiva, como la asociacion de causa y de efecto se debe al hábito que tenemos de ver sucederse uno á otro dos fenómenos. De aquí se sigue que no pudiendo salir de la combinacion habitual de nuestras ideas, tampoco tenemos, segun Hume, ningun conocimiento objetivo.

Kant se levantó contra esta doctrina, porque la realidad de una ciencia *à priori*, como son las matemáticas puras, demuestra la existencia de las ideas *à priori*. Las ideas generales ó categorías que admite son cuatro, á saber: las de *cantidad* (unidad, pluralidad, totalidad), las de *cualidad* (realidad, negacion, limitacion), de *relacion* (esencia y accidente, casualidad, reciprocidad de accion), y de *modalidad* (posibilidad, existencia, necesidad). Así como estas nociones son formas contenidas en la inteligencia pensadora, así tambien, segun él, las ideas de tiempo y de espacio son las formas primitivas de intuicion de la sensibilidad. Admitia, pues, que no tenemos conocimiento alguno de las cosas en sí mismas, no siendo todo lo que podemos saber mas que una aplicacion de estos principios á la observacion y apreciacion de lo que está conforme con las categorías.

Es indudable que hay ideas innatas, lo cual es un hecho establecido. Todas las ideas de los animales á quienes el instinto sirve de guia son innatas é inmediatas; flotan delante del espíritu como sueños y les acompaña el deseo de conseguir un fin. El potro que acaba de nacer tiene estas ideas innatas que le impelen á seguir á su madre y á buscar la teta. ¿No vemos algo semejante relativamente á sus ideas generales? Creo que no es posible resolver este problema por lo concerniente al pensamiento humano ni en favor de Hume ni en favor de Kant. La costumbre de asociar dos cosas en idea solo exige que cuando una de ellas

se ofrece á la imaginacion, se presente tambien la otra, ó cuando se repite un suceso que ha producido antes en nosotros una sensacion agradable ó desagradable, miremos como cierta la vuelta de esta sensacion. Así es como el perro liga necesariamente la idea de los golpes con la del pelo: pero le es imposible llegar á representarse esta relacion así como otras muchas análogas, bajo la forma de la idea abstracta de una relacion de causa y efecto. Los animales no forman ideas generales; de lo cual no debe buscarse la causa en la claridad y oscuridad de las impresiones, porque con respecto á esto no hay seguramente diferencia entre los animales y el hombre. Mi opinion, pues, es que este último jamás llegaria á la idea abstracta de la casualidad, ni por la sola esperiencia que adquiere á beneficio de los sentidos, ni por la influencia del hábito, si su entendimiento no tuviese cierto poder de abstraccion, es decir la facultad de hacer una cosa puramente intelectual con lo que hay de comun en un gran número de encadenamientos sucesivos de dos cosas, de las cuales una llama á la otra.

Por otro lado no considero como constituyentes del contenido primitivo del entendimiento á las nociones intelectuales de Kant, ó las categorías de Aristóteles, que me parecen ser un producto de la esperiencia y de la facultad de abstraccion. El poder en virtud del cual las diversas categorías nacen en nosotros por el hecho de la esperiencia es originalmente la facultad de atraer lo que hay de general en muchas especialidades ó en muchos hechos impíricos, y representárselo como una cosa intelectual, es decir, formarse una idea λογος. Cuando esta facultad existe, la conexion que establezco entre la necesidad de que una influencia exterior determine en mí un cambio y otros casos en que se reproduce la misma relacion, se presenta á mí como una idea de causalidad, es decir como necesidad del cambio de un objeto por otro. De este modo todas las ideas nacen del poder que tenemos de generalizar los hechos particulares que nos enseñan directamente los sentidos. Un objeto deja de parecer á nuestros ojos tal como antes se le habia visto, y la esperiencia nos enseña que sucede lo mismo con otros muchos. El animal se limita á estas sensaciones aisladas, pero en nosotros dan origen á la idea de cambio, idea que no contiene mas que aquello que es comun al conjunto

de los fenómenos *a, b, c, d*, hechos diferentes y á la cual falta todo lo que no es propio sino de uno de estos fenómenos *a, b, c, d*. Si el cambio va acompañado de dislocacion resulta para mí la idea de *movimiento*. Cuando cambian los fenómenos, los diversos actos no tienen de comun entre sí mas que seguir los unos á los otros, y cuando he concebido que sucede otro tanto á muchos fenómenos, me he formado la idea de *sucesion*. Por lo demás la facultad de formar ideas generales no es un poder especial que el alma ejerce en las simples percepciones, sino la reaccion mutua de las percepciones afines. La inteligencia humana tiene un grado de desarrollo tal que muchas percepciones pueden existir juntas y obrar unas con otras. Si coexisten muchas que tengan afinidad entre sí, pero en las cuales tal punto sea diferente y tal otro similar, las diferencias se oscurecen en la masa de las percepciones, no quedando mas que lo que tienen de similar ó de comun (1). De aquí nacen las ideas generales. Cuanto mas general es la aplicacion de que dichas ideas son susceptibles tanto mas obligatorios se hacen para el espíritu. La idea de causalidad no tiene este carácter en tanto grado sino porque es conforme con todo lo que pasa ya en el espíritu, ya en la naturaleza. Si la idea de la gravedad que se ha deducido tambien de la esperiencia fuese de una aplicacion tan general como la de causalidad, pareceria tan obligatoria para el espíritu como lo son las nociones llamadas generales.

Las ideas mas generales que de este modo se forman son las de cambio, esencia, infinito, sugeto, yo, causalidad, existencia, nada. Entre estas ideas hay tambien la diferencia que algunas pueden ser deducidas de todas las cosas tanto materiales como inmateriales. Estas son en cierto modo las principales de todas las que se llaman tambien ideas intelectuales ó categorías. Otras han sido sacadas de los fenómenos físicos, como son las de materia, fuerza, movimiento, objeto, sugeto, yo &c.

Aquí tenemos que preguntarnos hasta qué punto el pensamiento corresponde á sus objetos, y si le es imposible llegar á un conocimiento absoluto de las cosas. El grande desarrollo que las especulaciones de pensadores, como Bruno,

(1) HERBART, *Lehrbuch der Psychologie*, p. 143.

Espinosa, Schelling y Hegel han dado á la filosofía, ha hecho sostener que podemos elevarnos á un conocimiento absoluto, y que el pensamiento puro analizándose á sí mismo produce ideas que corresponden perfectamente á las cosas de la naturaleza. Es preciso buscar el origen de esta proposición en el pása-je de Bruno citado anteriormente, en que se dice que entre la inteligencia creadora universal y la producción de las cosas naturales existe la misma relación que entre nuestra inteligencia y nuestras concepciones de géneros y especies. El espíritu humano puede ejercer sin duda en ciertos límites sus modificaciones sobre las cosas, y cualquiera que tenga el talento especulativo de comprender lo que hay de esencial en lo variable y accidental, ó de hallar leyes y hechos de donde se puede deducir un gran número de fenómenos, es el que mejor los conoce; pero no es esto lo que se puede llamar un conocimiento absoluto de las cosas. Aun no se ha llegado á conseguir, tomando por punto de partida la idea de la existencia absoluta y valiéndose de la experiencia, en el sentido que Hegel da á esta palabra, un conocimiento absoluto de la materia sin conocimiento absoluto de la luz, la electricidad y de la vida; para esto sería preciso el conocimiento de un infinito absoluto distinto de aquel sobre el cual la filosofía ha tenido que fundar sus especulaciones. La análisis de la idea filosófica en sí no puede, pues, aun en manos de los mayores pensadores, ser otra cosa, que un ensayo mas ó menos feliz del talento especulativo segun un método que no conduce á pruebas rigurosas.

Es posible un conocimiento completo con respecto á las cosas cuyas propiedades tienen entre sí una conexión tan sencilla y una dependencia tan recíproca, que basta esta definición para hacer encontrar todas las propiedades desconocidas y que por otra parte nada mas contienen. Tal es el caso de las relaciones puras de magnitud y configuración. Cuando se nombra un triángulo, un círculo, un cono &c., se indican por esto solo todas sus propiedades. Las matemáticas puras son pues una ciencia absoluta: $a=a$, es decir, toda cantidad es igual á ella misma y á otras semejantes; pero hay en la naturaleza muchas cosas de que no se podría dar una definición ó una idea tal que pudiesen deducirse de ella todas sus propiedades, y que nada mas contienen igualmente; á la verdad, se pueden descubrir en ellas propiedades de donde se consigue deducir otras muchas; mas

á pesar de todo lo que los sentidos nos hacen percibir en los objetos naturales, á pesar de todo lo que en ellos descubrimos por medio de la facultad que he designado con el nombre de *λειτουργος*, no por eso dejan de encerrar cosas que permanecen desconocidas para nosotros. Aquí, pues, no podemos llegar á un conocimiento absoluto de la esencia de la cosa, y el saber que conseguimos no es absoluto sino en el sentido en que de un principio fundamental (sea tesis, sea direccion de la esperiencia) emanan necesariamente ciertas conclusiones, lo que sin embargo no ilustra mas que, cierta serie de fenómenos ó de relaciones.

Todas las ciencias, cuando han llegado á cierto grado de perfeccion, pueden someterse á este método matemático. De este modo ha tratado la filosofía de Espinosa. En las ciencias naturales el objeto de nuestros esfuerzos debe ser el descubrir hechos de donde se puedan deducir otros muchos, como de un principio fundamental. Este método se aplica tambien á toda ciencia en que los progresos son mas sensibles mejor que á ninguna otra. De la ley de la gravedad se pueden deducir las leyes de la mecánica de los cuerpos celestes; pero la esencia de la gravedad de la materia nos es desconocida. La ciencia de la foronomia se funda en la ley de la inercia, la cual consiste en que un cuerpo en movimiento continúa moviéndose hasta que encuentra un obstáculo; pero esta ley no es mas que un axioma deducido de la esperiencia; porque todo lo que se podia decir *à priori* es que un cuerpo se mueve por todo el tiempo que se mueve $a=a$. El estudio que Ampere ha hecho de la accion reciproca de las corrientes eléctricas, ha conducido al descubrimiento de leyes de donde los fenómenos electro-magnéticos pueden derivarse con tanta evidencia como las verdades geométricas de sus axiomas. Tal es la ley fundamental que dos corrientes eléctricas se atraen cuando caminan en la misma direccion y se repelen cuando marchan en sentido opuesto; pero la naturaleza de la electricidad nos es desconocida. La mecánica de los nervios se funda en gran parte en el hecho experimental que las fibras nerviosas estan separadas unas de otras en todo su trayecto. La física del desarrollo y de la vida de las células en los cuerpos organizados será la base de una teoría de los fenómenos mas complicados de la plasticidad tanto vegetal como animal. Los fenómenos del alma pueden someterse á la observacion, como todos los

fenómenos físicos, y la sicología tiene bajo todos conceptos una semejanza absoluta con las ciencias naturales: pueden observarse aquí hechos que permiten ver los fenómenos; pero la esencia del alma siempre se escapa á nuestras investigaciones.

En vista de lo que precede puede juzgarse cuál es el método mas ventajoso en las ciencias naturales. Las verdades mas importantes que estas ciencias ostentan no se han hallado ni por la análisis de las ideas filosóficas, ni por la simple observacion, sino por el concurso de raciocinio y de esta última que ha permitido distinguir lo que habia de esencial y de accidental en los hechos, y llegar de este modo á principios de donde se deducen muchos fenómenos, esto es mas que la observacion empírica, es, si se quiere, la observacion filosófica.

En todas las ciencias hay ideas abstractas, que son la expresion de verdades generales, que no se pueden concebir por los sentidos y que el entendimiento deduce por la via de la abstraccion. No obtenemos dichas ideas generales sino analizando los hechos observados. Las ciencias naturales analizan los fenómenos para elevarse á nociones generales y comprender las relaciones que hay entre las ideas simples de las cosas. El dominio propiamente dicho de la filosofía son las ideas abstractas y sus relaciones unas con otras, de suerte que toma sus materiales de todas las otras ciencias y las une todas entre sí con un vínculo comun. A pesar de su afinidad con el método filosófico aplicable al estudio de cada ciencia particular, no por eso deja de constituir una ciencia aparte, puesto que se ocupa de las ideas generales que sirven de base, no á tal ó cual ciencia, sino á muchas simultáneamente, como la existencia, la esencia, el acaso, el cambio, la causa, la cantidad, la cualidad, el tiempo, la materia, el espíritu &c. Ciertas nociones generales, tales como las de fuerza, materia, movimiento y gravedad pertenecen mas particularmente á ciertas ciencias; pero en tanto que una ciencia encierra ideas abstractas de donde se pueden deducir fenómenos, merece el epíteto de filosófica.

Alma del hombre y alma de los animales.

Los fenómenos intelectuales se parecen en muchos puntos y difieren en otros en el animal y en el hombre. Los

dos se forman ideas con las impresiones que hieren sus sentidos, conservan dichas ideas y las reproducen; en ambos hay asociacion ó atraccion de las ideas segun ciertas reglas; pero solo el hombre llega á formar de muchos fenómenos una cosa puramente intelectual que no se parece á ninguno de ellos y encierra lo que tiene de comun entre sí: solo el hombre tiene el poder de crear ideas generales. Tan luego como lo que hay de comun en los fenómenos es mas que el conjunto de los caracteres mas frecuentes y menos variables de una cosa capaz de afectar los sentidos, el animal no puede ya comprenderlo. Podemos, pues, espresar con una sola palabra la diferencia entre el alma del hombre y la de los animales, diciendo que á estos les falta el λογος, del cual dependen todo el poder creador del hombre y la facultad de formarse un lenguaje. El alma de los animales no llega mas que á concebir ideas simples con arreglo á las impresiones producidas en sus sentidos, asociar estas ideas entre sí y manifestar deseos á su tiempo.

La asociacion de las ideas producidas por impresiones verificadas en los sentidos se efectúa en los animales y en los hombres segun la ley de la semejanza, simultaneidad y sucesion; pero el hombre asocia tambien nociones abstractas á ideas simples, pasando así de lo general á lo particular para volver á otra idea general á la cual se refiere igualmente.

Los animales llegan á unir fácilmente dos cosas una con otra; pero por mas que se haya querido decir de su inteligencia, son absolutamente capaces de formar una idea general. Escusado es decir que dejo á un lado todos los fenómenos del instinto. Un perro contrae poco á poco el hábito de ver que se pueden llevar sobre la cabeza sombreros y gorros de formas diversas; pero nunca deducirá de aquí la idea de tocado. A la verdad, segun observa oportunamente Herbat, sucede, aun en las ideas mas sencillas de objetos que obran sobre los sentidos, algo semejante á lo que se verifica cuando formamos una idea general; porque lo que queda en el alma no es el reflejo exacto de todos los pormenores del objeto sino solamente una imágen confusa de los caracteres mas constantes de este objeto. En este sentido tambien los animales tienen ideas generales. Un perro conoce á su amo tenga ó no cubierta la cabeza y lleve ó no vestidos: reconoce el mismo objeto á pesar de las diferen-

cias que puede ofrecer; porque permanecerán los caracteres principales; un palo, cualesquiera que sean sus formas y apariencias, siempre será un palo á cuya idea asociará en su espíritu la de los golpes, pero las ideas generales de semejanza, de esencia, de permanencia, de accidente, de diferencia y variabilidad le son inaccesibles. En efecto, estas ideas generales dependen de la acción que ejercen unos sobre otros ciertos grupos de ideas simples, tales como A, a, a, a; B, b, b, b; C, c, c, c; en las cuales las diferencias se equilibran hasta desaparecer completamente, no quedando en cada grupo mas que los caracteres comunes á todas las ramas.

Los fenómenos intelectuales complejos de los animales pueden ser perfectamente adecuados, es decir, adaptarse muy bien á los objetos deseados, sin que aquí haya nada que se parezca á nociones generales, no siendo otra cosa que asociaciones de impresiones recibidas por los sentidos. El gato que encuentra cerrada la puerta de la casa, se echa cerca de ella hasta que le abren y hace oír su maullido quejoso movido del instinto; ya le han abierto la puerta muchas veces en las mismas circunstancias y asocia en su espíritu las series de los actos que ya ha repetido hasta que se verifica realmente lo que exige la asociación de estas ideas simples. Un hombre enseñaba á un mono agarrado á un palo largo, y por medio de una cuerda tiraba del animal cuando queria que bajase; pero si el animal no estaba dispuesto á obedecer, cogia la cuerda luego que veia que su amo iba á hacer uso de ella. Este es el resultado de asociaciones anteriores de ideas, como cuando un animal huye al levantar el palo con que ha sido castigado, ó como cuando un perro se manifiesta todo confuso si se le sorprende haciendo una cosa por la que se le ha castigado en otras ocasiones.

Las asociaciones que el hombre ejecuta no consisten solamente en combinaciones de ideas simples que se parecen segun su semejanza, simultaneidad ó sucesion; á estas ideas simples se unen siempre nociones generales. De la idea del azul el espíritu pasa á la de la pintura, despues sucesivamente á las de Rafael, de la hermosura de tal ó cual objeto hermoso y así sucesivamente de lo general á lo particular, y de esta á otras nociones generales, y despues á otras ideas particulares: estas transiciones se verifican sin

percibirlo nosotros ó de un modo oscuro en la asociacion ordinaria; pero cuando pensamos, comparamos á sabiendas lo general con lo particular haciendo servir los dos para su mutua aplicacion.

Los deseos y las pasiones existen, y aun con la misma intensidad, en el hombre y en los animales: pero las pasiones de estos últimos no se refieren á ideas generales y solo tienen por objeto lo que obra sobre los sentidos. La adhesion y fidelidad de estos animales dependen de la asociacion entre impresiones de placer y la imágen de una persona determinada. Los hombres y los animales buscan lo que les es agradable y huyen de lo que no les agrada; pero solo el hombre es afectado de un modo agradable ó desagradable por ideas generales y pensamientos. Puede deducirse de lo que precede que el alma del hombre y la de los animales difieren, no solamente por la oscuridad y claridad de las concepciones, sino tambien por la sencillez y complicacion de estas mismas concepciones y por la accion que ejercen recíprocamente unas sobre otras. La concepcion mas sencilla, aquella en que no se produce la menor nocion general, puede ser muy clara; pero la formacion de las ideas generales consiste tan poco en una concepcion mas clara de las ideas simples, que por el contrario supone que todos los caracteres desemejantes de una masa de ideas simples se oscurecen mutuamente, hasta que ya no queda mas que una abstraccion ó idea general. Elevarse á nociones generales, ó pensar es un acto mas complicado; y he aquí por qué durante el sueño y bajo la influencia de la fiebre, cuando la afeccion del cerebro rebaja la facultad de concebir á su menor grado, se pueden asociar muy bien ideas á la manera de los animales, pero no es posible pensar.

SECCION SEGUNDA.

DE LOS FENOMENOS INTELECTUALES.

La accion del alma consiste en concebir ideas y dar impulsiones sin producir otra cosa, pero estos fenómenos difieren, ya en sí mismos, porque unas veces son simples y otras compuestos, ya en razon de su modo de accion unos con otros, de su influencia entre sí y de su conexion con las acciones del cuerpo. La concepcion, la relacion de las ideas, y sus efectos unos sobre otros llevan el nombre de *entendimiento*, y se denominan *pasiones* las impulsiones y sus relaciones tanto entre sí como con las ideas (1).

CAPITULO PRIMERO.

DE LA CONCEPCION.

La idea es lo que el alma experimenta por impresiones verificadas en los sentidos ó por las acciones de nuestro propio cuerpo, y persiste mas ó menos tiempo despues de haber sido escitada, correspondiendo ya á las impresiones mismas producidas en los sentidos, ya á lo que hay de general en muchas de estas impresiones. Se la puede mirar como un modo determinado de reaccion del alma bajo el influjo de una impresion igualmente determinada, es decir, como una energía, en el sentido que los fisiólogos dan á esta palabra. No tenemos idea de otra cosa que de las im-

(1) J.-C. COLLINCAU, *Analyse physiologique de l'entendement humain, d'après l'ordre dans lequel se développent et s'opèrent les mouvements sensitifs, intellectuels, affectifs et moraux.* Paris, 1843.

presiones verificadas en nuestros sentidos, de los estados de nuestro cuerpo, de las nociones generales que de aquí deducimos, y de las relaciones que tienen entre sí las ideas simples y las generales. La idea de una mancha azul, de tal ó cual sonido, de tal ó cual materia, de tal ó cual cuadro, de tal ó cual espacio son ideas simples. Podemos citar como ejemplos de ideas generales las de color, sonido, sabor, olor, virtud, fuerza &c. Por consiguiente, las ideas son simples ó generales segun que reconocen por origen los órganos de los sentidos, ó el entendimiento; pero hay ideas compuestas de unas y de otras: puedo, por ejemplo, representarme un hombre en cierta disposicion de espíritu.

Ideas simples.

¿Qué relacion hay entre la idea y la sensacion, entre tener la idea del azul y verle, entre tener la idea de una melodía y oirla? Sábese que despues de todas las impresiones verificadas en nuestros sentidos queda una sensacion consecutiva que suele durar mucho mas tiempo que la causa que la ha determinado. La idea que proviene de la sensacion, y que podemos recordar en seguida por medio de la memoria ¿es acaso un resto de esta sensacion, solamente mas pálida y débil, de manera que entre ella y la sensacion del azul no hay mas que una simple diferencia de intensidad? Empero podemos distinguir muy bien la idea viva de un color de los últimos vestigios de una sensacion real; siendo una mancha amarilla, podemos formarnos la idea de una mancha azul. En vista de esto, parece que hay una diferencia absoluta entre concebir una idea y sentir una cualidad que obra sobre nuestros sentidos; sentir exige la energía de un órgano sensorial, que no es necesaria para formarse ideas. La relacion de la concepcion y la sensacion es, pues, la de un signo á una cosa, pero de un signo que no pertenezca sino á una cosa determinada y cuya especie dependa por consiguiente de una sensacion.

En apoyo de este modo de ver se puede alegar principalmente la posibilidad de concebir ideas que no podrian en ningun caso ser sensaciones debilitadas, puesto que no encierran sino lo que hay de general en muchas sensaciones, como la idea de color ó de sensacion. Y no se diga

que no existen ideas simples de esta especie, y que el espíritu siempre se representa alguna cosa determinada y especial; porque en nuestros juicios y en nuestro pensamiento sabemos distinguir la idea del color en general de la idea de un color determinado, distincion sin la cual no habria medio de comparar las ideas generales con su contenido.

La idea de un objeto sensible difiere, pues, de la sensacion por el aspecto de la cualidad: este es un hecho de conciencia, mientras que la sensacion es sentida á la vez por la energía del sentido y percibida por la conciencia; la primera es un signo de la segunda. No es seguramente un error el decir que las ideas pueden producir imágenes en los órganos de los sentidos; pero este es un fenómeno compuesto. La idea es en cierto modo á la sensacion lo que una palabra á una cosa ó una melodía escrita á la misma melodía.

De que cuando un objeto obra por segunda vez sobre nuestros sentidos le reconocemos por medio de la idea que antes nos dejó se sigue, no que haya semejanza ó analogía entre la idea y la sensacion de este objeto, sino que cada sensacion provoca una idea determinada, y que la sensacion reproduce siempre la misma idea. Y si no es la sensacion sino la idea que conservamos, la idea reaparecerá del mismo modo que la primera vez cuando se renueva la sensacion y la semejanza completa que habrá entre ella y la que habia producido, la primera nos obligará á admitir identidad entre las dos ideas. Así es como los caracteres de la escritura recuerdan en nosotros ideas sin que tenga semejanza real en el contenido de estas mismas ideas.

No es necesario que la idea de objetos que tienen estension la tenga igualmente: al contrario, la idea puede tener la misma relacion con el objeto que hiera los sentidos que la expresion de una figura en una ecuacion algebraica con la figura misma ó que los infinitesimales con los integrales en el cálculo diferencial. Aunque ignoramos si los objetos visibles son percibidos en el nervio óptico ó en el cerebro, podemos admitir que las imágenes de objetos sensibles se forman siempre tambien en los órganos que reciben las impresiones y que por consiguiente tienen, como estos, estension. Esta hipótesis ha sido propuesta y desarrollada por Henle el cual se ha fundado principalmente en las imágenes que nuestra memoria conserva des-

pues que se ha ocupado mucho tiempo de un objeto sensible, y que, muy diferentes de las sensaciones consecutivas, parece que mucho tiempo despues de la sensacion se presentan delante de los ojos con la misma claridad que las que produciria un objeto que hiriese actualmente nuestra vista. El anatómico que se ha ocupado todo un dia en diseccionar una misma parte, cuya imágen se ha grabado, por decirlo así, en su ojo, ve algunas veces despues de muchos dias de reposo ó de trabajo de otra especie reproducirse esta imágen de repente y perfectamente dibujada, aunque privada de luz y de color. Mas adelante, al tratar de las alucinaciones, volveremos á ocuparnos de este fenómeno. Parece que la diferencia entre la sensacion de impresiones producidas en los sentidos y la idea pura que no tiene la energía cualitativa de la sensacion, consiste en que en una sensacion de que tenemos conciencia ciertos estados particulares de los nervios, por ejemplo de las partículas de la retina, producen simultáneamente impresiones en el alma, comunicando de este modo á la idea una modificacion que no tiene lugar en el caso de concepcion pura y simple.

Si la idea de un objeto sensible se encuentra muchas veces asociada á la de un signo, por extraordinario que este pueda ser, se establece entre los dos una relacion mutua, de la cual volveré á ocuparme al tratar de las leyes de la asociacion, y que hace que en lo sucesivo el signo y la idea se recuerden siempre recíprocamente. A esto debemos el poder entendernos por la palabra y la escritura, en donde unas series de signos recuerdan series enteras de ideas de objetos sensibles.

Ideas generales.

Llámanse ideas generales ó abstractas las que representan lo que hay de general en muchas ideas simples, ó que abrazan muchas de estas últimas. Las mas simples se aproximan todavia tanto á las individualidades, que no se las puede espresar sino por las mismas sensaciones, como el azul, el rojo, ideas abstractas deducidas de un gran número de rojos y de azules, como tambien la idea del color, que no se puede definir sino lo que hay de comun en muchas sensaciones diversas. Las ideas generales se ligan igual-

mente á signos que sirven para recordarlas. Sucede frecuentemente que las ideas que las representan no corresponden perfectamente á su verdadera significacion. De aquí es que muchos hombres piensen no con ideas, sino con palabras, y que haya lenguas en las cuales se experimenta mucha dificultad en espresar claramente ciertas nociones abstractas cuya concepcion es sin embargo clara y precisa.

Concepcion y asociacion de ideas.

Toda idea que se produce en el alma no conserva su vivacidad sino por corto tiempo, no tardando en ser reemplazada por otras que la esceden en intensidad y que á su vez sufren la misma suerte. Cuando se ha borrado una idea de este modo, ya no tenemos conciencia de ella, y en general solo la podemos tener de una idea á la vez, ó todo lo mas de muchas ideas que estan relacionadas unas con otras. Una cosa semejante sucede con las sensaciones; cuando muchos sentidos recibèn simultáneamente impresiones, solo nos informamos frecuentemente de aquellas en que el alma fija su atencion, y aun sucede á veces que todas pasan desapercibidas cuando ocupa al alma una idea estraña á las impresiones que pueden obrar sobre los sentidos.

Pero las ideas que una vez se presentan al alma no se pierden, pues hay circunstancias en que reaparecen con su vivacidad primitiva y se ofrecen á la imaginacion.

Pregúntase si la conciencia á la cual llegan las ideas difiere de estas mismas, si las ideas son en cierto modo iluminadas por ella, cayendo en la oscuridad cuando salen de su imperio, ó si no hay mas que una diferencia de intensidad entre la idea que llega á la conciencia y la que no llega á ella. Es difícil conseguir una conciencia aislada de toda idea, pues la conciencia de sí mismo no es otra cosa que la de una idea. Parece suficiente para la esplicacion de los fenómenos admitir que la conciencia es la idea mas viva, es decir, la idea real. De este modo se simplifica el acto de la concepcion, y ya no hay necesidad de indagar las leyes segun las cuales las ideas se hacen vivas ó reales, ó llegan á la conciencia y salen del caos de las ideas posibles, mientras que en la hipótesis de una conciencia distinta de las ideas queda siempre en pos de esta alguna cosa que fal-

ta á la esplicacion (1). Las ideas que no llegan á la conciencia, que no son sino posibles ó que carecen de realidad efectiva, pueden considerarse por consiguiente como ideas en reposo que se destruyen unas á otras porque se equilibran, y las ideas reales, ó aquellas de que tenemos conciencia, como ideas que obran libremente y se ofrecen al espíritu.

Una idea que sucede á otra idea real para hacerse real ella misma, debe asemejarse á la que la precede, ó si no se asemeja á ella tener por lo menos afinidad en el sentido de que ya se ha ofrecido una vez, en su consecuencia, y ya se ha presentado combinada con ella para producir una idea de mayor estension. Lo que se parece se atrae, y atrae tambien lo que tiene analogía consigo (2). Emplease una expresion justa y al mismo tiempo figurada cuando se dice que el movimiento que acompaña á la concepcion de una idea se propaga á todas las ideas que estan ligadas entre sí por relaciones de semejanza, de sucesion ó simultaneidad, ó mas simplemente, á todas las que estaban asociadas en el pensamiento anterior.

El estado activo de una idea de que tenemos conciencia consiste en que pasa de un minimum á un maximum de intensidad y lucidez y en seguida disminuye. Mientras se verifica este fenómeno la idea real obra por afinidad electiva sobre la masa de la inteligencia latente, rompe en cierto modo el equilibrio y obliga á las ideas afines á entrar en juego con ella, ó les comunica el movimiento. La idea dominante ó primaria no persiste, porque es desalojada por una nueva impresion producida en los sentidos y por la nueva idea á que esta impresion da origen. Si esta última no tiene afinidad con ella, si ya no tiene actividad, carácter que pertenece efectivamente á toda idea producida por una impresion sobre los sentidos, la primera idea se berra del entendimiento á proporcion que mas le afecta la nueva. Pero aun en el caso en que no sobrevienen nuevas impresio-

(1) HERBART, *Lehrbuch des Psychologie*, p. 12.—STIEDEN-ROTH, *Psychologie*, p. 50

(2) HEGEL, *Encyclopædie*, p. 422.—BLANKE, *Psychologie*, pág. 32, 72.

nes en los órganos de los sentidos, el espíritu no puede estar tampoco mucho tiempo ocupado en la misma idea.

Como en su cualidad de idea activa, atrae esta á las que tienen afinidad con ella, no tardamos en formarnos una serie de ideas que ejercen atraccion una sobre otra. De la idea de un árbol me encuentro conducido inmediatamente á la de un bosque; pero la idea de bosque ejerce una influencia atractiva sobre las que tienen afinidad con ella, y llego á la idea de madera que por efecto de la misma atraccion me conduce á la de un edificio, de un templo de mármol á una estatua &c. Todos los eslabones de esta cadena tienen una afinidad recíproca, pero no hay relacion entre el último y el primero; pues la idea de una estatua de mármol ninguna afinidad tiene con la de un árbol. Sin embargo cada idea nueva se hace siempre un nuevo centro de atraccion mientras que las anteriores pasan al reposo. Para que una idea dure mucho tiempo es preciso que su fuerza atractiva se ejerza sobre ideas que conserven afinidad con ella, como cuando se pasa del todo á una parte, de esta á otra, despues á las relaciones que existen entre las partes, volviendo de vez en cuando al todo. Dos ideas similares se fortifican una á otra y dos heterogéneas se debilitan mutuamente: una idea triste adquiere mas intensidad con la adición de otra igualmente triste, mientras que dos ideas, una alegre y otra triste, se neutralizan recíprocamente, á no ser que una de ellas se aumente atrayendo las que le son afines, en cuyo caso la otra queda reducida al reposo.

Es evidente en vista de lo que precede que la atraccion de las ideas no explica todo ni con mucho y que no podemos concebir por qué la idea nueva ó atraída adquiere vivacidad, mientras que la primera, la que ha ejercido la atraccion, se oscurece. Si solo se tratase aquí de atraccion se producirían agregaciones de ideas, y no sería la idea mas nueva, sino la suma de las ideas similares ya existentes la que ejerciese esta atraccion. Cuando en el silencio y la oscuridad y al abrigo de todo lo que pudiera impresionar los sentidos se quiere formar una idea cualquiera, y conservarla por mucho tiempo, se ve que es absolutamente imposible. Por firme que sea en este punto nuestra atencion, la idea de ave será reemplazada al momento por otra afine, por ejemplo la de Pegaso, despues quizás por las de Homero, Aquiles, tendon de Aquiles, mitologia, Albino &c.

Parece, pues, que, independientemente de la atraccion de las ideas afines, hay aqui una cosa que asigna un término á cada idea, asi como en el movimiento ondulatorio el cuerpo que da la impulsión queda en reposo antes que aquellas á quienes se trasmite sucesivamente. Sin una causa de este género no hay medio de concebir cómo una idea, una vez puesta en juego, puede volver al reposo. En el movimiento ondulatorio, la tendencia al equilibrio es la que da razon del fenómeno; pero en el movimiento de las ideas no hay que pensar en un obstáculo mecánico. Sin embargo, aun aqui, la tendencia al equilibrio de las ideas que existen en estado latente en el espíritu disipa la alteracion causada por el estado de tension á que llega una idea. La duracion de una idea depende, pues, del tiempo necesario para que entre en equilibrio. Durante este tiempo el movimiento de la idea que se hallaba en estado de tension se propaga á otra, y esta pasa entonces al estado de tension. Por lo demás, la duracion de una idea depende tambien de la intensidad de su movimiento, de la rapidez con que se propaga en su propio contenido y de la estension que en él toma.

La concepcion ó la formacion de las ideas puede por consiguiente compararse al movimiento ondulatorio: en estado de tension pasa como una onda á las ideas que se hallaban entonces en reposo ó en equilibrio, y estas ideas, lo mismo que las moléculas de una onda progresiva pasan de un minimum de movimiento á un maximum, volviendo en seguida del maximum al minimum. Es por otra parte indudable que esta no es mas que una imágen tomada de los fenómenos físicos. El estado de tension que se propaga de idea en idea representa la onda; la idea cambia como las moléculas que entran una despues de otra en dicha onda, y que esta deja en pos de sí á medida que ejecuta su movimiento de progresion.

Las ideas afines son las únicas á quienes puede pasar sucesivamente la concepcion ó el estado de tension. Esta no toca á ninguna de las ideas heterogéneas ó indiferentes contenidas en la masa de las ideas latentes. La idea que sucede no tiene semejanza ni desemejanza absoluta con la que precede; se le asemeja en ciertos puntos y difiere de ella en otros, como hoja y árbol, género y especie. Aquiles y tendón de Aquiles, mar y pez. Lo que sigue y lo que precede tienen afinidad entre sí por el aspecto, ya del contenido, ya

de las partes; ó si son enteramente heterogéneas por lo menos hay entre ellas el punto de contacto de haberse presentado ya antes simultánea ó sucesivamente. Se representan fácilmente los objetos inmediatos uno á otro en un paisaje, ó los sucesos que han ocurrido en el curso de un viaje. Ni aun hay esclusión para los contrastes, porque estos no son heterogéneos y se colocan tambien bajo la reaccion general de la afinidad. Las ideas de magnitud y pequeñez, que se asocian fácilmente son ideas de relacion, lo mismo que las de claridad y oscuridad, pareciéndose tanto una á otra que muchas veces no se las puede distinguir sino cuando se tienen realmente á la vista objetos grandes y pequeños, claros y oscuros.

Como cada idea tiene otras muchas que tienen afinidad con ella y nunca pueden seguirse mas que de una de estas últimas, todo depende de la disposicion ó movimiento que tienen las ideas afines y latentes. Las ideas que se han presentado la vispera ó repetidas veces no tienen necesidad de tanta afinidad para reproducirse como las que no se han presentado sino en una época distante ó rara vez, resultando de aquí que no se deben considerar las ideas latentes, aquellas de que no tenemos conciencia actual, como un estado absoluto de equilibrio. No constituyen un fondo latente de donde la concepcion saca los materiales que necesita y en el cual las ideas una vez reproducidas entran al poco tiempo por el hecho de su tendencia al equilibrio; á pesar de su estado latente están siempre agitadas de pequeños movimientos oscuros, y aunque no se presentan en la escena de la concepcion real, no son enteramente indiferentes al movimiento que se verifica y se disponen á ponerse ellas mismas en estado de tension en proporcion de la afinidad que reina entre ellas y las ideas producidas. Frecuentemente observamos que una idea confusa acompaña á otras muy claras y tiende á hacerse evidente; nos acordamos vagamente de una persona ó de una cosa.

Partiendo de lo que precede se puede afirmar que toda idea se halla en estado de movimiento, es decir en el momento de desprenderse del equilibrio general, que es apta para poner en movimiento otra idea afine y que desplegando esta aptitud pierde ella misma su propio movimiento. Su paso al reposo completo se verifica poco á poco mucho despues que el movimiento se ha trasmitido á otras ideas de la mis-

ma serie como lo prueba la facilidad con que se recuerdan las ideas que se han formado antes

Dúdase si el curso de las ideas se suspende alguna vez en el hombre despierto. Creemos algunas veces hallarnos en un reposo tal, que ninguna idea se presenta á nuestro espíritu; pero la idea que entonces nos ocupa será quizá la de no tener ideas. Por otra parte nada se opone á admitir que durante el sueño, cuando nuestros sentidos no reciben impresion alguna nueva, todas nuestras ideas se encuentran por algun tiempo en un estado completo de reposo. Además, la rapidez con que se suceden las ideas varia no solo en individuos diferentes sino tambien en un mismo individuo en razon de las circunstancias. Los trabajos de gabinete; la fiebre, la irritacion nerviosa, cierto grado de narcotismo y el insomnio aceleran el curso de las ideas; y por el contrario la alimentacion escesiva, las bebidas alcoholicas en abundancia, la inaccion y el sueño le retardan sensiblemente.

El principio de la asociacion no es aplicable solamente al modo de concepcion de que gozan tambien los animales, es decir á las ideas procedentes de impresiones verificadas en los sentidos por objetos simultáneos ó sucesivos; porque las nociones abstractas son tambien ideas, y pueden asociarse igualmente con ideas simples, aun con ideas de objetos particulares. Un objeto que sufre un cambio puede dar lugar á la asociacion de la idea del cambio y esta á la del movimiento, entre la cual y la anterior hay la misma relacion que entre especie y género. Un objeto grande da la idea de magnitud, una cosa muy grande la de magnitud infinita y un objeto muy pequeño la de pequeñez infinita; lo que queda despues de haber cambiado muchas cualidades da la idea de esencia y esta última la de contingencia &c. En esta asociacion de las nociones generales la sucesion y simultaneidad desempeñan un papel secundario, el cambio que aquí experimentan las ideas consiste en una expansion y contraccion continuas de la concepcion; la asociacion pasa del particular al general, vuelve de este al particular, en seguida se refiere á otra cualidad general &c. como en la serie siguiente; narciso, flor, planta, ser organizado, animal, elefante, marfil, arte, cuadro, pincel, pelos, cuerno, callo, cicatriz, inflamacion &c.

Cuando se lee, se enlazan entre sí dos series de ideas, la de los signos y la de las cosas que representan; las ideas que se corresponden en las dos series conservan siempre mas afinidad entre sí que con las demás. Cuando se lee en alta voz, hay ademas otra serie, como cuando se ejecuta un trozo de música con notas. De un mecanismo tan complicado como este en que las ideas de signos alternan continuamente con nociones generales é ideas particulares el encadenamiento de las ideas debe presentar por necesidad muchas dificultades, proporcionalmente á la frecuencia de las interrupciones que las ideas de los signos ocasionan en la serie de las ideas propiamente tales; y así no es raro que al leer nos sorprenda el no comprender la conexión de las ideas entre sí, aunque las asociemos perfectamente con los signos.

El olvido se debe á que la idea de una cosa se ponga en equilibrio con las otras, y la reminiscencia á que esta idea sale del estado de equilibrio para pasar al de movimiento. Las consideraciones anteriores prueban que la memoria no es una facultad especial del alma, ninguna idea se pierde, y toda operacion del entendimiento en virtud de la cual una idea latente para el estado activo es un acto de reminiscencia. A medida que una persona pierde la facultad de asociar vivamente las ideas, pierde la memoria. Y así, esta facultad varía tambien segun la aptitud diversa que tienen los hombres para concebir ideas simples é ideas generales. Los unos tienen mucha memoria para las palabras, las sentencias, los discursos, la sucesion y existencia de las cosas particulares, sin tenerla buena para las nociones generales y sus combinaciones, y sin poseer gran poder de entendimiento; lo cual es debido á que su espíritu se ejercita con preferencia en asociaciones de ideas simples. Otros por el contrario se ocupan continuamente en generalidades, lo cual aleja su espíritu de las particularidades sucesivas ó simultáneas y los conduce á abusar de la abstraccion; estos son menos aptos para la memoria de las ideas simples, pero pueden tener una excelente para las relaciones de las generales.

Podemos dar una direccion determinada á la asociacion de nuestras ideas y por consiguiente dirigir nuestra memoria. Cuando me represento los sucesos de un viaje puedo recorrer su serie en sentido inverso desde el fin hasta el prin-

cepto; en cuyo caso la asociacion está sometida á una idea predominante, y es la del orden insertado. Propiamente hablando esta direccion es tambien necesaria; porque dada la idea principal que forma la ley el resto se deduce de ella por necesidad y persiste la misma direccion hasta que la idea principal queda en equilibrio. Asimismo puedo formar la resolucion de no representarme por algun tiempo sino oposiciones, blanco y negro, esencia y accidente, infinito y finito, pequeño y grande, exterior é interior &c.

Muchas veces tenemos que proceder de este modo para acordarnos de una cosa, lo cual no solemos conseguir porque la idea que queremos referir á otra afine, por ejemplo la palabra correspondiente á una nocion general no está en la direccion de la idea tomada por guia. Suele suceder tambien que la idea que buscamos se presente solamente de un modo confuso, y notamos que está á punto de ocurrirnos, pero que no puede llegar á una evidencia perfecta porque una parte del sonido ó de escritura que le corresponde permanece todavía en equilibrio por una idea contraria. En ciertos casos conseguimos mejor el acordarnos haciendo ó pensando cosas heterogéneas é indiferentes, porque en el número de estas cosas se suelen encontrar las que nos sugieren la idea de la que buscamos. Asimismo cuando se toma la resolucion de acordarse de una cosa y ejecutarla en un tiempo dado y se consigue, las ideas se encuentran colocadas bajo la dominacion de una idea directora y de tiempo en tiempo vuelven al tema, aunque haciendo largos rodeos.

La concepcion productora ó la imaginacion difiere de la simple concepcion, ó de la que no hace mas que reproducir, en que metamorfosa libremente las ideas, sin quedar reducida á los limites prescritos á la memoria. Por la noche en la oscuridad es cuando mejor se puede observar en sí mismo esta facultad productora de la concepcion; durante el día se opone á esto la normalidad de los fenómenos sensoriales. Estando en la oscuridad, figúrese cualquiera un rostro: no conserva por mucho tiempo sus formas, cambia por decirlo así cada instante y á veces con una rapidez admirable, y las configuraciones que de aquí resultan no son de aquellas de que ya ha tomado conocimiento el alma por medio de los sentidos, sino que son nuevas combinaciones que esci-

tan en nosotros la sorpresa. Los elementos de estas figuras fantásticas son tomados á la verdad de las ideas que hemos recibido por la via de la esperiencia, pero los cambios y las combinaciones que los elementos sufren para dar lugar á nuevos productos se efectuan con plena ó entera libertad. La imaginacion traza todas las líneas que le place en el campo visual no iluminado, y como las formas dependen únicamente de las líneas que las limitan, las cuales pueden variar hasta el infinito, este modo de accion debe dar lugar muchas veces á figuras que nunca han tenido sustancia real. Una imaginacion menos viva se contentará con combinar entre sí las figuras observadas anteriormente por ejemplo con unir las alas del ave á los hombros del caballo, ó juntar una cola de pez con el cuerpo de un cuadrúpedo. Empero la imaginacion que goza de grande actividad no se limita á combinar así las ideas que han penetrado anteriormente en el entendimiento, sino que tambien quiere modificarlas, estenderlas y trasformarlas. Cuando Gœthe se figuraba con los ojos cerrados una flor, me ha dicho que esta forma sufría los cambios mas notables; se deserrrollaban nuevas flores con otras formas y tomaba de este modo una infinidad de figuras, pero guardando cierta regularidad y simetría.

Pensamiento.

El principio del pensamiento es la formacion de las ideas generales ó lo que se llama la astraccion. Es mucho mas fácil á las ideas el asociarse y desalojarse que reaccionar las unas sobre las otras; por consiguiente abstraer ofrece mas dificultades que imaginar. Cuando dos ó muchas ideas se han presentado á la imaginacion se oscurecen en todo lo que tienen de desemejante y no queda ya mas que aquello en que se parecen pero con un aumento de intensidad, por que el similar fortifica al similar. De esta astraccion á racionar solo hay un paso; el racionio no es mas que la concepcion en un grado mayor. Las concepciones no son ya ideas simples que alternan entre sí ó conmociones generales, sino que son ideas de relacion. El pensamiento es la idea de la relacion que hay entre dos ó muchas ideas. El modo mas sencillo de accion del alma consiste en pasar continuamente de una idea á otra: *a, b, c, d, &c.*; se suceden

entonces sin que la conciencia advierta la relacion que hay entre ellas. En el pensamiento se representa la relacion de $a: b: c: d: \&c.$ Una serie de ideas entre las cuales se encuentran comprendidas nociones generales como bujía, luz, azul, óptica, acústica, onda, mar, profundidad é infinito, no constituye un pensamiento; porque la cópula de estas ideas simples y generales que es aquí la ley de la abstraccion del semejante por el semejante no se presenta sino de un modo vago al alma, ó no es percibida por ella no llegando á la conciencia sino ideas enlazadas ó asociadas.

En este caso no podemos representarnos mas que el azul *es* claro y que el mar *es* profundo; pero siempre que hay juicio la cópula *es* llega tambien á la conciencia y constituye una idea. De consiguiente para un juicio se necesitan tres ideas por lo menos, de las coales dos estan unidas entre sí por la tercera, que es la idea de la cópula.

La cópula mas simple es la idea de la semejanza ó de identidad y se la espresa por la palabra *ser*. El contenido de una idea se parece en todo ó en parte al de otra y en ambos casos la cópula se espresa por *es*.

El primer caso está representado por $A=A$. Una cosa es semejante á sí misma, ó dos cosas a y b se parecen tanto que se las debe mirar como idénticas, $a=b$: ó $a: b: a: a$.

En el segundo caso una de las ideas no es mas que una parte de la otra: por ejemplo, *el ultramar es azul, los sonidos son vibraciones, todas las vibraciones no son sonidos*. No convendria espresar estos pensamientos por $a=a$; porque esta frase, *los sonidos son vibraciones*, se parece enteramente á esta otra, $\frac{1}{4}$ contiene $\frac{1}{4}$ ó $\frac{1}{a}$. Luego, designando los sonidos por a y las vibraciones por b , la fórmula es aquí $a=b+x$, es decir *los sonidos son iguales á vibraciones, mas otra cosa*, ó tambien $a=b+y$ ó $\frac{a}{y}=b$, lo cual espresa que el contenido de una idea no es sino una parte del de la otra.

En la mayor parte de los pensamientos, la cópula se espresa por *es*, signo representativo de la idea de una semejanza total ó parcial; pero toda otra idea general de relacion puede servir igualmente.

Las asociaciones de ideas simples y de ideas generales por medio de una idea general llevan el nombre de *juicios*

como en los ejemplos anteriores; pero cuando se colocan entre ellos muchos juicios en la misma relacion que los términos de un juicio simple, ya por el conocimiento de su identidad, ya por la idea de una semejanza parcial entre ellos resulta un *silogismo* representado por la fórmula de $x=a$ $y=x$, luego, $y=a$.

Además de estas formas generales de pensamientos hay una multitud de nociones generales que entran como ideas accesorias en los juicios y silogismos y que en el lenguaje se espresan por medio de las partículas, las cuales sirven para indicar la modalidad de los juicios y de los racionios, sus conexiones y relaciones.

Conciencia de sí mismo.

Al mismo tiempo que la concepcion de las relaciones que hay entre las ideas, se forman tambien ideas del mundo exterior y del sugeto ó *yo* en quien estas concepciones se verifican. La causa de esto está en nuestros apetitos orgánicos para cosas que parecen completarnos. Esta idea la hace mas clara la esperiencia que adquirimos de la diferencia entre nuestro cuerpo que siente y el mundo exterior, que es la causa de nuestras sensaciones y que reacciona contra nuestras acciones. La intuicion de las partes de nuestro cuerpo permanen las mismas, á pesar de todos los cambios del mundo exterior. Lo que nos enseña á reconocer que lo que permanece siempre semejante á sí mismo es nuestro cuerpo, es que podemos producir en él cambios á nuestro arbitrio, al paso que todo lo que no es nuestro cuerpo cambia independientemente de nuestra voluntad y á pesar de ella. Nuestras acciones espontáneas que nos procuran sensaciones dejan ideas en nuestro espíritu, y aprendemos á distinguir las de la masa de las ideas de otras cosas. Así es como se produce en nosotros la idea de nuestra propia vida. La nocion abstracta de todo lo que pertenece á esta vida propia es el *yo*; es decir que nuestras propias acciones espontáneas al oscurecerse recíprocamente dejan la idea abstracta del *yo* como residuo, ó como punto de semejanza. El *yo* concebido como formándose ideas, ó la concepcion de ideas como estados particulares ó cualidades del *yo* es lo que se llama la conciencia de sí mismo. Esta conciencia es evidentemente un estado adquirido y no un estado primitivo;

no es posible establecer al principio una distincion entre las sensaciones y las ideas que se refieren á objetos esteriores ó al que mas tarde aprendemos á reconocer para nuestro propio cuerpo.

Sentimientos.

La palabra sentimientos tiene tantas acepciones diversas, ya en el lenguaje usual ya en sicologia, que no se sabe bien el sentido que le hemos de dar (1). Unas veces se entiende por dicha palabra el placer y el disgusto ó las pasiones inmediatas; otras varios estados que nada tienen de apasionado y en los cuales no pueden verse realmente mas que ideas oscuras, como el sentimiento de la verdad y los presentimientos, y en ocasiones ciertas ideas que se han hecho reglas de conducta ó predominantes, como el sentimiento de honor, el sentimiento moral y el de las conveniencias. Algunos sicólogos confunden estos diversos estados unos con otros; sin embargo, todos los sentimientos de placer y de pena se refieren únicamente á estados del sugeto y á sus inclinaciones, al paso que el sentimiento moral, el sentimiento de lo bello &c., indican relaciones objetivas. La mayor parte de los estados del alma pertenecen al dominio de las ideas. No conviene dar nombres especiales á las relaciones particulares de las ideas. Las palabras *pensamientos*, *nociones generales* y *juicios* espresan relaciones de este género, y la palabra *sentimientos* debería ser aplicable tambien á cierto género de la relacion; mas por desgracia espresa estados enteramente distintos unos de otros.

Los sentimientos de placer, de pena y de otros muchos estados análogos serán examinados en el capítulo siguiente: son deseos de que se tiene conciencia.

Los que son ideas, nociones generales y juicios que han adquirido un poder dominante y regulador, como el sentimiento moral, el sentimiento de honor, el de lo bello, el de las conveniencias y los errores de estas ideas que se

(1) V. á Cabanis. *Rapports du physique et du moral de l'homme*, octava edicion con notas, por L. Pe'isse, 1844 p. 102 y siguientes.

designan con el nombre de *preocupaciones*, no difieren de otras ideas, nociones generales y juicios, sino porque la posibilidad de hacer de ellos una aplicacion práctica es causa de que se los haya erigido en reglas de conducta. La mayor parte de los otros sentimientos no son sino masas de ideas no analizadas y por consiguiente oscuras, de las cuales resulta cierta impresion de conjunto que flota vagamente ante el espíritu, como lo que se llama *presentimientos*.

CAPITULO II.

DE LAS PASIONES Y DE LA LIBERTAD.

Ciertas ideas van acompañadas de una cosa que no se puede reducir á la idea misma y que se llama *inclinacion*. Cuando se hace sentir el dolor y llega á concebirse su idea se manifiesta al mismo tiempo tendencia á librarse de él: la simple idea de dolor ó de placer basta para dar margen á una inclinacion, y siempre que esta encuentra obstáculos se siguen sentimientos desagradables, al paso que cuando se satisface resulta un sentimiento agradable. Existe, pues, en el alma independientemente de la concepcion otro estado cuya exaltacion tiene por resultado, no, como cuando se trata de ideas, procurar á estas mayor claridad y pureza, sino aumentar la fuerza de la inclinacion. Las inclinaciones del alma no solamente tienden á evitar el dolor y las ideas del dolor, y á buscar el placer y las ideas del placer, sino tambien á mantener cierto grado de energía de la vida propia del individuo y á combatir todo lo que puede disminuirla. La inclinacion, tomada en el sentido mas general, es la tendencia á conservarse y á estender el circulo de su propia existencia. Todo lo que la contraría es desagradable, y todo lo que la favorece agradable. Los objetos cambian, pero la inclinacion permanece la misma. Respecto de la concepcion tal cosa se le opone hoy que mañana no tendrá ninguna influencia sobre ella ó aun le será favorable. He aquí por qué nuestra inclinacion nos conduce á cada paso á cosas diferentes y siempre hácia lo que tiene las cualidades necesarias para completar ó estender el estado en que el alma se encuentra actualmente.

La inclinacion va siempre acompañada de ideas. Primeramente la concibe el espíritu así como las sensaciones y las acciones que provocan en el cuerpo; despues se hacen continuamente presentes á la conciencia las cosas que forman su objeto. Todas las ideas que se combinan con inclinaciones tienen por tema fundamental la idea de sí mismo ó de su propia existencia; pero la idea de sí mismo y de las inclinaciones que el yo puede experimentar no constituye una pasion mientras no se junte á una inclinacion; porque si la idea del estado actual del yo, comparada con el estado anterior, $A - a$, no es todavía tristeza, así como idea $A + a$ no es todavía alegría; para que resulte una pasion se necesita una inclinacion contrariada ó favorecida por ideas.

Por otro lado, las ideas que se refieren al yo no son las únicas que pueden suscitar pasiones.

Mientras los cambios sobre que se ejerce la accion de nuestro entendimiento no conciernen ni á seres que tienen relaciones con nosotros ni á seres que tengan afinidad con la sensacion que experimentamos, las ideas que provocan pasan en nosotros sin escitar ninguna pasion, no son desagradables y no escitan ni tristeza ni deseos. Mas luego que la idea de nosotros mismos entra en juego, luego que se trata de una restriccion ó de una estension de nuestro propio yo por el hecho de una idea, en tanto que la inclinacion persiste, la pasion de tristeza y de alegría y la tendencia á la conservacion de sí mismo se manifiestan bajo la forma de deseos, porque el poder del yo que aparece á nuestra concepcion como incompleto ó limitado tiende á adquirir su integridad. El sentimiento de sí mismo entra, pues, como elemento en todas las pasiones. A la verdad, los hombres se apasionan tambien por simples opiniones, sin que el tú ó el yo tengan ningun interés directo; pero no lo hacen sino en tanto que por efecto del hábito, de la educacion ó de las circunstancias han identificado tanto estas opiniones con su yo, que forman por decirlo así parte de él. Nos apasionamos tambien por otros y por lo que á otros sucede, pero solo en tanto que hallamos en ello un interés cualquiera, ya que los otros se nos parezcan, ó ya que haya cierta relacion entre su suerte y la nuestra. Cualquier controversia pierde el carácter de pasion, y se reduce á los límites de objeto de discusion tan luego como llegamos á

considerar el asunto sin tener la menor relacion con nosotros. Cuando nos entregamos á investigaciones particulares, y despues de haber seguido una opinion por cierto tiempo, hallamos un hecho que prueba su falsedad, si bien se habia identificado poco á poco con nosotros, nos cuesta mucho trabajo renunciar á ella, pues es preciso efectuarlo con una opinion que ya empezaba á constituir parte de nosotros mismos. En el fondo debíamos mirar con indiferencia una hipótesis que á nadie hemos participado, y que, producida en el silencio, nos es fácil abandonar sin haber visto la luz pública, debiéndonos servir, en tal caso, la investigacion de la verdad de una satisfaccion; sin embargo, la esperiencia prueba generalmente que descubrir el error de una opinion que hemos participado por espacio de mucho tiempo, ocasiona tristeza, no restableciéndose el equilibrio hasta que hemos meditado lo suficiente sobre el hecho que demuestra el error en que habíamos incurrido, para constituir á su vez parte integrante de nosotros mismos.

Todas las pasiones pueden referirse al *placer, dolor y deseo*, y los elementos de todas estan constituidas por la idea del yo y de su propia vida, ó la de cosas estrañas que la limitan ó ensanchan, la inclinacion de nuestra propia conservacion, y el de poder ayudar ó contrariar dicha inclinacion.

Respecto á la relacion que por una parte existe entre la pasion, y por otra la organizacion y el cerebro, creo que es preciso antes de todo recordar un hecho sobre el que he insistido mas de una vez, á saber, que la accion orgánica precede á la concepcion de las ideas, y que la organizacion cerebral permite únicamente á la vida espiritual manifestarse bajo esta forma. Concebir ideas y experimentar sensaciones, son dos estados que no tienen ninguna relacion de la misma clase con el cerebro. Hay, pues, en el organismo una tendencia, de la que la conciencia no recibe ninguna impresion, y cuyo asiento esclusivo no es solo el *sensorio comun*. Todos los organismos procuran apropiarse cuanto les rodea, y conservar lo que poseen. Aun en los vegetales se observa esta tendencia en su desarrollo, pero en el hombre tiene una base mas estensa que el cerebro, en razon á que se presenta en todo el organismo, debiéndose á ella indudablemente el trabajo de la organizacion. Mas en los animales este apetito orgánico refleja en el

sensorio, y entre ellos aquel que distingue las ideas que parten del mundo exterior, de las que se refieren á su yo, le percibe como una potencia vaga á instintiva de su propia vida, como un poder que se robustece y afirma sin cesar con todas las ideas enlazadas con su propia existencia, pues encuentra en su esfera de actividad cuanto puede convenirle ó perjudicarle. Ningun argumento general nos autoriza á negar á la organizacion del cerebro la aptitud para recibir y conservar estos reflejos, en alguna de sus partes; y que en este concepto no tenga una region realmente afectiva; pero carecemos de hechos tanto para establecer de un modo probable que cada apetito tenga su órgano especial, si bien que solo existe uno, así como es única la tendencia original á conservar y estender el poder de su propia existencia, apetito que puede además obrar sobre objetos diferentes y recibir una direccion determinada de las condiciones orgánicas de aquellos órganos que se hallan en choque con el mundo exterior.

Simple cambios materiales pueden influir en que estemos mas ó menos dispuestos á las pasiones, á la alegría á la tristeza y á los deseos. Las pasiones y deseos amorosos no se forman algunas veces á pesar del concurso de una causa capaz de producirlos, siempre que el organismo esté poco dispuesto á las simpatías y escitaciones, mientras que basta la ocasion mas insignificante para provocarlas cuando el sistema nervioso, y el aparato genital se hallan en un estado bastante pronunciado de tension orgánica. Una passion, como confianza, candor y amistad que no es posible en una persona en ayunas, lo es por medio de un cambio en la tension orgánica. Por lo espuesto se ve que la intensidad de la tension orgánica que predispone á una passion, determina la de la idea que parte del yo que ocupa al alma, comunicándole aquella la impulsión que la hace mas ó menos violenta. La escitabilidad de los estados orgánicos compensa la fuerza de la causa escitante, para llegar á cierto *quantum* de passion.

Las inclinaciones del alma producen, á su vez, efectos orgánicos en casi todas, si no en todas las partes del organismo. Aun las ideas mismas, que estan muy distantes de ser apasionadas, determinan, cuando llegan á ser bastante intensas, efectos en otros puntos además del cerebro, órganos de los sentidos, y músculos, como lo prueban las vi-

siones y movimientos que nacen de la idea de ellos, por ejemplo la del bostezo. Pero los efectos de las inclinaciones sobre el organismo son proporcionalmente mucho mas fuertes y estensos. Todo cuanto contraría la tendencia á la propia conservacion ejerce una influencia deprimente en el espíritu y cuerpo, ocasiona sensaciones desagradables, y dificulta y entorpece los movimientos; mientras que todo cuanto favorece esta tendencia obra como un escitante sobre el sentimiento y movimiento, experimentando en ambos casos la nutricion, cambios y secrecion notables. Esta comunicacion á todo el organismo parte del cerebro: se estiende por todas partes siguiendo la direccion de los nervios y produce efectos locales mas ó menos exagerados atendida la predisposicion del individuo. Nace de corrientes especiales hácia los órganos que ejecutan el acto concebido por la pasion, como por ejemplo, hácia el aparato genital en los deseos venéreos, y glándulas salivales en los digestivos. Pero no se deduce de esto que el asiento de las pasiones se encuentre en los diversos órganos periféricos, pues los órganos solo concurren en virtud de la escitacion que experimentan cuando cualquiera inclinacion se manifiesta con fuerza, y reacciona sobre el cerebro, y diversos aparatos orgánicos. En las pasiones para cuyo desempeño no tienen señalados órganos especiales, se reduce la influencia que ejercen sobre el organismo á una irradiacion general sobre el sistema nervioso, fenómeno que modifica los movimientos, sensaciones, nutricion y que, agradable y tónico en las pasiones escitantes, es por el contrario molesto y deprimente en las de esta especie. El que padece cualquiera afeccion sufre principalmente la escitacion ó depresion en el órgano enfermo, por ejemplo en el hígado, corazon, tubo digestivo y sistema raquídeo.

La pasion fundamental de la tristeza nace con la idea de una cosa desagradable; la de la alegría, desde la simple satisfaccion hasta el júbilo, tiene por objeto la de una cosa agradable.

En el caso mas simple, y generalmente en los animales, proviene lo desagradable de una sensacion fisica molesta; la dificultad que experimenta entonces el instinto de conservacion constituye la tristeza. Como las ideas ocupan el lugar de sensaciones, lo desagradable es tambien la idea de una sensacion molesta, sin que entonces exista

esta, y convertida dicha idea en triste, produce á su vez sensaciones desagradables. Pero toda idea que, sin referirse á una sensacion ocasiona dificultad en el instinto de la propia conservacion, es desagradable al hombre y le entristece, $A - a$. La restriccion que $A - a$ imprime en el sentimiento A , constituye la tristeza. Mientras el sentimiento de sí mismo se reduce á $A - a$, se está triste, y esta afeccion se renueva con la idea A , en tanto que no se separe a . Una vez restablecido el equilibrio, lo desagradable pierde sus espinas; y esta es la razon por qué el tiempo cura las penas morales.

En el caso mas sencillo, y generalmente en los animales, lo agradable depende de una sensacion de bienestar y placer, procurando una completa libertad en el ejercicio de las acciones orgánicas; de modo que solo la idea de este estado fisico es agradable y proporciona alegría. Pero en el hombre resulta generalmente la alegría de toda idea que ensancha nuestra esfera de accion, separa un obstáculo, y nos deja en completa libertad, $A + a$. Cuando el sentimiento de sí mismo A , llega á $A + a$, experimentamos un bienestar y alegría que duran hasta equilibrarse A y $A + a$. Luego que llega este caso se suprime la accion de a , á menos que la idea de A no entre en el espíritu, y se convierta de nuevo en $A + a$.

Deseamos lo que nos parece agradable y que todavía no poseemos; el deseo consiste en el concurso de dos ideas de nosotros mismos, que se efectua por una mutua relacion, en un grado de tension en que no puede restablecerse inmediatamente el equilibrio entre ellas. La idea de la cosa agradable es a , la de nuestro estado real $A - a$, la del estado posible $A \times a$: tratamos de equilibrar estas ideas; pero cualquiera causa las mantiene en estado de tension. La que tiene lugar entre $A - a$, y $A + a$ es el deseo, difiere este de la alegría, en que una de las dos ideas no se convierte en la otra, sino que ambas tratan de equilibrarse de modo que $A - a$ llama á $A + a$, y esta á su vez escita la de $A - a$. Cuando el estado real de la vida puede pasar de $A - a$ á A y á $A + a$, el deseo se convierte en alegría (llamada entonces satisfaccion). La tension real entre $A - a$ y A es la tendencia á separar el obstáculo; la de $A - a$ y $A + a$ es el impulso para alcanzar lo que puede ensanchar nuestra esfera de accion.

Suelen ser comunmente efecto de las pasiones las ideas que nos formamos acerca de la relacion de las cosas. Desde el momento en que cosas situadas fuera de nosotros, como verdades y opiniones, se nos representan á nuestro entendimiento como relacionadas con la integridad de nuestra propia potencia, estamos espuestos, en vista de cuanto precede, á juzgar con pasion las relaciones de los objetos. La pasion hace adquirir á la opinion que nos formamos de los objetos tal intensidad que no puede ser desechada por el razonamiento. Considerada en sí misma, ninguna idea de los objetos exteriores puede llamarse intensa ó violenta: es solamente clara ú oscura y el origen de una conviccion mas ó menos profunda. Entendemos en este lugar por intensidad ó exageracion en las opiniones el grado de potencia ó influjo que la pasion hace que adquieran sobre un individuo, ó en otros términos, la cantidad de idea. Cuanto mayor es la incomodidad que produce una idea desagradable, con tanta mayor facilidad reune estas ideas afines. La pasion que provoca una cosa desagradable convierte á esta en otra mas molesta todavía, y á su vez la cosa apetecible aumenta la pasion. Por consiguiente, mientras que el alma pasa alternativamente de la idea del obstáculo que encuentra á la del trastorno que este mismo la proporciona, volviendo despues de esta á aquella, de modo que la idea de la cosa desagradable debe adquirir necesariamente dimensiones mayores, ó si nos es permitido usar este lenguaje, mayor volúmen, resultando de aquí que no puede restablecerse el equilibrio, es decir, corregirla por argumentos contrarios. He aquí por qué cuando un hombre es arrebatado por una pasion, no llega á convencerse generalmente del verdadero estado de las cosas, sino despues de haberse calmado, es decir, cuando ha librado su alma de lo que dificultaba el ejercicio de sus facultades, ó les daba una estension exagerada. El mejor modo de conseguir esto es tomar una marcha tortuosa; porque todo lo que, cualquiera que sea su naturaleza, nos hace salir del estado difícil y molesto en que nos encontramos, produce un efecto calmante. Tan luego como se ha restablecido la calma, las ideas pierden su intensidad anormal, adquieren la que les es propia, y se restituyen al imperio de la ley del equilibrio, es decir, á la influencia atenuante de las ideas contrarias. Una opinion que ha tomado el carácter de pasion, puede neutrali-

zarse con otra que ofrezca el mismo carácter. Cuando una persona nos desagrade, nos hallamos dispuestos á formar sin motivo suficiente una opinion desventajosa de ella y aun odiarla; si nos proporciona un goce es suficiente, siempre que sea grande, para calmarnos y obligarnos á mirarla bajo un aspecto favorable; sin que para esto tengamos diferentes motivos que los que habia antes para odiarla. En tal caso, una idea intensa es destruida por otra de igual carácter. Los celos de los enamorados suministran ejemplos de la intensidad, llevada á veces hasta el ridículo, que las pasiones pueden comunicar á las opiniones. Las pasiones se mezclan en todo lo que el hombre hace, tanto en bien como en mal, y siempre comunican á las ideas la intensidad necesaria para obrar, ya física, ya moralmente, con aquella energía que produce el absolutismo, las revoluciones y contrarrevoluciones, las ideas políticas, religiosas y científicas que toman los hombres, les impelen á esfuerzos apasionados para hacer que triunfe lo que ellos miran como verdades. El misticismo consiste en una direccion esclusiva que el hombre da á sus ideas, y que le impide apreciar la exactitud de las opuestas. Tiende relativamente á las ideas religiosas á adherirse únicamente á las que agradan al individuo, evitando y odiando las que le son molestas; aquí la justicia de las ideas se neutraliza con su intensidad. El fanatismo es de igual naturaleza; pero no está comprendido en el círculo de las especulaciones, antes bien quiere aplicar sus ideas á la vía práctica.

Los detalles que preceden me parecen suficientes para ilustrar la naturaleza fisiológica de las pasiones. Respecto á las relaciones estáticas de estas últimas, creo llenar cumplidamente mi cometido, citando testualmente la magnífica esposicion que de ellas hace Espinosa. Advertiré solo que esta estática solo expresa una ley necesaria, mientras que se supone al hombre sometido enteramente al imperio de las pasiones, y que la razon no puede modificarlas.

"El alma, dice Espinosa (1), se esfuerza todo lo posible en imaginar cosas que aumenten ó favorezcan la potencia de accion del cuerpo.

(1) *Œuvres*, trad. por Saisset. París, 1843.—*Ethique*, 3.^a parte, t. II, p 155 y sig.

» Cuando el alma discurre acerca de lo que disminuye ó impide dicha potencia de accion, se esfuerza cuanto puede en recordar otras cosas que escluyan la existencia de las primeras; siguiéndose de esto la repugnancia que tiene el alma para imaginar lo que disminuya ó impida su potencia y la del cuerpo.

» Si el alma ha sido afectada alguna vez por dos pasiones, siempre que lo sea por una de ellas, sucederá lo mismo con la otra.

» Cualquier cosa puede ocasionar accidentalmente en el alma la alegría, la tristeza ó el deseo; supongamos que este se afecta á la vez por dos pasiones opuestas, es decir, por dos ideas que produzcan una la alegría y otra la tristeza. Desde el momento en que sea despues afectada de nuevo de una de estas dos pasiones, sucederá lo mismo con la segunda, de modo que será entonces la primera, causa de alegría ó tristeza.

» Por esto siempre que nuestra alma ha sido afectada por la alegría ó tristeza, hemos visto cierto objeto, que no constituye la causa eficiente de estas pasiones, pudiéndole nosotros amar ú odiar.

» He aquí por qué tambien cuando nos imaginamos que cierta cosa es parecida á algun objeto que nos produce ordinariamente alegría ó tristeza, por mas que el punto de semejanza no sea la causa eficiente de dichas pasiones, la amamos ú odiamos.

» Cuando una cosa nos produce habitualmente una impresion triste, si nos llegamos á imaginar que tiene alguna semejanza con un objeto que determina habitualmente en nosotros una impresion de alegría de igual intensidad, odiamos esta cosa amándola al mismo tiempo.

» Tal estado de fluctuacion es á la pasion lo que la duda al entendimiento.

» El hombre puede ser afectado de una impresion de alegría ó tristeza por la imágen de una cosa pasada ó futura, del mismo modo que por la de una presente. Porque mientras que el individuo es afectado por la imágen de cierta cosa, la considera como presente, aun cuando no exista, y no la tiene como pasada ó futura mientras no reune su imágen á la del tiempo trascurrido ó venidero.

» Lo espuesto nos demuestra lo que es la esperanza, miedo, seguridad, desesperacion, contento y remordimien-

to ; la esperanza no es otra cosa mas que una alegría mal asegurada , nacida de una imágen de una cosa futura ó pasada , cuya llegada es incierta para nosotros. El miedo por el contrario , es una tristeza del mismo carácter , debida tambien á la imágen de una cosa dudosa. Cuando se quita la duda de estas afecciones , esperanza y miedo , da lugar á la seguridad y desesperacion , es decir , la alegría ó tristeza , nacidas de la imágen de una cosa que nos inspiró miedo ó esperanza. Relativamente al contento , es la alegría dependiente de la imágen de una cosa pasada que habia sido para nosotros un objeto dudoso ; finalmente , el remordimiento depende de la tristeza opuesta al contento.

» El que se representa la destruccion de lo que ama , es acometido de tristeza , y por el contrario , si ve su conservacion experimenta alegría. Porque las imágenes de las cosas que envuelven la existencia del objeto amado , favorecen el esfuerzo del alma para representar este objeto ; ó en otros términos , regocijan al alma ; y al contrario , las imágenes de las cosas que escluyen la existencia del objeto amado , impiden este esfuerzo del alma , es decir , la entristecen.

» El que se representa la destruccion de lo que aborrece , experimentará alegría , porque el alma se esfuerza en imaginar todo lo que escluye la existencia de las cosas capaces de disminuir ó impedir la potencia de accion del cuerpo , ó en otros términos , trata de tener presente todo cuanto escluye la existencia de las cosas que aborrece.

» El que se representa el objeto amado triste ó alegre , experimenta las mismas afecciones , porque las imágenes de las cosas que envuelven la existencia del objeto amado , favorecen el esfuerzo que hace el alma para representársele ; de modo que la alegría espresa la existencia del que la experimenta ; es respecto del que la posee el tránsito á la mayor perfeccion , y relativamente á la existencia del objeto amado , una afirmacion.

» Si nos representamos una persona que causa alegría al objeto amado , experimentamos amor hácia ella , y por el contrario , si nos figuramos que le ocasiona tristeza , sentimos odio , *aprobacion* , *indignacion*.

» El que se representa al objeto que aborrece sumido en la tristeza , se alegra ; si en la alegría , se contrista ; porque mientras el objeto odioso está triste , tiende á su des-

truccion , y nosotros buscamos lo esclusivo de la existencia de las cosas que nos escluyen: *envidia*.

» Si nos figuramos una persona que causa alegría á un objeto que odiamos, experimentamos lo mismo respecto á esa persona; y por el contrario, si creemos que ocasiona tristeza á un objeto odioso, la amamos.

» Todo cuanto nos representamos como causa de alegría para nosotros ó para lo que amamos, nos esforzamos en afirmarlo, tanto para nosotros como para lo que amamos; y al contrario tratamos de negar todo lo que creemos que ocasiona tristeza á los objetos dichos: *orgullo, amor propio*.

» Nos esforzamos en afirmar del objeto á quien odiamos, cuanto puede ocasionarle tristeza, y negar lo que le proporciona alegría: *desprecio, espíritu de denigracion*.

» Por solo representarnos un objeto que nos parece afectado de cierta pasion, aunque nunca nos haya hecho experimentar ninguna, sentimos otra semejante á la suya: *compasion, conmiseracion*; porque esta idea arrastra inmediatamente la de que podemos estar espuestos á la misma pasion.

» Cuando nos figuramos una persona por quien no sentimos ninguna pasion, proporcionando la alegría á uno de nuestros semejantes, la amamos; si por el contrario le ocasiona tristeza, la aborrecemos.

» No podemos odiar un objeto que nos inspire *compasion*, pues el espectáculo de la miseria nos pone tristes. Porque si esto bastase para inspirarnos odio contra él, sucederia entonces que gozaríamos en su tristeza; luego, la *compasion* consiste en sufrir por los males de nuestros prójimos.

» Siempre que un objeto nos inspira *compasion*, nos esforzamos cuanto nos es posible en librarle de su miseria, pues por este medio alejamos nuestro propio disgusto, y lo que se opone á nuestra existencia: *benevolencia*.

» Cuanto se nos representa como propicio á la alegría nos esforzamos en que llegue, y si por el contrario debe ser un obstáculo para ella y llevarnos á la tristeza, tratamos de separarlo ó destruirlo. Intentamos hacer todo cuanto creemos que los hombres verán con alegría, y experimentamos aversion á aquellas cosas á las cuales ellos la tendrán. Porque es un placer ó una pura tristeza para nosotros el que ellos lo experimenten por nosotros.

» Cuando alabamos, afirmamos la cosa que nos produce placer.

» El que imagina que una cosa que ha hecho produce alegría á los demás, la experimenta tambien, junto con la idea de sí mismo como causa de esta alegría, en otros términos, se mira á sí mismo con alegría. Si por el contrario se imagina que su accion entristece á los otros, sucede otro tanto consigo mismo: *vanidad, vergüenza.*

» Si llegamos á figurarnos que una persona ama, desea, ú odia algun objeto por el que nosotros hayamos experimentado las mismas afecciones, crecerán estas de punto. Si por el contrario, pensamos que experimenta aversion hácia un objeto que amamos, ó recíprocamente, tenemos una especie de duda interior, porque la alegría ó tristeza de uno ocasiona tambien igual efecto en otro.

» De aquí se sigue que todos se esfuerzan cuanto pueden para que los demás amen lo que ama, y odien lo que odia: *ambicion.*

» Si creemos que una persona se complace en la posesion de un objeto que ella sola puede gozar, nos esforzamos en que nunca lo posea: *envidia.* Porque solo por imaginarnos que una persona es feliz poseyendo cierto objeto, le amamos y queremos disfrutarle, de modo que es un obstáculo para nuestro deseo que dicha persona posea el objeto amado, empleando de nuestra parte los mayores esfuerzos para que no lo consiga.

» Cuando amamos un objeto que nos es semejante, tratamos, por cuantos medios estan á nuestro alcance, de que él nos ame á su vez, pues tenemos el mayor empeño en que el objeto amado experimente un sentimiento de alegría acompañado de la idea de nosotros mismos, lo que es tanto como decir que nos ame á su vez.

» Cuanta mas alta idea tengamos de nosotros mismos, estaremos mas envanecidos y experimentaremos mayor placer, pues creeremos que es mas grande la pasion que nos tiene el objeto amado.

» Si creemos que este se reúne al otro por un vínculo de amistad igual á aquel que nos encadenaba ó tal vez mas fuerte todavía, odiaremos á dicho objeto y envidiaremos á nuestro rival. Esto es lo que se llaman *celos*, que consisten en una duda interior nacida del amor y del odio, acompañada de la idea del objeto que queremos.

» El que se acuerda de un objeto que alguna vez le encantó, desea poseerle todavía reuniendo las mismas circunstancias; pero si advierte la falta de alguna de ellas se entristecerá: *pesar*.

» El deseo que nace de la tristeza ó alegría, del odio ó amor, es tanto mas intenso cuanto mayor es la pasion que le inspira.

» El que empieza á odiar al objeto amado de modo que su amor se estinga completamente, si llega á tener contra él un motivo de resentimiento, experimentará un odio mayor que el amor que le tuvo, porque se necesita el concurso de mas causas para cambiar el amor en odio, que no para provocar le simplemente.

» Cualquiera que aborrezca un objeto, tratará de hacerle mal, á menos que no tema él uno mayor; y al contrario, el que ama, se esforzará en hacer bien bajo la misma condicion, porque odiar un objeto es representársele como una causa triste, y por consiguiente cualquiera que siente esta afeccion por un objeto, tratará de separarle ó destruirle.

» El que cree ser aborrecido por otro, y sabe no le ha dado ningun motivo para ello, le aborrece á su vez; el odio escita en nosotros la tristeza, y cuando sabemos que alguno nos le tiene, experimentamos una tristeza acompañada de la idea que esta persona es la causa.

» El que se representa el objeto amado, como espresando el odio, se halla combatido entre esta afeccion y el amor.

» Cualquiera que imagina que una persona que le ha sido indiferente hasta entonces, se ha visto impelida por el odio á ocasionarle cierto mal, tratará de producir inmediatamente otro igual.

» El que se imagine ser amado de cierta persona, y cree no haberle dado motivo para ello, la llegará á su vez á amar: porque la alegría de que somos causa escita la nuestra, y de aquí la inclinacion á ceder al amor verdadero ó falso y á la adulacion.

» Cualquiera que cree ser amado de una persona que detesta, fluctuará entre el amor y el odio.

» Quien hace á otro un beneficio ya por amor, ya por la esperanza de la gloria que le podrá resultar, se entristecerá si es recibido con ingratitud. (La ingratitud nace de la resistencia que las inclinaciones actuales mas fuertes, oponen á las ideas de estados anteriores.)

»El odio aumenta cuando es recíproco, y puede destruirse con el amor.

»El odio que ha sido completamente vencido por el amor, depende de este, y dicho amor es mas intenso que si no hubiera sido precedido del odio, porque la fuerza que triunfa de este es mayor, y en igualdad de circunstancias susceptible de escitaciones mas fuertes.

»Esperimentaremos aborrecimiento hácia alguno de nuestros semejantes, siempre que este lo tenga hácia otro á quien amemos, porque pensando que una persona aborrece al objeto amado, le creemos por esto mismo presa del odio, y participando de la tristeza, lo cual sin duda nos entristecerá, de modo que representándonos entonces la idea del que aborrece á dicho objeto como causa de nuestra propia tristeza, le odiamos.

»Si hemos experimentado una impresion de alegría ó tristeza por una persona de distinta clase ó naturaleza, y si la idea de dicha persona, bajo el nombre comun de su clase ó nacion, acompaña á nuestra alegría ó tristeza como su causa productora, experimentaremos odio ó amor, no solo hácia ellos, sino tambien hácia todas las de su clase ó nacion.

»La alegría que depende de figurarnos destruidos, ó en algun modo alterado el objeto que detestamos, no deja de ir acompañada de tristeza, mientras que el objeto que se nos parece está triste, nos hallamos tambien contristados.

»El amor y el odio que tenemos hácia una persona desaparecerán si á la tristeza que envuelve este odio y á la alegría que encierra dicho amor se junta la idea de otra causa diferente, de modo que disminuirán dichas afecciones, tanto mas cuanto nos afirmemos en que dicha persona no ha sido la sola y única causa.

»Una misma causa debe hacer que esperitemos para un ser que juzgamos libre mas amor ú odio que para otro necesitado, pues en este último caso la causa no es única, sino que depende de una multitud de circunstancias.

»Cualquiera cosa puede ser accidentalmente causa de esperanza ó temor, del mismo modo que otra podrá serlo de alegría ó tristeza; *presentimientos buenos y malos; preocupaciones.*

»Diversos hombres pueden ser afectados de diferente manera por un mismo objeto, y tambien el mismo hom-

bre puede serlo de distintas maneras en diversos tiempos.

» Cuando el alma se contempla á sí misma y á su potencia de accion, se regocija; y tanto mas distintamente se representa á sí misma y á su potencia de accion.

» El alma no se esfuerza mas que en imaginar las cosas que afirman ó aumentan su potencia de accion, y cuando se representa su propia impotencia se halla contristada. Si creemos ser el objeto del desprecio de otro, esta tristeza aumenta cada vez mas.

» Nadie concibe envidia por la virtud, á menos que no se trate de un igual.

» Cuantas especies hay de objetos que nos afectan, es preciso reconocer otras tantas clases de alegría, tristeza, deseo, y en general todas las pasiones compuestas de estas, como por ejemplo, la duda, ó que se derivan de ellas como el amor, odio, esperanza, temor &c.

» Toda pasion de cualquier individuo difiere de la de otro, como la esencia del primero de la del segundo; de aquí se deduce que las pasiones de los animales deben diferir de las del hombre, tanto como su naturaleza de la humana.

» Además de esta alegría y deseo que constituyen afectaciones pasivas, hay otras que se refieren á nosotros mismos, mientras obramos, como por ejemplo, la alegría que experimenta el alma cuando se mira á sí misma y á su potencia de accion.

» Entre todas las pasiones que se refieren al alma puesta en accion, no hay ninguna que no dependa de la alegría ó deseo, tales son la intrepidez y generosidad."

Carácter.

Se entiende por carácter el estado en que se encuentra el entendimiento con relacion á las ideas é inclinaciones concernientes al yo ó á sus afines, á las escitaciones reprimidas ó no, y á sus consecuencias estáticas; en fin, á la lucha entre estos movimientos y la razon.

Cuando un hombre es poco accesible á la alegría, tristeza y deseos, y su físico es incapaz de experimentar los cambios orgánicos que producen consecutivamente las modificaciones que sobrevienen en el sentimiento que cada uno tiene de sí mismo, se dice que carece de amor, que tiene

el alma helada y el corazon frio; el que posee las cualidades opuestas tiene lo que á aquel le falta, y sus sentimientos son groseros ó sublimes, segun que la razon intervenga ó no en la estática de las pasiones.

Se dice además en un sentido mas limitado, que un hombre carece de alma ó de corazon, cuando si bien es susceptible de ser conmovido por la alegría, pena, ó deseo, siempre que entra él en accion, es indiferente á la tristeza ó placer que experimentan sus semejantes; de modo que no ha ensanchado la esfera de sí mismo comprendiendo parte de los demás hombres. A los que se conducen de distinta manera, se les conceden dichos atributos, siempre en la acepcion limitada de ambos términos figurados.

La disposicion á tener lo que se llama alma, corazon, genio, no depende de la habilidad en reunir las ideas complejas y sus relaciones; pues para que dicha facultad pueda escitarse, es menester por una parte cierta clase de ideas relativas al yo ó á los seres que dependen de él; y por otra, aptitud para experimentar emociones variadas bajo el influjo de esta clase de ideas. Así, un hombre poco favorecido en inteligencia, puede tener mucho valor; y otro dotado de gran capacidad, poseer muy poco. Respecto de la acepcion que se da á esta palabra, cuando se toma en un sentido limitado, el hombre sin alma que posee facultades intelectuales brillantes, las dirige casi esclusivamente á su propio interés, al paso que el que la tiene aunque por otra parte sea ó no notable bajo el punto de vista intelectual, se interesa en el bienestar de sus semejantes, no solo por reflexion sino por simpatía, y goza ó sufre á medida que ve que los demás experimentan placer ó pena.

Este giro del espíritu supone, que cualquiera que sea la estension de la inteligencia, la idea del yo y de cuanto puede volverse en su ventaja, se equilibra con la que puede ser útil á los demás hombres ó, en otros términos, que la primera de estas dos ideas abraza y comprende á la segunda. Cuando un hombre ha llegado á este término, y la educacion contribuye poderosamente á ello, sus acciones tienen por regla la equidad y felicidad para todos, ya sea únicamente efecto de la reflexion, ya al mismo tiempo del sentimiento de placer ó de pena, en cuyo último caso se dice que es bueno y bondadoso. En los niños la satisfaccion del yo es la que dirige principalmente su conducta, porque es-

ta idea es la primera que se desarrolla, encadenándose después á todas las modificaciones, sensaciones y demás actos del organismo. Por medio de la educacion el amor propio se estiende mas ó menos á la familia, y por este comprende ya una comunidad de intereses, de modo que con el tiempo adquiere todavía mas ó menos estension.

Dado un mismo grado de escitabilidad, no tienen todos los hombres el mismo carácter, dependiendo esta diferencia de la mayor ó menor aptitud que los estados orgánicos dan para experimentar las emociones de placer, pena y deseos, y de la mayor ó menor disposicion que tales ó cuales ideas encuentran en los órganos para favorecer ó encadenar la acción.

Los animales tienen tambien un carácter, son alegres, tristes, compasivos ó envidiosos; conocen el odio, amor, celos &c., y todos difieren en este concepto, porque si bien todos estan organizados para experimentar los fenómenos de la estática de las pasiones varía mucho en ellos la facultad de producir modificaciones orgánicas tratándose de ciertas ideas, y la naturaleza concediéndoles las instintivas que se presentan en su entendimiento á la manera de los sueños, ha hecho que sea mas fácil en ellos la manifestacion y reproduccion de ciertos modos de escitabilidad.

En el hombre el sentimiento moral interviene como modificador en la estática de las pasiones, y siempre que entra en juego no es posible calcular los actos por los principios de dicha estática.

Así, cuando por largo tiempo un hombre se encuentra sometido á solo el influjo de las pasiones, que tienen relacion consigo mismo ó con los otros, la palabra *bueno* no espresa para él mas que una idea puramente relativa, es decir, cree bueno todo cuanto contribuye á mantener su estado presente de placer ó deseo, y malo cuanto tiende á que cese este estado y á provocar el disgusto con los deseos que le son consiguientes. Una misma cosa puede parecernos buena hoy y mala mañana, porque la envidia y la compasion nacen de la misma causa, como lo hemos visto en la estática de las pasiones, de modo que el que se presenta actualmente compasivo, es fácil aparezca envidioso algunos momentos después, sin tener mas motivos para lo uno que para lo otro. Los animales son tambien capaces de experimentar compasion ó piedad para otros y hasta para el hombre. Cuando

reciben de él algun bien, ó les proporciona algun placer, se le aproximan con satisfaccion y participan del mal que sufre, no encontrándose en esto ninguna huella de moralidad.

El interés particular se sacrifica al de muchos cuando las pasiones de los animales que se refieren al individuo, vienen á equilibrarse por otras pasiones que dependen igualmente de él, por ejemplo, en los animales por el temor del castigo, y en el hombre por las que engendra la supersticion, que es además un origen secundo de acciones buenas y malas.

Cuando la idea de lo que puede ser ventajoso á su familia, corporacion, patria, predomina en un hombre, y ensancha la de sí propio, concibe una nocion mas general de lo útil y lo bueno. Sin embargo, el conocimiento de lo que puede aprovechar á un número reducido de personas, está todavía distante del bien moral. Cuanto mas se ensancha el círculo de los individuos respecto de los cuales se conciben las ventajas de lo bueno, mas nos aproximamos á la idea de dicho bien. La nocion se perfecciona mas cuando consideramos como bueno lo que lo es, no solo para todos los hombres actuales, sino tambien para los de todos los tiempos, cualquiera que sean las circunstancias en que se encuentren. Por esto siempre debemos apetecer lo bueno para nosotros mismos, cuya nocion escluye todo lo que, teniendo el carácter de bueno en los tiempos presentes, no lo es para el momento que va á seguirse.

La sumision del yo á la ley divina que rige al universo es la razon, que reconoce que las cosas particulares no son mas que partes del gran todo, es decir del infinito. La razon engendra el conocimiento del bien supremo, lo que se conoce con el nombre de conciencia, y mientras que se opone ó presenta restricciones al bien relativo, es decir á lo que solo tiene el carácter de tal con relacion á estados transitorios, á las condiciones temporales del hombre. La contemplacion de sus propias imperfecciones (que no siempre se dirige por el conocimiento del bien supremo) y la tendencia á conseguir ese bien absoluto, juntos á la conciencia de su propia dependencia y falibilidad, constituyen el sentimiento religioso, el carácter del hombre piadoso. La satisfaccion y alegría que estan acordes con la razon, constituyen la dicha del sabio, que no por esto huye de las demás alegrías, ni de

las ideas de tristeza, mientras que estas no sean incompatibles con la razon (1).

El hombre, pudiendo ser guiado por la nocion general del bien supremo, del mismo modo que por las pasiones, disfruta por esto de libertad. Sin embargo, en el fondo las resoluciones que toma, y las acciones que ejecuta, en virtud de esta nocion no son menos necesarias que los sucesos en el órden físico, porque nada se cumple sin suficiente razon. Una voluntad entregada á todos los caprichos de la arbitrariedad, y que no reconoce ninguna determinacion, es una pura quimera. Cuando dos pasiones contrarias se equilibran, ó lucha una con la razon, parece que el hombre hace entonces el papel de tercero, y que despues de escuchar á ambos consejeros, toma libremente cualquier partido; y no se cree libre cuando despues de haberse decidido, acaba despues por variar de intento (2). Pero estas no son mas que ilusiones, porque la razon y las pasiones se encuentran en él, y la eleccion resulta del efecto convenido de una y otra.

La voluntad no es mas que el deseo con la certeza del resultado, una afirmacion positiva de un estado necesario, precedido de duda, y esta de indecision, dura hasta tanto que alguna cosa demás viene á echarse en la balanza por la razon ó las pasiones. La exaltacion ocasionada por el vino, y las sensaciones, y todo cuanto dispone á las pasiones basta para querer una cosa, en la cual, habida igualdad de todas las circunstancias, no habíamos hallado razon suficiente que nos determinase. El vino ofusca las ideas que mantienen el equilibrio, fortifica el estado de tension que produce la pasion, y aumenta la aptitud para dejarse impresionar por las ideas adecuadas á esta pasion.

Tan pronto una resolucion que tomamos no constituye mas que una serie futura de ideas, sin accion exterior de parte del cuerpo, como cuando se da cierta direccion á su pensamiento, ó sus recuerdos; tomar en este sentido una resolucion, es tanto como saber que se ha recibido esta direccion: ó bien obra la voluntad exteriormente por movimientos calcula-

(1) ESPINOSA, *loc. cit.*, 5.^a entr., t. II, p. 239.—FICHTE, *Anleitung zur seligen Leben*. Berlin, 1806.

(2) HERBART, *Psychologie*, p. 91.

dos con la mira de conseguir un fin que nos representamos como que es necesario llegar á él. Cualquier movimiento que, verificándose segura y necesariamente, vá acompañado de la idea de una libre eleccion, y de la otra idea que reconoce por causa nuestra eleccion, es voluntario. Podemos representarnos que un movimiento espasmódico, la risa por ejemplo, se ejecutará ciertamente; pero no es voluntario porque, por mas que nuestras ideas sean la causa, puede ir acompañado de otro opuesto, reunido á la idea de una eleccion entre muchos, y que lleva el sello de la voluntad.

Cuando esta puede producir inmediatamente los movimientos, no hay nada mas sorprendente que concebir una idea cualquiera, por ejemplo la del ridículo; es decir que toda idea apasionada determina movimientos. Basta la sola idea de un movimiento apasionado cuando existe la disposicion á ejecutarle, para producirle á pesar de nuestra voluntad, de lo que el bostezo y la risa nos suministran ejemplos. Así, pues, es necesario para que un movimiento dependa de la voluntad, que sea provocado por la idea que manifieste necesariamente su formacion, y que nos representemos á nuestro yo como causa de él.

Concluyo esta reseña sobre las pasiones indicando que son á la manera de las ideas simples, susceptibles de asociarse entre sí, oscurecerse y enlazarse recíprocamente. Muchas que se tienen por pasiones no son mas en realidad que enlaces de estados de esta especie, como los celos y otros. Será fácil comprenderlo aplicando á las pasiones cuanto he dicho respecto á las relaciones simples que las ideas tienen entre sí (1).

(1) Consúltense para tener detalles mas estensos los tratado de sicologia, y las obras en las que la lógica se presenta comparada con la sicologia y metafísica, principalmente, ARISTOTELES. *De animá*.—ESPINOSA, *Ethique*.—HERBART, *Lehrbuch zur Psychologie*. Kœnigsberg, 1834.—STIEDENRATH, *Psychologie*. Berlin, 1824.—BENEKE, *Lehrbuch der Psychologie*. Berlin, 1833.—SCHUBERT, *Geschichte der Seele*. Stuttgart, 1839.—BOBRIK, *System der Logik*. Zurich, 1838.—CARUS, *Vorlesungen ueber Psychologie*. Léipzig, 1831.—FLEMMING, *Beiträge zur Philosophie der Seele*. Berlin 1830.—CABANIS, *Rapport de physique et du moral de l'homme*, octava edicion con notas por L. Peisse. Paris, 1844.

SECCION TERCERA.

CONCURSO ENTRE EL ALMA Y EL ORGANISMO.

CAPITULO PRIMERO.

DEL CONCURSO EN GENERAL ENTRE EL ALMA Y EL ORGANISMO.

La relacion que existe entre el alma y el organismo puede compararse de un modo general, á la que se observa entre una fuerza cualquiera y la materia en que se presenta, por ejemplo entre la luz y los cuerpos en quienes brilla: y en ambos casos no puede ser mas enigmático el enlace. La luz se presenta en los cuerpos, ya por un simple cambio mecánico de la materia que le constituye, como por la impresion ó un choque: ya á consecuencia de una modificacion que experimenta su composicion química. La electricidad aparece igualmente bajo el influjo de un cambio material de los cuerpos, en los que determina á su vez otros materiales. Los fenómenos intelectuales se presentan en los cuerpos organizados mientras que cambia la materia, y ellos tambien provocan cambios en la misma; en efecto, el germen además de la fuerza vital que le es inherente, contiene la aptitud latente para los fenómenos intelectuales que ofrecerá el ser que de él resulte, mientras que una estructura determinada del cerebro no se desarrolle, la accion orgánica del germen carecerá de ideas. El establecimiento de la estructura permite á la fuerza ya existente entrar en accion; esta fuerza no depende de la estructura del cerebro, relativamente á su causa primera, y sí solo bajo el punto de vista de su manifestacion. Hasta aquí la relacion entre las fuerzas mentales y el organismo no es mas enigmática que la que se observa entre cualquiera otra fuerza natural y el estado material del cuerpo, sino que la difi-

cultad de concebirlas es la misma en ambos casos. La conexión entre las fuerzas mentales y la materia no difiere de la relación entre otras fuerzas físicas y esta misma más que en que las fuerzas mentales se desarrollan únicamente en los cuerpos organizados, en particular en los animales, y solo se propagan á los productos que les son semejantes, esto es, mientras que las fuerzas físicas generales, á las que también se denomina imponderables, tiene una esfera de acción mucho más estensa en la naturaleza. Sin embargo, como los cuerpos organizados en sí mismos, toman su origen de la naturaleza inorgánica, pues los animales viven de animales y vegetales, y los vegetales se mantienen en parte de materias inorgánicas, subsiste la duda de si la aptitud para los fenómenos intelectuales es inherente á toda la materia, del mismo modo que las fuerzas físicas generales, y si solo por efecto de estructuras existentes es como llega á manifestarse de un modo particular.

Antes de entrar en el exámen del concurso entre el alma y la porción material del organismo, es necesario presentar algunas consideraciones generales, sobre los elementos orgánicos, de todo el organismo y del cerebro, y sobre los monades en el sentido de la escuela filosófica.

Monades en el sentido de los fisiólogos.

Los elementos de la organización del cerebro, ó sea órgano del alma, proceden en primer lugar de células, como todas las partes elementales del cuerpo animal, y todas ellas de la célula primitiva, es decir, del gérmen que contiene la fuerza para todo. Las células secundarias ó las fibras musculares nerviosas del tejido celular tendinosas, los cartilagos, en una palabra, todas las partes constituyentes de los tejidos se forman ya por la fusión de muchas células ya por la prolongación de estas en filamentos difiriendo de la primitiva, bajo el punto de vista de su fuerza productiva, pues esta contiene implícitamente la razón suficiente de la producción de todas las células secundarias, es decir, de todo explícitamente, mientras que estas ó los tejidos, no dan lugar á más que á sus semejantes. La célula del cartilago produce siempre nuevas células de la misma clase,

tanto dentro de sí como al rededor de ella; la córnea nuevas células corneas, la fibra muscular otras de la misma especie, y la nerviosa otras nerviosas y nada mas. En vista de esto, concebimos que no puede producirse un nuevo todo como célula primitiva ó gérmen, sino por el concurso de todas las células diversas, ó en otros términos, porque la fuerza del todo subsiste integralmente la misma en todas las moléculas diversas de los tejidos y las domina á todas; pero el organismo considerado en conjunto es un sistema de partículas hasta cierto punto independientes unas de otras, que se completan recíprocamente de un modo á propósito para constituir entre sí un todo único, poseyendo la aptitud para producir sus semejantes. Se compone por decirlo así de monades secundarios procedentes del primitivo del gérmen y que por su reunion representan explícitamente este mismo, ó sea la célula del gérmen.

Los diferentes monades contenidos en este todo, poseen en virtud de su estructura y materia, fuerzas diferentes de movimiento, sentimiento, nutrición y secreción, es decir, que la estructura que les es propia, les hace manifestar fuerzas naturales diferentes. Así es como en virtud de la estructura y del choque de sus moléculas, como masa de células separada hasta cierto punto (corpúsculos ganglionarios) y de las fibras que provienen de las células, el cerebro es el órgano del pensamiento, del mismo modo que las fibras musculares son el órgano del movimiento; pero no por esto es preciso creer que el alma se compone de partes. La multiplicación del número de estos elementos carece de influencia sobre la masa de las ideas, pues solo la ejerce sobre su limpieza, claridad y combinación, del mismo modo que la pérdida de una porción de sustancia cerebral debida á una herida de cabeza, no nos priva de las masas de ideas, sino que destruye su claridad y limpieza. Las diversas regiones del cerebro, á las que llegan las impresiones recibidas por los nervios de los sentidos, comunican simultáneamente diversas ideas al *sensorio*. Se ve sin dificultad la manera como las moléculas activas del cerebro no constituyen mas que una respecto á su forma primitiva y reunion con todas las demás moléculas orgánicas, pues todas nacen de las células, y los estados escitados en ellas por las ideas deben obrar sobre las moléculas del cuerpo, del mismo modo que los de estos últimos influir

sobre ellas; pero lo que siempre será un misterio para nosotros es el modo que tienen estas moléculas cerebrales de accionar y reaccionar para producir las ideas.

Debo advertir en este lugar que entiendo por monades, no los átomos, sino las partes primitivas organizadas y precederas, de que están compuestos originalmente todos los tejidos orgánicos, según el importante descubrimiento de Schwann, partes que, aunque al servicio de la fuerza plástica del germen, difieren entre sí con respecto á la materia y á las fuerzas, siendo independientes en este sentido, á pesar del dominio ejercido sobre ellas por la potencia de cuanto las rodea, y teniendo el poder de reproducir en sí y fuera de sí sus semejantes, y aun continuar obrando por espacio de algún tiempo después de separadas del todo, reaccionarse mutuamente y con frecuencia confundándose para formar estructuras compuestas, dotadas de una fuerza semejante como la fibra nerviosa y la muscular. Mayer tiene el mérito de haber anticipado la idea de las moléculas orgánicas activas de monades orgánicas, mucho tiempo antes que la observación hubiese demostrado la semejanza completa de origen y estructura primitiva entre todos los tejidos. Yo tenía una idea vaga de esta doctrina, cuando en 1833 traté de explicar por la división del germen la regeneración de los pólipos y planarios cortados en pedazos, y la producción de los monstruos dobles. Purkinge se ha visto también inclinado por sus investigaciones de anatomía fina, á concebir la existencia de partículas elementales independientes para el servicio del organismo. La obra de Schwann (1) suministra los materiales necesarios para formar una teoría general de seres orgánicos.

Monades en el sentido de los metafísicos.

El sentido que he dado á la expresión de monades orgánicas difiere mucho de aquel bajo el cual Herbart los

(1) *Mikroskopische Untersuchungen ueber die Uebereinstimmung in der Struktur und im Wachsthum der Thiere und Pflanzen.* Berlin, 1838.

conoce (1). Según este metafísico, el alma es un ser simple, sin partes, estension ni pluralidad, un monade; y la materia se compone de monades ó átomos, es decir, de seres simples, activos, sin estension, que existen en el espacio, sin formar un todo continuo, y que estan en equilibrio de atraccion y repulsion recíprocas, lo que les da el aspecto de un cuerpo estenso. La materia no es impenetrable sino para los seres que son incapaces de modificar su equilibrio de atraccion y repulsion recíprocas. Todo ser organizado es un sistema de monades, conteniendo estos otro sistema de estados interiores, procedentes de su recíproca accion. Esta reunion decretada por la Providencia es la causa de la forma de un cuerpo organizado. En el gérmen hay concentracion de todo el sistema de los estados inferiores sin la configuracion correspondiente. El choque entre el alma y el cuerpo es una accion ejercida por un monade que piensa sobre los estados interiores de los otros y *vice versa*. El monade que concibe las ideas, y que, á la manera de los de Herbart, no puede ser considerado sino como un punto matemático, no tiene necesidad de un asiento fijo en el cerebro, puede moverse sin sospechar el menor de sus movimientos en sus ideas, y sin que la anatomía descubra ningun vestigio; pero la variacion de asiento puede mirarse como una hipótesis muy fecunda para explicar las anomalías del espíritu. Herbart hace notar además que no hay ningun motivo para admitir que el asiento del alma es el mismo en los animales que en el hombre, pues probablemente está establecido en la medula espinal en los primeros, en especial en las clases inferiores. Pero es preciso no suponer que cada animal solo tiene una alma, antes bien es verosímil lo contrario en aquellos que despues de haber sido cortados, continuan viviendo en cada segmento, y pudiera suceder muy bien que el sistema nervioso del hombre contuviese muchos elementos, cuya constitucion fuese muy superior al alma de los animales que pertenecen á las clases inferiores; finalmente, la vida subsiste durante cierto tiempo sin alma en las partes separadas del todo orgánico

(1) *Lerhbuch zur Psychologie*, p. 122, 133.

Bobrik (1) toma también á esta doctrina por punto de partida, y la aplica de un modo muy consecuente á la esplicacion de los fenómenos orgánicos; para que la unidad, totalidad y adaptacion, al fin propuesto, penetren la movilidad de las fuerzas vitales, se necesita, según este autor, de un monade dominante, que reúna en un sistema las agregaciones de los monades preparados, á la movilidad orgánica. Este monade dominante es la forma, propiamente hablando. Entre las diferentes partes que se desarrollan de un modo gradual, se encuentran algunas que llegan á tal perfeccion en los estados interiores, que pueden á su vez servir para formar otros organismos futuros, ó ser las semillas para la propagacion.

Si aplicamos esta doctrina á los corpúsculos activos, ó partes elementales orgánicas de los cuerpos organizados, cada uno de estos corpúsculos será en ellos un sistema de átomos activos, susceptible de producirse y destruirse, es decir, de una duracion limitada, sin que por esto los átomos activos (monades en el sentido de Herbart) sean perecederos.

Manifestacion del alma en la organizacion del cerebro.

La hipótesis de Herbart, relativamente á los monades y á la materia, explica la accion del alma sobre ella, sin que esta alma sea material, pues solo se trata aquí de un ser simple que obra sobre otros de igual naturaleza. Pero cuando intentamos explicar la formacion en el monade mental de las ideas de objetos que ocupan estension en el espacio, en consecuencia de cambios ocurridos en las partes del organismo, y la accion de este mismo monade sobre sumas enteras de fibras orgánicas, tropezamos con dificultades insuperables. El problema de todos los tiempos ha sido concebir cómo la afeccion de partes del cuerpo que ocupan cierta posicion relativa, como por ejemplo, las partículas de la retina colocadas unas al lado de otras, puede procurar al alma, que es simple y no está compuesta de partes, la percepcion de objetos que tienen estension en el espacio y una forma particular; en efecto, relativamente

(1) *System der Logik*. Zurich, 1838.

á la vista, toda percepcion de objetos que ocupan un lugar en el espacio, depende de que los diferentes puntos de la retina

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>
<i>i</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>m</i>

se perciben con las mismas relaciones de contigüidad que las que realmente tienen. Igual es la dificultad cuando tomamos por ejemplo al tacto, porque la facultad de apreciar por medio de este sentido la contigüidad de las cosas esteriore, es decir, su forma y otras cualidades de que son deudores á la estension en el espacio, solo las apreciamos porque el tacto nos proporciona la percepcion de la contigüidad de las partes de nuestro propio cuerpo. El aparato entero de la vision está calculado, porque la situacion relativa de los objetos colocados á distancia de nosotros, se representa exactamente sobre la estensa superficie de la retina. Pero si el alma es una sustancia que solo puede concebirse como un punto matemático, que nada tiene que ver con el espacio, ¿por qué surge la idea de los objetos colocados al lado unos de otros de la afecion simultánea de ciertos puntos contiguos de la retina? Podemos sin duda imaginar que semejante monade recibe en algun modo impulsiones de todos lados, y que de las que otros le comunican resulta la idea de posicion en el espacio; pero nada nos autoriza en la organizacion del cerebro á suponer que todas las impresiones recibidas por los sentidos se concentran en un punto único. Lo mas sencillo sería, admitiendo la hipótesis de Herbart, decir que no podemos por medio de nuestro cuerpo obtener ninguna sensacion de contigüidad ó posicion; y esto es precisamente lo que se ha hecho mas de una vez. Steinbuch (1) negaba á los sentidos la facultad de proporcionarnos la nocion del espacio, y pretendia que el movimiento solo podia suministrárnosla. La retina, dice, no percibe la relacion de contigüidad ó posicion en sus partículas, pues esta percepcion nos la procuran los movimien-

(1) *Beiträge zur Physiologie der Sinne*. Nuremberg, 1811.

tos de los músculos oculares. Un punto iluminado de la retina se convierte en una línea luminosa por la contracción de un músculo, cuya conciencia tenemos, y para que suceda otro tanto en otros puntos de dicha membrana, se necesitan diferentes grados de contracción en los músculos. Así la diferencia del espacio sobre la retina se convierte en otra de tiempo relativamente á las contracciones que son necesarias para esponer diferentes partes de la retina una despues de otra á una misma luz. Todos los puntos de dicha membrana, estau en relacion con ciertos grados de contracción de los músculos oculares, y de aquí resulta que por medio de la educacion la claridad y sensaciones de los puntos particulares de esta membrana, estan enlazados tácitamente á la conciencia de los grados de contracción que corresponden á dichos puntos. Sin embargo, cuando se adelanta mas el análisis de esta hipótesis, advertimos que supone una cosa completamente imposible; porque si los puntos de la retina no se diferencian de naturaleza entre sí, no hay medio de reconocerlos por diversos, y sin una diferencia en la cualidad de sensacion no es posible que se combine ningun *quantum* de contracción en la memoria con una partícula de la retina; efectivamente, Tortual, que niega la sensacion inmediata de la estension del organismo, admite que el alma recibe de todas las partes del cuerpo sensaciones que difieren en cualidad, resultando de aquí la posibilidad que tenemos para distinguir estas partes entre sí; pero si se reflexiona que un animal recién nacido recibe inmediatamente por el sentido de la vista las intuiciones de posicion y de forma, pues que él se dirige hácia el pecho de su madre, creo que es incontestable que, antes de toda educacion, el espacio puede percibirse como tal en la retina; sin embargo, si el alma es capaz de distinguir la contigüidad ó posicion relativa de diversas partes del cuerpo, no se concibe cómo puede pertenecer esta facultad á un monade que ocupa un solo punto. Aun cuando el monade pudiera ir y venir de un punto á otro de la retina y por sus escursiones formarse una suma de cambios que hubiera experimentado durante su curso, sin embargo, la hipótesis no se conciliaria bien con la existencia simultánea de muchas partes en una sensacion con la posibilidad de percibir inmediatamente la estension determinada en superficie de una sensacion. La opinion mas probable parece que consiste en

que el alma se presenta á la vez en todos los puntos del cerebro, sin que por esto ella esté compuesta de partes, y que por su presencia general percibe las diferencias de forma y posicion en las impresiones hechas sobre los sentidos. Pero guardémonos bien de adoptar esta esplicacion; porque no creo seguramente que por esto nos hallemos en estado de comprender mejor cómo las partes materiales contiguas de los órganos sensoriales que siempre son la causa de toda intuicion de espacio, en lo que concierne á las sensaciones debidas á los sentidos, pueden ser distinguidas entre sí por el alma, aun cuando supusiéramos que las partículas materiales de la sustancia sensible de los órganos sensoriales, se representan en el alma como puntos que se rechazan mutuamente, nunca sería esto mas que una imágen, una espresion figurada, pues la conversion de las partículas organizadas en ideas, sería tan difícil ó imposible de concebir, como la relacion entre el alma y la organizacion en general.

Es fácil cortar el nudo diciendo que la organizacion y el pensamiento no son mas que una misma cosa con diferentes nombres, y que la materia y el espíritu solo representan diferentes maneras de mirar una misma cosa, pues en realidad son iguales. Pero el cerebro siempre es una pluralidad de partes organizadas. Bajo este punto de vista, hay un mecanismo sumamente complicado, que de ningun modo es necesario para el estado latente del alma en el germen, y solo por los efectos que debe producir en la organizacion, pues no hay ningun medio de concebir por qué el alma se sirve de este mecanismo tan complicado y delicado á la vez.

Si he tratado de ilustrar las cosas ajenas á las investigaciones fisiológicas y que pertenecen á la filosofia, suponiendo que nunca llegaríamos á formarnos una idea clara de ellas, es por haberme parecido que la fisiologia no debe renunciar al análisis, en cuanto le sea posible, de las cuestiones que se enlazan con otras ciencias; pues ella trata de someter al crisol de la crítica los resultados de las investigaciones especulativas que tienden á aproximarnos á la verdad. Aprovecho esta ocasion para referirme nuevamente á los sistemas cosmológicos de que he hecho una lijera reseña al principiar esta seccion. Estos sistemas y la monadologia filosófica que les sigue completan el círculo de las

FENOMENOS DEL CONCURSO ENTRE EL ALMA Y ORGANISMO. 225
concepciones más generales á que ha sido posible elevarse
con respecto á tales objetos.

CAPITULO II.

DE LOS FENOMENOS DEL CONCURSO ENTRE EL ALMA Y EL ORGANISMO.

Desde que se ha formado la estructura del cerebro por la fuerza del germen y luego los sentidos entran en acción, empiezan á desarrollarse ideas, ó los efectos del alma, y así como se pueden sacar chispas de un cuerpo, percutiéndole ó haciéndole experimentar un cambio de estado; del mismo modo los fenómenos intelectuales varían en razón de los cambios que sobrevienen en la organización y materia del cerebro; por otra parte, las operaciones del entendimiento, aunque siguen hasta cierto punto paso á paso á la organización del cerebro, pueden igualmente determinar cambios en la organización y materia constituyente de esta viscera, y por consiguiente en las de otras partes vivientes del cuerpo, sobre las cuales ejercen su dominio. Las ideas simples ó generales no están compuestas de partes; pero se desarrollan á pesar de esto en la materia organizada que es divisible; y su claridad depende absolutamente de la convicción de esta materia divisible.

De esto se sigue que todos los efectos del alma sobre el organismo dependen inmediatamente de la influencia que ejercen sobre la organización cerebral por medio de la cual ella solo puede pasar del estado latente á la actualidad; que se extienden por una especie de irradiación de este órgano al resto del cuerpo, y que cada uno, mientras que puede obrar sobre el cerebro por sus nervios y por la sangre que recibe, debe influir también sobre las ideas y su concepción.

Esta influencia material del cuerpo, puede ser escitante y deprimente, es decir que puede favorecer ó entorpecer la concepción de las ideas. Se concibe el que les sea imposible producir otra cosa que ideas de sensación, pero mientras que los cambios locales de los órganos del cuerpo provocan las sensaciones del placer y pena, ó la impulsión física de estos mismos órganos, y las ideas de expansión, restricción

y deseo que á ello se refieren, es evidente que la disposicion á un estado apasionado cualquiera, puede mantenerse por un órgano diferente que el cerebro.

Influencia de los estados del cuerpo sobre las ideas é inclinaciones.

La escitacion de ciertos órganos del cerebro por la sangre arterial, es una condicion necesaria para la actividad del alma. Una sangría copiosa determina el síncope y la pérdida del conocimiento; pero la calidad de la sangre no influye menos en la concepcion de las ideas, si bien los cambios mas comunes que pueden experimentar las manifestaciones del alma son efectos de los alimentos. Estos hacen entrar en círculo una cantidad de materia todavía grosera, mientras que esta no está completamente asimilada, y conserva alguna de sus condiciones estrañas, no es cuando llega al cerebro con la sangre un agente á propósito para escitar en este órgano los estados necesarios para la vida intelectual, y la influencia que ejerce sobre él se convierte en un obstáculo al libre desarrollo de la actividad del alma. En esto consiste que algunas personas no se encuentran despues de la comida aptas para los trabajos de bufete. El trastorno se hace mas notable cuando los estados orgánicos del cerebro se modifican materialmente por los alterantes nervinos, espirituosos ó narcóticos. Algunas secreciones y escresiones, por ejemplo la bilis y la úrea, son tambien impropias para provocar los estados orgánicos del cerebro; así, cuando penetra la bilis en la sangre, lo que constituye la ictericia, no solo dificulta el libre ejercicio de las facultades intelectuales, sino tambien determina generalmente cierto abatimiento, en razon al obstáculo que opone al desarrollo de los estados orgánicos y á que influye sobre el sentimiento de sí mismo.

Hay otro origen de desórdenes ocasionados en el alma por la accion que los estados de otros órganos ejercen sobre aquella por medio de los nervios. Cualquiera parte del cuerpo relacionada íntima y simpáticamente con los órganos centrales puede, cuando sufre una escitacion violenta, determinar otra en el cerebro, y por consiguiente en el alma, ó si su accion disminuye, producir una disminucion del poder del alma, lo que ocasiona el delirio ó un es-

tado soporoso. El carácter se resiente tambien de las influencias de esta especie, porque una dificultad prolongada en el ejercicio de los órganos importantes induce al mal humor y postracion, que no son mas que un estado violento del alma. Los órganos encargados de las trasformaciones químicas de la materia, obran sobre el alma de dos modos, al principio modificando los estados de los órganos centrales, por medio de los nervios que los unen con estos aparatos, y despues variando la constitucion de la sangre, y bajo este último aspecto influye mucho la naturaleza del cambio material. De esto depende que las visceras del bajo vientre se diferencian de las demás por el influjo permanente que sus afecciones crónicas ejercen sobre las disposiciones morales. Me he sentido inclinado además á establecer, que es preciso no ir á buscar en ellas el asiento de pasiones determinadas.

Hay además otros órganos de cuyo estado toman origen ciertas pasiones que dependen de sus funciones; tales son los órganos genitales y el estómago. Estos escitan sensaciones particulares, y determinan en el alma la aparicion de ideas de cosas, que completan hasta cierto punto el yo, cuando falta algo á su integridad. Pero la idea de lo que completa y ensancha el estado del yo determina á su vez corrientes del principio nervioso hácia órganos especiales; porque, segun hemos visto anteriormente, la idea de un estado que puede realizarse por tal ó tal órgano, produce una corriente hácia este mismo, por mas que sea un músculo ó una glándula. Por esto la disposicion á las pasiones amorosas nace del estado de los órganos genitales y el de la medula espinal, que sirve de intermedio entre este aparato y el cerebro. Cuando las partes genitales y la medula espinal experimentan cierta tension, se presentan inclinaciones que ofrecen cierto orden de ideas. La accion de los órganos estimula la facultad de concebir, como el ejercicio de esta facultad escita á su vez á los órganos: sin la potencia de estos, las ideas de que nos ocupamos permanecen inertes; y les es imposible provocar estados orgánicos. La especie de alimento influye tambien, por la accion que ejerce sobre los órganos en la aparicion de los estados apasionados; de lo que tenemos un ejemplo en los afrodisiacos.

Finalmente, el estado de todo el sistema nervioso, grado de escitabilidad, y facilidad en la propagacion de las

impresiones, tienen tambien gran influencia en la manera de verificarse las emociones é inclinaciones; porque cuando una escitacion se propaga rápidamente en los nervios, deja con mas velocidad todavia despues de ella un estado de agotamiento, y se está mas predispuesto á las afecciones en las cuales el yo parece experimentar un cambio y debilidad súbitos y violentos, por ejemplo, la ansiedad, miedo, terror y cobardia. Cuando acontece lo opuesto, y el sistema nervioso conserva su energia á consecuencia de una escitacion, todo estímulo pasajero deja en pos de sí un sentimiento de valor y perseverancia. Tambien los animales ofrecen disposiciones diferentes en sus estados orgánicos, ya sean tímidos ó atrevidos, cobardes ó valientes. En el hombre estas disposiciones cambian con el estado de los órganos, de modo que un individuo resuelto y de sangre fria puede experimentar tal cambio de carácter, á consecuencia de un estado pasajero de su sistema, que cualquiera emocion repentina le inspire terror, como aconteceria á una persona naturalmente tímida; mientras que el reposo y un vaso de vino inspiran valor á un hombre habitualmente cobarde.

Lo que afecta en sumo grado la vida del alma, es el cambio inmediato de los estados orgánicos del cerebro, por ejemplo la inflamacion, conformacion viciosa y la compresion. Todos los estados de irritacion cerebral determinan delirio; cuanto molesta las funciones de este órgano, compresion ó vicio de conformacion, produce vértigos, sopor y hasta la pérdida del conocimiento; lo que hace que fenómenos semejantes sean debidos á los cambios materiales mas variados como tubérculos, un derrame purulento de sangre ó serosidad. La presion que ocasiona la sangre en los vasos produce el mismo efecto que una compresion, ejercida desde fuera, determinando el vértigo. Finalmente la inanicion obra de un modo análogo á la compresion.

Los cambios inmediatos del cerebro producen con mas frecuencia la alteracion del pensamiento que de las pasiones. Una deprimente supone todavia cierto grado de vivacidad de ideas que alimentan esta pasion, no siendo posible se verifique otro tanto cuando existe una lesion orgánica del cerebro, de modo que esta arrastra generalmente una alteracion en la facultad de producir ideas. Los estados orgánicos que dan origen á la concepcion, existen induda-

FENÓMENOS DEL CONCURSO ENTRE EL ALMA Y ORGANISMO. 229
blemente en el cerebro; pero los elementos de las inclinaciones están repartidos por todo el organismo.

Influencia de las ideas é inclinaciones sobre el organismo.

La influencia de las ideas sobre el organismo abre un campo fecundo en fenómenos variados que se aproximan á lo maravilloso. Puede decirse de un modo general que un estado del organismo que concibe el alma como que debe realizarse inmediatamente, que espera con toda seguridad y entera confianza, se halla muy próximo á realizarse en virtud de tal idea, con tal que no esceda los límites de la posibilidad. El único ejemplo que citaré se refiere á una dama de que habla Picket, á la cual por experimentar el influjo de la imaginación, hizo respirar aire atmosférico en vez del gas protóxido de ázoe; apenas hizo dos ó tres inspiraciones, cayó en un síncope, lo que nunca la había sucedido, pero tardó poco en recobrar el conocimiento (1). Cuando los efectos de las ideas van acompañados de alteración en las afecciones, se estienden generalmente en todas direcciones, sobre los sentidos, movimientos y secreciones. Pero las ideas, aun las más simples y estrañas á las pasiones, pueden ocasionar efectos orgánicos muy pronunciados, como lo demostraré en los párrafos siguientes.

Influencia de las ideas sobre los sentidos, alucinaciones.

Las alucinaciones (2) son percepciones de sensación que dependen de causas internas, sin objeto escitante externo, y que conservan el carácter de la energía propia de cada sentido especial. Se las ha confundido algunas veces con las ideas, y considerado como verdades que merecen la fe del individuo. Pero si la persona alucinada cree en

(1) *Biblioth. britann.*, t. XXII.

(2) Esquirol, *Des maladies mentales*, Paris, 1838, tom. I, p. 159.—BRIERRE DE BOISMONT, *Des hallucinations, ou Histoire raisonnée des apparitions, des visions, des songes, de l'extase*, &c. Paris, 1845.

su realidad, es indudablemente porque se forman en los sentidos, se producen con la verdad de los mismos fenómenos sensoriales, y además no entra en su esencia el que se crean reales. Prestar asenso á ideas simples sería un error del entendimiento: luego, podemos tener una alucinación que no difiera de una verdadera sensación bajo el punto de vista de la intensidad, que vaya acompañada de la percepción de un color, un sonido, sin que por esto creamos en su realidad. La opinión falsa y contraria que nos formamos de estos fenómenos, depende principalmente de haberlos estudiado enagenados. He aquí por qué yo creo preferible designarlas con el nombre de *visiones*, en especial cuando se refieren al órgano de la vista; porque estos son realmente estados de este sentido, en el que tienen un fundamento tan verdadero, como todas las visiones objetivas excitadas por objetos exteriores. En las sensaciones visuales debidas á causas objetivas, se ha tenido ocasion de advertir que cuando ciertos puntos de la retina estan mas intensamente afectados, algunas partes de las imágenes tienen mas limpieza, en razon á que para espresarse segun costumbre, la atencion analiza sucesivamente las diversas partes de la imagen total, es decir, de la retina.

Podemos, sin experimentar ninguna sensación actual, figurarnos líneas, contornos, y por consiguiente figuras, en el campo oscuro que se nos presenta cuando cerramos los ojos. Parece que esto depende de que la imagen se pinta en ciertos puntos de la retina. La imagen que aparece en este caso ni tiene luz ni color; porque para que poseyese ambos caracteres, era necesario que las partículas de la retina estuviesen, no en reposo, sino en accion, de lo que depende la luz y los colores. Sin embargo, esta produccion de figuras incoloras en el campo visual es á veces tan intensa, que los contornos que se han observado por largo tiempo, se reproducen con mucha limpieza, que, por ejemplo, vemos nacer la imagen conmemorativa con formas que habíamos observado cuidadosamente en el microscopio, aunque con frecuencia se hayan pasado muchas horas entre la observacion real y la representacion de la imagen. Pero no todo lo que se presenta en el campo visual consiste en contornos; tambien aparecen nuevas figuras, por mas que el ojo esté privado de toda impresion objetiva. La imaginacion determina este efecto en los ni-

FENOMENOS DEL CONCURSO ENTRE EL ALMA Y ORGANISMO. 231
ños, cuando se encuentran en la oscuridad, donde su campo visual se llena de figuras y objetos horribos, cuyos contornos solos estan trazados, y que carecen de luz y color: fenómenos todos que parecen depender de una accion reciproca entre el *sensorio* y la retina.

Sucede con frecuencia en las personas que gozan de salud, pero mas generalmente en las enfermas, que esta especie de imágenes son coloradas y luminosas, y que las partículas de la retina ó del nervio óptico y las prolongaciones de este hácia el cerebro se conciben como si estuviesen en un estado determinado de accion. Entonces es cuando se presentan las alucinaciones propiamente dichas, en el sentido de la audicion y en los demás, del mismo modo que en el de la vista. Lo que sucede entonces es enteramente inverso de lo que se verifica en los fenómenos de vision provocados por objetos esteriore; aquí las partículas de la retina se suponen colocadas unas al lado de otras en un estado activo; allí por el contrario la concepcion de una idea es la que determina los estados de dichas partículas y del nervio óptico. La accion que el órgano material de la vision, que goza de estension en el espacio, ejerce sobre el alma y de la que resulta la idea de un objeto que tambien tiene estension, no es menos sorprendente que la idea de un objeto estendido sobre el órgano visual, de modo que las alucinaciones visuales no tienen mas derecho de ocasionarnos admiracion que la vision ordinaria.

Los estados en los cuales se ha observado este fenómeno son los siguientes:

1.º Poco antes de dormirse, antes de despertar, y en el estado que media entre el sueño y la vigilia. ¿Quién no recuerda las imágenes dibujadas con bastante fuerza que flotan delante de los ojos antes de dormirse, la claridad que algunas veces aparece entonces en estos órganos aunque esten cerrados, las apariciones y metamorfosis tan repentinas de estas imágenes, los sonidos que se oyen de repente, sin causa exterior, como si alguno nos hablase á la oreja en alta voz? (1). Observándose á sí mismo con

(1) Véase la esposicion detallada de estos estados en MORITZ y PÖCKEL, *Magazin der Erfahrungsseelenkunde*, t. II, p. 88.—NASSE, *Zeitschrift fuer Anthropologie*, t. III, p. 166.—MULLER, *Ueber die phantastischen Gesichterscheinungen*, p. 20.

atencion, no tardaremos en convencernos completamente de que no hay aquí solo ideas simples sino tambien verdaderas sensaciones. Cualquiera puede observarse en el momento de quedarse dormido, y llegará á apoderarse de las imágenes antes que se disipen de los ojos. Pero sucede otro tanto en el que está despierto en una habitacion oscura; por que no es raro que entonces se tengan delante de los ojos imágenes claras de paisajes ó de otros objetos semejantes. Aristóteles habia hecho ya esta observacion (1). Espinosa tambien (2) é igualmente Gruithuisen. Hubo un tiempo en el cual estube muy espuesto á este fenómeno, para el cual hoy dia carezco completamente de disposicion; pero he contraido el hábito, siempre que se presenta, de abrir inmediatamente los ojos, y dirigirlos á la pared; subsisten las imágenes por algun tiempo y no tardan en perder su color; ó se las ve hácia donde se vuelve la cabeza, si bien yo no he observado que se muevan delante de los ojos. Segun las noticias que acostumbro á tomar cada año de mis discípulos, he adquirido la conviccion, que proporcionalmente hay pocos que conozcan este fenómeno, esto es uno ó dos en muchos cientos. Sin embargo, me he persuadido de que esta proporción es mas aparente que real y que la observacion sería exacta en muchas personas, si aprendiesen á ejecutarlas en tiempo útil. Finalmente, nadie pone en duda la exactitud del fenómeno en muchos sujetos; yo paso meses enteros sin experimentarlo, cuando en mi juventud lo notaba mucho. Juan-Pablo recomendaba observar las fantasmas que aparecian antes de dormirse, como remedio para dormirse realmente.

2^o Hemos probado anteriormente que las imágenes que vemos durante el sueño son fenómenos de la misma clase, porque las que continuan presentándose delante de los ojos al despertar, no difieren de las que se observan durante el sueño (3). Los ciegos sueñan algunas veces ver cuerpos luminosos (4).

(1) En su *Traité des Songes*, c. 30.

(2) *Opera posthuma*, epist. 30.

(3) Cons. el prólogo que Goethe ha colocado á la cabeza de su *Farbenthehre*, y las excelentes observaciones de Gruithuisen, sobre las imágenes vistas durante el sueño en su *Physiognosie*, p. 236.

(4) Cons. á HERMANN, en AMMON'S *Monatschrift*, 1838.

Las alucinaciones de que hemos tratado hasta ahora, se presentan en todos los hombres que gozan completa salud.

3.^o Las enfermedades en las cuales se observan con mas frecuencia son: la fiebre, irritacion del cerebro, cerebritis (y aun por algun tiempo en los convalecientes) narcotismo delirio, y epilepsia (1). Nicolai, durante el curso de una fiebre intermitente que padecia, notaba antes del estadio de frio imágenes coloradas, la mitad mas pequeñas de su tamaño natural y que parecian estar comprendidas en un cuadro: consistian estas en paisajes, árboles, peñascos; cuando cerraba los ojos se verificaba un cambio notable, desapareciendo ciertas figuras para que se presentasen otras, volviendo á abrir los ojos, no percibia nada de esto. Los fantasmas luminosos acompañan tambien á la inflamacion del nervio óptico. Lincke (2) cita un caso muy notable de esta especie, pues se presentaron las alucinaciones despues de la estirpacion de un ojo, durante el periodo inflamatorio; se refiere igualmente (3) el caso de una ciega que se quejaba de ver pasar delante de sus ojos imágenes luminosas, que tenian colores siniestros. Estos dos últimos hechos prueban: que la retina es innecesaria para la produccion del fenómeno, y que las partes internas de la sustancia esencial del sentido de la vista, bastan para dar origen á fantasmas luminosos, del mismo modo que los antiguos hablan de las chispas que determinaba la compresion del cerebro, despues de la operacion del trépano. Esquirol ha observado las alucinaciones en un maniaco, en el que despues de la muerte se encontraron atrofiados los nervios ópticos desde el ojo hasta el quiasma.

Los fantasmas que se presentan en el delirio, éncefalitis, irritacion cerebral y narcotismo, subsisten aun teniendo abiertos los ojos, en el sugeto; y se combinan con las impresiones que los cuerpos exteriores producen en los sentidos.

Una simple escitacion cerebral sin delirio, es causa de

(1) RICHERZ, en MURATORI, *Ueber die Einbildungskraft* Léipzig, 1785, p. 123.

(2) *De fungo medullari oculi*. Léipzig, 1834.

(3) *Berlin. Monatsschrift*, 1800, p. 253.

los fantasmas que perciben los *visionarios*; según la dirección que se dé al espíritu, estos fantasmas son agradables ó espantosos, y recuerdan las formas de seres vivos ó muertos. A estos se refiere el fenómeno de la segunda vista en los pueblos del Norte. Es fácil que se presente la visión teniendo los ojos abiertos, y que las impresiones recibidas por los sentidos por parte de los objetos exteriores, se mezclen con las creaciones del cerebro, ó que estas impresiones parezcan presentarse al través del velo de las imágenes creadas por el sujeto mismo. Unos ven personajes extranjeros, otros su propia forma, y según el grado de instrucción del visionario, cree en la realidad de estas visiones, ó las tiene por estados morbosos de su *sensorio*.

Un visionario de la primera especie es desconocido, tanto para sí mismo como para la multitud supersticiosa y para los que le creen loco; como no puede apreciar los efectos de sus propios sentidos, su inteligencia se encuentra por esta razón con menos predisposiciones que las que la naturaleza le había concedido.

Nicolai y el sujeto de quien habla Bonnet, eran visionarios de la segunda especie. El hombre de Bonnet, sujeto de consideración que gozaba de una completa salud, buen juicio, y excelente memoria, cuando despertaba, veía aun sin recibir impresiones externas, figuras de hombres aves, carruajes y edificios, que se movían delante de él. A veces le parecía que mudaba repentinamente la colgadura de su habitación. Las visiones hacían en él una impresión tan viva como los mismos objetos; apreciaba muy bien su situación y le era fácil rectificar sus primeros juicios.

Las visiones célebres de Nicolai empezaron en 1791, después de la omisión de una sangría y una aplicación de sanguijuelas á que estaba habituado, por causa de las hemorroides. Después de una viva emoción, vió de pronto delante de sí la figura de un muerto, y en el mismo día le pasaron por delante de los ojos otras muchas, repitiéndose lo mismo los días inmediatos. Las visiones eran involuntarias, pues no podía cuando quería representarse la imagen de tal ó cual persona, y los fantasmas representaban generalmente sujetos desconocidos. Lo mismo aparecían de día que de noche, siempre cubiertos con colores, pero mas bajos que los naturales. Al cabo de algunos días em-

pezaron tambien á hablar, y un mes despues de la invasion de la enfermedad, se le aplicaron unas sanguijuelas á la márgen del ano, el mismo dia bajó el color de las figuras y se quedaron inmóviles, empezando á borrarse hasta el punto que Nicolai no vió por espacio de algun tiempo mas que ciertas partes de algunas de ellas (1). Gœthe para vengarse de algunos disgustos que le habia proporcionado el célebre librero, le introdujo como fantasmagórico en la escena de Blocksberg y de su fausto; particularidad que sin duda la conocen pocas personas.

El caso mas raro es el de un individuo que gozando de completa salud física y moral, posee la facultad, cerrando los ojos, de representarse realmente los objetos que le conviene ver. La historia solo cita algunos ejemplos de este fenómeno, tales son: Cardan y Gœthe.

Gœthe dice: "Cuando cerraba los ojos y bajaba la cabeza me parecia ver una flor en medio de mi órgano visual, objeto que no conservaba un solo instante su forma primitiva, se descomponia al momento, y de su interior nacia otras flores con pétalos colorados y á veces verdes; no eran flores naturales sino figuras fantásticas, aunque conservaban una regularidad análoga á los rosetones de los escultores. Me era imposible fijar esta creacion, pero duraba tanto cuanto queria, sin aumentar ni disminuir, del mismo modo cuando me figuraba un disco cubierto de diferentes colores, veia á cada momento formarse desde el centro á la periferia, figuras nuevas semejantes á las que representa un Kaleidoscopo."

Tuve ocasion en 1828 de hablar con Gœthe acerca de esto, que tenia el mismo interés para ambos. Sabiendo que cuando estaba echado tranquilamente en mi cama, cerrados los ojos, pero sin dormir, percibia frecuentemente varias figuras que podia observar muy bien, deseaba con ansia saber lo que yo experimentaba entonces. Le dije que mi voluntad no ejercia influencia alguna sobre la produccion, ni sobre las metamorfosis de estas figuras, y que jamás habia visto nada simétrico, ni que tuviese el carácter de la vegetacion. Gœthe por el contrario, podia establecer voluntariamente el tema que se trasformaba des-

(1) *Berliner Monatschrift*, 1799, mai.

pues de un modo en apariencia involuntario, pero siempre obedeciendo á las leyes de la armonía y simetría, diferencia entre dos hombres, de los cuales el uno poseia la imaginación poética en el mayor grado de desarrollo, mientras que el otro consagró su vida al estudio de la realidad y de la naturaleza (1).

Influencia de las ideas sobre los movimientos.

Una idea influye mas fácilmente sobre los movimientos que sobre los sentidos, fenómenos que se manifiestan en las condiciones siguientes:

1.º La resolución de ejecutar un movimiento pone en juego las fibras correspondientes del cerebro, y aquel se ejecuta mientras pueda producirle el sistema nervioso cerebro raquídeo.

2.º La idea de un movimiento determina una corriente hácia el órgano encargado de ejecutarle, y le provoca sin el concurso de la voluntad. En tal caso se encuentra el bostezo, risa y espasmos, que ocurren involuntariamente, cuando se ve á otras personas ejecutarlos. Los movimientos mímicos son fenómenos mistos en los cuales la voluntad desempeña un papel.

3.º Un cambio, repentino, pero de ningun modo apasionado, en las ideas que producen los objetos exteriores, puede provocar movimientos involuntarios, por ejemplo los de la risa. Esto es lo que sucede cuando encontramos de repente una contradicción entre dos ideas, ó que sin saberlo hallamos la solución de una dificultad.

4.º La idea de nuestra propia fuerza, nos hace fuertes. El que se siente capaz de hacer una cosa, la lleva á cabo con mas facilidad que el que desconfía en sus medios. La idea de que debe verificarse un cambio en la energía del sistema nervioso, puede en efecto, producirle tan notable que una acción hasta entonces imposible, deje de serlo. Este fenómeno es sumamente comun cuando el hombre se en-

(2) *Cons.* á ABERCROMBIE, *Inquiries concerning the intellectual powers*. Edimbourg, 1830.—MULLER, *loc. cit.*, p. 86.—FRORIEP'S *Bolizen*, t. X, p. 10.

cuentra al mismo tiempo bajo el influjo de una pasión. Colócase aquí la curación de las enfermedades por ciertos tratamientos de los cuales se espera un efecto milagroso; fenómeno que nadie se atreverá á poner en duda, mientras que al menos no esceda de ciertos límites.

5.^o Las pasiones ejercen una influencia escitante ó deprimente sobre los músculos, segun el carácter de las ideas á que se refieren; y su repetición frecuente imprime un sello indeleble en el rostro.

Influencia de las ideas sobre la nutrición y secreción.

Los efectos de las ideas y pasiones sobre la nutrición y secreción, son enteramente análogos á los que producen sobre los movimientos.

1.^o Un ejercicio excesivo de las facultades intelectuales disminuye la actividad de la nutrición.

2.^o La idea determina una corriente de principio nervioso hácia el órgano encargado de la secreción á que se refiere esta idea; mucho mas si entonces se encuentra bajo el imperio de una pasión. Así la saliva es mas abundante al recordar los alimentos, la leche en la madre que se ocupa mucho de su hijo, y el sémen en el hombre que se entrega á ideas voluptuosas.

3.^o La idea de que un defecto de estructura puede desaparecer por cierto acto, aumenta la acción orgánica, hasta el punto de producir á veces el efecto deseado; tal es el caso de la curación de las verrugas por los medios simpáticos, *si fabula vera*.

4.^o Las pasiones escitan abundantes secreciones, el lagrimeo, sudor, diarrea; ó bien alteran los productos de los órganos secretorios, así vician de tal modo la leche de las nodrizas, que se hace indigesta para los niños. A veces tambien determinan retenciones, ya que los principios constituidos de los humores queden en el cuerpo y no den paso mas que al agua (orina acuosa despues del miedo), ya que todo quede en el sistema capilar del órgano secretor y de aquí pase á la sangre (ictericia despues de la cólera ó indignación).

5.^o Las disposiciones á ciertas enfermedades orgánicas pasan rápidamente al estado real bajo el influjo de las pasiones; la tristeza acarrea en poco tiempo el desarrollo

de la tisis pulmonal, enfermedades del hígado y afecciones del corazón.

6.^o La cultura del entendimiento ennoblece también las formas del cuerpo, principalmente las facciones del rostro, como podemos ver comparando entre sí las diversas clases de la sociedad. Lo que la educación ha hecho se trasmite después por la generación. Son una prueba de esto las clases que evitan lo que se llaman mezclas y que velan sobre la educación de sus hijos. Solo podemos explicar este efecto, admitiendo que la cultura del entendimiento retira de las facciones todo lo superfluo, y amolda más la materia al tipo del organismo.

MANIFESTACIONES DEL ALMA EN LOS ANIMALES COMPUESTOS, DIVIDIDOS Y ADHERENTES.

Animales compuestos.

Sabemos que entre los animales inferiores se encuentran muchos que están reunidos entre sí en términos de representar un tronco común terminado por muchos individuos. Podemos considerar á un vegetal menos como un ser organizado simple, que como un sistema de individuos que concurren al mismo fin; porque durante su desarrollo, cada yema es una parte formada á imagen de la primitiva, que posee la facultad de tener una existencia independiente cuando se la corta, ó ella se separa espontáneamente, y que puede entonces á su vez convertirse en un sistema de partes semejantes. Los vasos del individuo yema se prolongan en las capas vasculares del tronco común hasta las raíces, y el tronco es hasta cierto punto el haz colectivo de todos los individuos, que se separan á diferentes alturas.

Entre los animales compuestos se colocan todos aquellos que se propagan por escisión. Estos individuos unas veces están agrupados á semejanza de los ramos de un tronco susceptible de echar yemas, como los pólipos de un polipero, otros reunidos en rayos como los botrilos; en algunas ocasiones colocados unos al lado de los otros, como en los infusorios que se multiplican por escisión longitudinal; y finalmente dispuestos unos después de otros, como los infusorios y los gusanos que se multiplican por escisión trasversal.

La mayor parte de vegetales y animales compuestos de-

ben considerarse como familias de seres que viven reunidos entre sí, y que ya se pegan al tronco unos despues de otros, como en el mayor número de casos, ó ya estan reunidos entre sí en el estado embrionario como en los botrilos, segun las observaciones de Sars. Algunas veces los animales compuestos tienen en comun sistemas orgánicos importantes. En los sertularios el tubo digestivo colocado en el tronco comunica con el de cada individuo. En las hidras, segun lo habia demostrado Trembley, el intestino del boton se continúa sin interrupcion con el de la madre, y ambos á dos se alimentan reciprocamente. En los naúdos, que forman familias reunidas, el intestino pasa sin interrupcion al través de las operaciones situadas unas despues de otras, y la madre come por todos. En los gusanos que se dividen, hay evidentemente una época en la que el gérmen de la operacion nueva, que no constituye entonces mas que una parte de la antigua, obedece al *sensorio* de la madre á su voluntad y deseos; pero á medida que se pronuncia la division, y el gérmen se centraliza por el desarrollo de los rudimentos de la cabeza, adquiere tambien voluntad y deseos propios, lo cual manifiesta en sus deseos por separarse de la madre.

Los pólipos reunidos en un tronco comun, son individuos que se adhieren unos á otros, pero que cada cual posee el origen de sus determinaciones. Cuando se irrita á uno de ellos se contrae, sin darse los demás por sentidos. Pero el tronco no tiene organizacion individual, nada desea, ni se manifiesta este fenómeno, y posee únicamente el poder de producir nuevos individuos por germinacion. En los pólipos ramosos no participa este tronco de la voluntad de los individuos, y Rapp ha observado algunas veces ciertos vestigios de voluntad en el tronco de los veretiles; pero no tienen ninguna analogía con los voluntarios. En las hidras que cuando germinan constituyen sistemas de individuos hasta el momento de la separacion, el tronco es diferente del de los pólipos ramosos; permanece siendo parte constituyente de la madre, y obedece á la voluntad de la porcion cefálica de esta última; el hijo no espresa su voluntad mientras está unido al cuerpo de la madre, y llega á verificarse la separacion.

Duplicidad patológica en el hombre y animales.

Los monstruos dobles pueden ser clasificados de la ma-

nera siguiente, bajo el punto de vista de sus diferencias esenciales.

I. Duplicidad parcial del eje.

1.º Duplicidad parcial del eje del cuerpo hacia arriba, siendo simple la parte inferior (*axis sursum duplex*). Colócanse entre estos todos los casos de escision desde el vértice del eje cefálico y vertebral, desde el minimum (duplicidad de la cara y cabeza) hasta el maximum, en estos llega hasta el sacro, y á veces pasa de aquí.

2.º Duplicidad parcial del eje del cuerpo hacia abajo, siendo simple la parte superior (*axis deorsum duplex*). También hay aquí varios grados desde el minimum, hasta el caso de una cara simple con dos occipucios y dos cuerpos.

II. Duplicidad total del eje. Reunion de dos cuerpos por partes idénticas, con ó sin pérdida de las intermedias.

1.º Reunion sin pérdida con conservacion completa de todas las partes de ambos embriones. Parece aquí que estos

se hienden parcialmente. Por ejemplo la cabeza a —esperimenta una division de las dos mitades de la cara b y b ,

quedando simple el occipucio a y la cabeza— a experimenta

también una escision parcial en dos mitades faciales B y B , el occipucio a queda simple; de modo que resulta la confu-

sion a — a , en la cual cada cara b B se compone de dos

mitades que pertenecen á dos embriones diferentes, segun podemos convencernos con el exámen del cráneo y cerebro. (1). Se colocan en este lugar los sincéfalos, sintórax, singasteros y y pigodidimo de Gurlt sin defectos, el sincéfalo sin defectos es el janiceps. Pero tambien hay sintoracos y singasteros, en los cuales se advierte en el pecho y vientre lo que en los janiceps en la cabeza.

2.º Reunion de partes idénticas de dos embriones con pérdida de las intermedias. El mismo principio, bajo el cual

(1) I. GEOFFROY ST-HILAIRE, *Hist. des anomalies de l'organisation*, Paris, 1836, t, III, p. 110.

se efectúan las fusiones de órganos pares en los monstruos que no son dobles. Hay confusión y pérdida, ya por un lado ya por delante. Sincéfalo aprosopo con pérdida de caras; sintoraco y singastero que ofrecen las formas correspondientes. Los sincéfalos laterales con pérdida degeneran en escisiones del eje.

III. Implantación. Reunión de dos cuerpos, de los cuales uno permanece entero, no quedando del otro mas que un rudimento.

1.º Implantación esterna.

a. Implantación esterna igual, ó por puntos homólogos. Del pecho de un niño completo pende la parte posterior de la cabeza de otro sin la anterior. Tercer pie, cabeza ó mandíbula parásitos &c.

b. Implantación interna desigual, ó por partes heterogéneas.

2.º Implantación esterna Un feto en otro.

IV. Duplicidad de ciertas partes por escisión fuera del eje del cuerpo.

Son muy difíciles de trazar los límites entre la tercera y cuarta forma (1).

Casi nada sabemos acerca de los fenómenos intelectuales en los monstruos dobles, porque rara vez se presentan las ocasiones de observar estas anomalías, y además el mayor número de individuos, que ofrecen un ejemplo, sucumben después del nacimiento. Sin embargo, se han recogido algunas observaciones relativas á las combinaciones mas importantes. En los casos de duplicidad del vértice del eje, con simplicidad inferior, no tienen influencias ambas cabezas, como podría esperarse, sobre la parte inferior simple del cuerpo; la derecha solo mueve la mitad del mismo lado y el miembro pelviano correspondiente, y la izquierda el suyo correspondiente: esto es lo que se observó en Rita y Cristina (2). Las irritaciones producidas sobre el pie derecho solo producian sensaciones en la cabeza derecha, y las del izquierdo

(1) V. sobre la anatomía de los monstruos dobles, BARLOW, *Monstra animalium duplita per anatomen indagata*. Léipzig, 1825.

(2) SERRIS, *Rech. d'anat. pathologique et transcendante*. Paris, 1832.

en su correspondiente, percibiendo solo ambas cabezas las irritaciones practicadas sobre la línea media de la parte simple del cuerpo. Estos monstruos parecen mas bien proceder de una confusion de dos gérmenes, con destruccion de las partes intermedias, que de una escision simple del germen. Rita y Cristina tenían doble la parte superior del intestino hasta el ileon, y la inferior era simple; y ambos individuos experimentaban al mismo tiempo la necesidad de defecar. No queda duda que la parte simple del intestino produjo la fusion de los intestinos, con pérdida de las partes intermedias (1).

Respecto á los casos de simplicidad del cráneo y cerebro, con escision del eje y duplicidad de la cara y tronco, he tenido ocasion de encontrar uno. Era un ternero vivo que, con un cuerpo y un occipucio, tenia dos hocicos, y confundidos en uno solo los dos ojos simples. He visto vivo á este animal por mucho tiempo, pues lo tenían en un cajon; pero me fue imposible examinarlo mas que por algunos momentos y de un modo incompleto. No poseyendo su cuerpo, me llamó mucho la atencion el modo como reaccionaba cuando experimentaba alguna sensacion. Tocando con mi baston uno de los hocicos, me sorprendió verle sacar las dos lenguas, exactamente del mismo modo. No recuerdo si tenían una direccion divergente ó si era hácia el mismo lado: únicamente pareceme mas probable el primero de ambos casos, siendo de desear que se repitan las observaciones de hechos semejantes. El cumplimiento de una voluntad por dos órganos homogéneos, conduce á pensar que la duplicidad depende mas de una escision del germen que no de la fusion de dos de ellos. Los casos de implantacion son los que se encuentran con mas frecuencia.

Las partes de embriones implantados, sin cabeza de la cual dependan, carecen casi siempre de sensaciones y no proporcionan ninguna al individuo sobre cuyo cuerpo se fijan; esto es lo que Bardach (2) ha visto en un jóven, de

(1) I. GEOFROY SAINT-HILAIRE, *loc. cit.*, t. III, p. 209.

(2) *Medic. Zeitung des Vereins fuer Heilkunde in Preussen*, t. II, p. 209.—DUPUYTREN, *Rapport sur un fœtus humain trouvé dans le mésentère d'un jeune homme de quatorze ans*, en *Mémoires de la Société de la Faculté de Médecine de Paris*, p. 233. in 4.^o

cuya region epigástrica colgaban cuatro miembros bien conformados; cuya pieza existe hoy en el gabinete de Berlin. Ningun nervio del niño se distribuia por dichos miembros, nutridos por los mamaros. Sin embargo, tambien se han visto casos en los cuales los apéndices supernumerarios no podian irritarse sin que se resintiese el tronco sobre que estaban implantados (1): pierde el hecho su inverosimilitud cuando recordamos que las narices reparadas por los medios autoplásticos son insensibles al principio, pero que adquieren poco á poco esta facultad.

Hay un caso que todavía no se ha observado en ningun monstruo doble, y es el de una influencia voluntaria doble en un tronco simple terminado por dos cabezas: á pesar de que no nos atrevemos á negar la posibilidad, sobre todo en los animales, de un órden inferior, sería de desear que se repitiese con mas cuidado el estudio de las hidras simples por escision longitudinal, operacion que, segun Trembley, produce con frecuencia pólipos de dos cabezas sobre un tronco. Las vorticelos ramosos (*Charchesium polypinum*) que se multiplican por escision espontánea longitudinal, y en las cuales los individuos producidos de este modo se implantan sobre un mismo pedículo, contractil por un músculo, deben acaso pertenecer á esta clase.

Madre y feto.

La union del feto con la madre se semeja á la de un pólipo parásito con el pólipo, sobre cuyo cuerpo se desarrolla. Pero ni en uno, ni en otro caso la voluntad de la madre ejerce influencia alguna sobre el gérmen desarrollado. En los naidos que se multiplican por escision, aquella porcion que debe convertirse en un nuevo individuo, obedecer primero á la voluntad de la porcion cefálica de la madre; pero varia el caso completamente aquí, pues se trata de una parte sometida á la voluntad, que aislándola se convierte en un nuevo individuo.

Este es el lugar oportuno de examinar la influencia del espíritu de la madre sobre la accion plástica del feto,

(1) GÉOFFROY SAINT-HILAIRE, *loc. cit.*, t. III, p. 227, 231.

Se pregunta si el alma tiene efectos tan estensos que ciertas ideas que se forman de los fenómenos físicos pueden determinar la realización de estos mismos fenómenos por actos de plasticidad en cualquier parte del organismo. El espíritu posee indudablemente esta influencia sobre las sensaciones y movimientos. Pero el cuerpo vivo que se forma la idea de un objeto que tiene un color determinado ¿puede acaso, modificando el tejido de la piel, imitar esta forma sobre cualquiera parte de los tegumentos externos? Igual es el problema al de la influencia atribuida á la imaginación de las embarazadas; solamente que aquí el efecto traspasaría los límites de un organismo; para ir á estenderse á otro.

No podrá alegarse como argumento favorable á esta hipótesis, que ciertos vicios de conformacion, por ejemplo las verrugas, pueden ceder, dicen, á lo que llaman tratamientos simpáticos; porque en tal caso el efecto de la idea no tiende á producir una forma determinada, y todo se reduce á provocar una modificación establecida, el producto anormal no puede subsistir, y no teniendo vida propia que le permita resistir á esta influencia enemiga, se ve precisado á desaparecer poco á poco. Pero relativamente á la imaginación de las mujeres embarazadas, se las atribuye el poder de producir algo de positivo, una cosa cuya forma debe corresponder á la que la imaginación de la madre se representa. Lo que actualmente hace inverosímil esta influencia, es que es necesario propagarse de un organismo á otro; pero la union entre la madre y el hijo consiste en una justaposición, tan exacta como sea posible, de dos seres enteramente independientes el uno del otro que se corresponden por sus superficies, y de los cuales uno suministra el alimento y calor que el otro se apropia. Sin embargo, hay otros muchos argumentos en contra de esta preocupación popular. Tengo ocasion de ver la mayor parte de monstruos que vienen á luz en la monarquía prusiana, y puedo afirmar que nunca he observado nada que se refiera á una de las grandes divisiones admitidas en teratología, suspensiones en el desarrollo, defectuosidades, fusiones &c.; lo que no impide que las relaciones anejas á los monstruos que las provincias envían á Berlin, no mencionen con mucha frecuencia el influjo de la imaginación de la madre, ni entren generalmente en grandes detalles con este motivo, aunque

no haya la mejor analogía entre la monstruosidad y el objeto que ella representa. Añadamos que no faltan mujeres que durante su embarazo experimentan una ó muchas veces terrores, sin que su fruto se resienta, pero que la frecuencia del hecho no deja nunca en la duda cuando nace casualmente un monstruo, pues se apresuran á explicarle de un modo favorable á las preocupaciones populares. Todo cuanto la razon no repugna en esta materia, es que cualquiera pasion violenta experimentada por la madre, puede ejercer sobre el enlace orgánico entre ella y su hijo una influencia brusca, en cuya consecuencia se detenga el desarrollo del feto en cualquiera de los periodos que recorre durante su evolucion sucesiva, pero sin que por esto la imaginacion materna influya nada sobre la época en que se haya paralizado el desarrollo; la mayor parte de monstruos lo son en muchos puntos, y las partes del cuerpo llevan signos indelebles de la suspension del desarrollo.

Si las ideas de un ser orgánico no pueden realizarse de un modo plástico en otro de la misma clase, es tambien poco verosímil, en razon á cuanto precede, que un ser que piensa pueda influir sobre el pensamiento de otro, de distinta manera que por el lenguaje y los signos. Creo que no se negará que los seres organizados determinan entre sí efectos desconocidos hasta ahora; y que puede se realicen en virtud de una accion distante de algunos nervios, pero es imposible concebir que las ideas y estados de un individuo se comuniquen á otro, como pretenden los partidarios del magnetismo animal.

CAPITULO III.

TEMPERAMENTOS.

Consisten estos en modos permanentes de choque entre el alma y el organismo. Así que, dependen principalmente de la relacion que existe entre las inclinaciones y la estructura del cuerpo. Las diferencias que se notan en los hombres, relativamente á la aptitud para las ideas simples ó generales, para la abstraccion, juicio, memoria é imaginacion, no pueden llamarse temperamentos, sino que consisten en lo que se llama variedad de talentos.

La doctrina admitida para los temperamentos data de la mas remota antigüedad, es excelente, y puede que no sea fácil perfeccionarla; sin embargo, las bases sobre que las establecian eran tan malas como sus opiniones, relativamente á los elementos primarios ó primitivos del cuerpo humano. Los temperamentos sanguíneo, flemático, bilioso y melancólico de Galeno, se apoyaban en las hipótesis que los filósofos griegos habian creado respecto á los cuatro elementos, aire, agua, fuego y tierra; y las cualidades que les corresponden; calor, frio, sequedad y humedad. A estos elementos se referian en el cuerpo humano cuatro humores fundamentales, la sangre, pituita, bilis y atrabilis; de cuyo predominio dependian, segun ellos, los temperamentos.

Sería contribuir bien poco para ilustrar el objeto en cuestion, refiriendo en este lugar la multitud de clasificaciones propuestas para los temperamentos. Estamos casi tentados á establecer esta doctrina sobre las formas fundamentales de las funciones y de sus sistemas organicos, por ejemplo, las de nutricion, movimiento y sensibilidad, y atribuir los temperamentos al predominio de uno de estos sistemas; de este modo tendríamos un temperamento vegetal ó nutritivo, otro irritable, y un tercero sensible; pero no es seguramente del predominio de uno de estos sistemas orgánicos de quien podamos hacer que dependan las particularidades relativas al alma, y que son las que caracterizan los temperamentos. En efecto, la fuerza muscular está muy distante de hacer á uno bilioso, y el carácter flemático del mismo modo se encuentra con una buena que con una mala nutricion. No todos los individuos gruesos son flemáticos, mientras que se encuentran muchos bastante delgados que tienen una flema impertorbable: hay biliosos y sanguíneos entre los hombres muy obesos, del mismo modo que en los vigorosos y los que carecen de energía muscular. Cuantas tentativas se han hecho, generalmente con la mira de asignar una complexion especial á los temperamentos, se han frustrado. Mejor sería apreciar en los temperamentos ciertas constituciones fisiológicas, que se refieren evidentemente al desarrollo relativo de los sistemas orgánicos, como las constituciones muscular, nutritiva y sensible, que pueden encontrarse asociadas á diversos temperamentos.

Lo que ha influido sobremanera en la confusion que

reina en la doctrina de los temperamentos, es la mezcla que se ha hecho de ellos con las constituciones patológicas. Se ha imaginado que el flemático debia ser abotagado, descolorido y linfático, que la proporcion del plasma con los glóbulos sanguíneos seria mayor en el, y que estaria necesariamente predispueto á las escrófulas y clorosis &c. El temperamento sanguíneo se ha llevado hasta la complexion tísica, y se ha dicho que predisponia á las fiebres, enfermedades del pulmon y hemorragias activas. El bilioso se ha presentado con tendencia á las enfermedades del hígado. Todas estas ideas y otras análogas, dependen de haberse confundido las constituciones linfática, tísica, hepática, nerviosa y otras predisposiciones morbosas con los temperamentos. Hay biliosos que cuando una emocion viva les pone enfermos, sufren de cualquier otro órgano antes que del hígado; así por ejemplo digieren mal, tienen latidos de corazon, espasmos y temblores; y únicamente cuando se reune á la disposicion para las enfermedades del hígado, se ve que la constitucion biliosa comunica un tinte amarillo á la piel, y en tal caso las enfermedades hepáticas se presentan, no solo bajo el influjo de la desesperacion y de la cólera, sino tambien bajo el de cualquiera otra pasion.

Los temperamentos no dependen, á mi parecer, de la mayor ó menor disposicion á las emociones ó pasiones, que nacen de la escitacion ó contrariedad de las inclinaciones, es decir, que reconocen por causa la disposicion á los estados de placer, pena y deseo; como tambien los alimentos que dichos estados del alma encuentran en la composicion material de las partes organizadas. He intentado establecer la probabilidad de que las pasiones toman su origen en la propiedad fundamental que tienen los seres organizados de afirmarse, propiedad que sin escitar siempre sensaciones determinadas, ejerce por lo mismo su influjo sobre la concepcion de las ideas y se combina con ellos.

Cuando las pasiones ni son vivas ni continuas á causa de la base orgánica, resulta el temperamento flemático ó moderado, en el cual las ideas de las cosas permanecen mas ó menos con el carácter de ellas y de sus combinaciones, sin ejercer ningun influjo notable, escitante ó deprimente, sobre el sentimiento de si propio, y sin provocar placer, pena ni deseo. El hombre flemático de quien yo

hablo no es un fenómeno patológico, sus ideas no caminan con mas lentitud que las de otro, y del mismo modo que en cualquier temperamento, sus facultades intelectuales pueden llegar al mas alto grado. Con una inteligencia bien desarrollada, su flema le permite desempeñar actos y llegar á resultados imposibles para otros, aun con inclinaciones mas vivas; porque no necesita de grandes esfuerzos físicos ni morales para conservar su sangre fria, de modo que sería imposible empeñarle en acciones de que tendria que arrepentirse al dia siguiente, y puede calcular con toda exactitud los azares de los negocios que emprende: en el peligro, en un momento decisivo, es señor de sus fuerzas, siempre que se trata juzgar, reflexionar, y no de desplegar rápidamente una gran energia; no debemos esperar de él una resolución que suponga emociones vivas y profundas: pero podemos contar sobre cuánto le es fácil obtener de su paciencia. Las circunstancias que impelen al bilioso y sanguíneo á acciones apasionadas que le causan amargas sensaciones, las considera sin la menor emocion y no hacen mas que inducirle á reflexionar; de modo, que en vez de quejarse, medita tranquilamente sobre los hombres y las cosas de aquí abajo; siente poco sus males, los soporta con paciencia, y ni tampoco se conmueve mucho de los agenos. Si contrae rara vez amistad, permanece fiel á la que ha formado, y podemos en las necesidades, contar con su apoyo y socorro. Llega con menos seguridad al fin que le obliga á desplegar en poco tiempo mucha fuerza, y entonces deja que otros lo adelanten; pero cuando nada le apremia y tiene tiempo, llega tranquilo al término, mientras que otros amontonando falta sobre falta, se han extraviado largo tiempo hace, en un laberinto sin fin. El flemático conoce su propia esfera, y no se introduce en la de otros y jamás se pone en concurso con ellos; esta conducta sabia y tranquila, le permite siempre conocer lo que vale y evita todo cuanto pudiera inducirle á error: encuentra en si el origen de una satisfaccion habitual, y si no le proporciona ninguna alegría intensa, al menos le deja exento de sentimientos profundos.

Debemos considerar como un fenómeno patológico la especie de flema caracterizada por la pereza, apatia, indiferencia, irresolucion y fastidio; la dificultad de comprender, la lentitud en los progresos intelectuales, y que hace

preferir al trabajo y esfuerzos, el dolor del cual la economía no siente vivamente el aguijón.

Los temperamentos no moderados son el bilioso, sanguíneo y melancólico. Las pasiones son efecto de las inclinaciones contrariadas ó solicitadas por los objetos que se representan; y por consiguiente acompañadas de un estado de pena ó placer. La inclinacion puede ser demasiado fuerte, y la accion orgánica bastante intensa para llegar á vencer los obstáculos, y puede acontecer tambien que siendo excesiva la sensibilidad, la emociou de placer ó de pena sea muy grande por la duracion de las inclinaciones y de las acciones orgánicas, á pesar de la debilidad relativa de la reaccion. Tenemos en el primer caso el temperamento bilioso, y en el segundo el sanguíneo y el melancólico. Los dos últimos dependen de la misma disposicion fundamental, y estan mas próximos entre sí que los demás temperamentos.

El bilioso tiene una gran potencia de accion, ya respecto de la energía como de la duracion, cuando se halla bajo el influjo de cualquier passion, ora se retira á él ó á otro; sus pasiones se inflaman con el menor obstáculo, y su orgullo, sus celos, deseos de venganza y sed de dominacion, no conocen límites, mientras sufre el yugo de los estados apasiona los de su alma. Reflexiona poco y obra instantáneamente sin titubear, porque está persuadido de que solo tiene la razon, y principalmente porque tal es su voluntad. Tarda mucho en enmendarse de sus errores y sigue invariablemente el curso de sus pasiones hasta que se encuentra su propia ruina ó la de otros.

En el sanguíneo el placer es la tendencia fundamental junto á una gran escitabilidad y poca duracion en sus emociones; sigue evidentemente todo cuanto le puede ser agradable, demuestra á los demás muchas simpatías, forma fácilmente relaciones amistosas; pero sus inclinaciones no tienen firmeza ni se puede contar con él; pronto en enfadarse, tarda poco en arrepentirse; pródigo en promesas, las olvida pronto y no las realiza inmediatamente; crédulo y confiado, forma mil proyectos que no tarda en desechar, indulgente para los defectos de otros, reclama el mismo afecto para los suyos; finalmente, es fácil de convencer, franco, amable, bienhechor, sociable e incapaz de entregarse á cálculos interesados.

La tristeza es la tendencia fundamental del melancóli-

co; su excitabilidad es igual á la del sanguíneo; pero las sensaciones desagradables son mas duraderas en él que las halagüeñas; las penas de otro provocan vivamente sus simpatías; es miedoso, indeciso, desconfiado y cede á cuanto abunda en el sentido de sus ideas dominantes; cualquiera cosa le hiere y ofende, y á cada momento cree ser despreciado, los obstáculos que encuentra en su carrera le desaniman, desesperan y hacen incapaz de reflexion para vencerlos, sus deseos estan llenos de melancolia, sus padecimientos le parecen insoportables y fuera de todo consuelo.

Fácil me sería estender mas este cuadro pero traspasaría los límites que me he propuesto (1).

(1) V. sobre los temperamentos L. J. BEGIN, *Traité de Physiologie pathologique*. Paris, 1828.—THOMAS, *Physiologie des temperaments*. Paris 1826.—H. ROYER-COLLARD, *Des temperaments considérés dans leurs rapports avec la santé* (*Mémoires de l'Académie royale de médecine*. Paris, 1843, t. X, p. 135 y 479). MICHEL LEVY, *Traité d'hygiène publique et privée*. Paris, 1844, t. I, p. 61 y sig.

CAPITULO IV.

DEL SUEÑO.

Toda excitacion del estado orgánico que pone en juego la actividad del alma, hace que poco á poco sea dicha viscerá incapaz de prestarse á esta accion y provoca el sueño, que en este lugar no es otra cosa mas que la fatiga de qualquiera otra parte del sistema nervioso; pero la cesacion ó remision de la actividad del alma durante el sueño produce también la integridad de los estados orgánicos, á los cuales devuelve la actividad necesaria para ser excitados de nuevo. El cerebro cuya accion es indispensable para la vida espiritual, obedece á la ley general de todos los fenómenos orgánicos, es decir, que las manifestaciones de la vida, por lo mismo que constituyen estados de partes orgánicas, ocasionan en él cambios materiales; por consiguiente cuanto mas dure la actividad del alma tanto mas incapaz se encontrará el cerebro de mantenerla, y el alma se sentirá oprimida hasta que cesen las sensaciones por sí mismas, aunque subsistan las causas que las escitan. Un estado análogo se presenta parcialmente en la sensacion durante la vigilia, porque cuando contemplamos largo tiempo una mancha colorada, llega un momento en que acabamos por no verla, no quedando sobre la retina mas que una impresion general, sin especificacion local. Las personas que tienen los nervios delicados, estan espuestas á que se cubra su vista de una especie de nube cuando la fijan por mucho tiempo sobre un objeto. No es solo la actividad del alma la que da lugar á estos resultados, pues otros efectos prolongados de la vida animal, el ejercicio sostenido y que fatiga los sentidos, y los grandes esfuerzos musculares, producen igualmente la misma paralización ó igual defecto en los estados orgánicos del cerebro, y dan lugar á la necesidad del sueño y aun le producen á causa de la facilidad con que se comunican los estados orgánicos; finalmente el sueño puede ser determi-

nado por una sangre rica en principios coagulables, como despues de una comida en la que se han usado profusamente licores espirituosos. Los hipnóticos obran con mas intensidad alterando el *sensorio*, el simple aumento de la presión de la sangre sobre el cerebro en el decúbito horizontal, se convierte fácilmente en causa de sueño. Ciertas personas en cuyo número me cuento, pueden dormirse cuando quieren, separando de su cabeza todos los pensamientos al momento de acostarse. La duración y fases de esta periodicidad dependen de causas esternas é internas. El sueño coincide ordinariamente con la noche, y la vigilia con el dia; porque los excitantes numerosos durante este lo son poco en aquella ó no ejercen entonces ninguna acción sobre los sentidos, y por consiguiente ni sobre el cerebro; sin embargo, las causas de la duración del sueño y vigilia residen tambien en los mismos cuerpos organizados, porque se puede hacer del dia noche, y el que contrae este hábito duerme tanto en el primero como hubiera podido hacerlo durante la segunda. Además está en la naturaleza de ciertos animales no obrar mas que durante la noche, y reposar por el dia, tales son los que se conocen con el epíteto de nocturnos.

Los periodos del sueño y vigilia tienen su fundamento en la misma naturaleza de los animales, y no en la sucesión del dia y la noche; pero una armonía preexistente los ha relacionado con la periodicidad diurna de la tierra.

Bajo este punto de vista, los pequeños periodos de reposo y actividad de veinticuatro horas de duración, corresponden á los grandes de reposo y actividad en los animales, periodos que se manifiestan por el celo, emigraciones y la muda, el sueño de invierno y de verano. Porque si los animales invernales se entorpecen á causa de que sin calor exterior no pueden mantener el propio, ni por consiguiente su vitalidad, no existe menos en ellos una causa orgánica, una necesidad interior de reposo y restauración, como lo prueban los experimentos de Curmak y de Berthold. El Liron se entorpece con frecuencia en el estío, y por el contrario la marmota lo verifica durante el invierno, ya esté libre el animal, ya se le tenga en una habitacion caliente, solo que el sueño es mas profundo en el primer caso, y comienza más tarde en el segundo; al aire libre empieza en el mes de octubre, mientras que en una habitacion caliente el au-

mal despierta al principio cada día por espacio de algun tiempo, pero hácia mediados de diciembre va haciéndose el sueño cada vez mas profundo y continuo, hasta que á mediados de marzo ó no se despierta ó lo hace rara vez. Berthold deduce de esto que el entorpecimiento invernal reconoce por causa, no solo el frio exterior ó la falta de alimento sino una falta de energía vital que coincide con el cambio de estacion y se asemeja al que se observa durante la muda y otros fenómenos análogos (1).

El sueño diurno y de invierno de los vegetales ofrece bajo este punto de vista fenómenos perfectamente análogos; prueban que los seres organizados provistos de nervios y de un centro de actividad vital, no son los únicos que estan sujetos á la periodicidad interior, que se encuentran colocados bajo la dependencia de los excitantes externos.

La vigilia de los vegetales se manifiesta por la expansion de las hojas, que vuelven su cara superior hácia la luz. Su sueño, observado primero por Cordús, y que Linnéo ha reconocido ser un fenómeno general, se anuncia por el enderezamiento de las hojas que se aplican unas contra otras á la larga del tallo. Pero durante el dia los vegetales absorben ácido carbónico y exhalan oxígeno, mientras que por la noche absorben el último. Los movimientos que caracterizan su sueño, son notables en las hojas tiernas, y en las partes foliáceas que constituyen la flor, lo son menos en las que cuentan algun tiempo, del mismo modo que el sueño es mas profundo en los animales jóvenes. A la manera que en el reino animal, hay vegetales que duermen durante el dia, y velan por la noche, pero en ambos casos los estimulantes diurnos no son tan á propósito como las condiciones de la noche para mantener la actividad del organismo. En las plantas tambien depende el sueño del estado que produce el estímulo continuo de la luz, y de la falta de ella durante la noche, porque segun los experimentos de De Candolle, se los puede hacer variar poco á poco de tipo substituyendo la noche al dia, y la luz arti-

(1) MULLER'S *Archiv*, 1835, p. 150; 1837, p. 63.

ficial á la noche. Pero entonces el sueño y la vigilia no dependen menos de una causa interior, porque segun los experimentos de Duhamel, Ritter y De Caudolle sabemos que las plantas que se tienen en la oscuridad continua no por eso dejan de abrir y cerrar de un modo periódico sus hojas.

Hay pues, en general, semejanza entre el sueño de los animales y el de los vegetales; sin embargo, este último tiene tambien caracteres que le pertenecen esclusivamente. La situacion que las hojas toman durante aquel es la misma que la que se observa en su juventud antes de caerse; pero no es obra de una relajacion, porque no podemos variarla y cuando tratamos de hacerlo, se rompen primero que ceder poco á poco. En los vegetales irritables, la situacion de las hojas durante el sueño, es idéntica á las que tienen cuando se las estimula; porque cuando se ejecuta esto sin violencia en un punto cualquiera, por ejemplo, con la concentracion de los rayos solares en un foco por medio de una lente ustoria, se propaga poco á poco á las partes inmediatas, cuyas hojas se plegan sucesivamente. Segun los experimentos de Sindley y Dutrochet, confirmados por los de Meyer, el tuberculillo situado en la base de los peciolos es el asiento de dos fuerzas contrarias, una que conspira á elevar la hoja y otra á bajarla. Si cortamos el lado esterno de dicho tubérculo, baja la hoja en este sentido, como sucede cuando las células del lado opuesto se ponen turgentes, y por esto mismo ejercen una compresion sobre las del lado opuesto; sucede todo lo contrario cuando se corta el lado interno del tubérculo mencionado. Se considera á la elevacion y aplicacion de las hojas por falta de luz como una consecuencia de sustraccion del irritante natural en el lado superior de la hoja, y que depende, acaso menos de la luz que continúa obrando de modo que su turgencia eleva la hoja, y la hace tomar la posicion que afecta durante el sueño. Pero sobrevienen los mismos efectos bajo el influjo de escitaciones mecánicas y químicas que producen iguales resultados que la seccion del tubérculo correspondiente á la cara superior de la hoja. La conmocion obra aquí de la misma manera que un desarreglo ó la sustraccion de un irritante homogéneo, y parecerá que este trastorno ejerce un gran influjo sobre uno de los lados del tubérculo, mientras que no influye nada en el otro. Esta

explicación puede únicamente poner de acuerdo las causas del sueño de los vegetales con el movimiento que estos ejecutan mediante los estímulos heterogéneos: pero por esto mismo esta especie de movimiento pierde toda su analogía con la contractilidad animal. El lado del tejido celular vegetal que subsiste turgente durante el sueño se asemeja, por esta duración en su acción, á la parte del organismo animal que continúa obrando libremente durante el sueño de los animales.

El sueño de estos es un fenómeno propio exclusivamente de la vida animal. La vida orgánica entera, es decir, la nutrición con cuantos movimientos orgánicos involuntarios la acompañan continúa siguiendo su curso lento y constante sin tomar parte alguna en el sueño. Hay aun mas, los movimientos involuntarios del sistema animal, como la respiración, estan escludidos del reposo que proporciona el sueño, sucediendo otro tanto á muchos movimientos, en los animales, como veremos mas adelante. Sin embargo, el sistema orgánico no puede pasarse sin remision; pero tiene para ella otros períodos, que varían mucho en los diversos puntos de este sistema. El corazón tiene su periodo de reposo despues de cada latido; el movimiento del intestino y de la matriz tiene los suyos, y el fenómeno de la muda, prueba que la nutrición no está desprovista de él enteramente. Si seguimos la formación de un diente, una espina ó pluma, nos persuadimos que recorre un círculo de acciones desiguales; porque cuando se forma el tallo de estas partes la nutrición es diferente que en el momento en que se forma la corona, punta y barbas. En los animales cuyos pelos presentan engrosamientos nudosos, como los vigotes de los focos, la nutrición debe experimentar oscilaciones regulares, pues estas partes solo crecen desde su raiz.

Como todos los fenómenos de la vida orgánica y todos los del animal entero, hecha abstracción de los que el alma preside, estan en el mismo caso que los de primera formación, es decir que se presentan de un modo armonioso, pero necesariamente hasta la nutrición, el sostenimiento de los órganos de la vida animal, no depende de la del alma, de la facultad de crear ideas, podemos decir que el sueño y la vigilia son una especie de antagonismo entre la vida animal y orgánica, de modo que de tiempo en tiempo, la vida animal, es decir á la que preside el alma, se hace mas

libre, mientras que en otros momentos es dominada por la acción orgánica y armónica de la naturaleza. A la verdad los órganos de la vida animal están sujetos aun durante la vigilia al influjo de la fuerza organizadora; pero la aptitud que la organización proporciona á los músculos y nervios cerebrales, se emplea en acciones que difieren de aquella cuyo fin es organizar y mantener la organización. Durante el sueño por el contrario, en el que se suspenden estas acciones casi en totalidad, si no completamente, la naturaleza trabaja en organizar, y la fuerza organizadora cuya acción, aunque no llegue á la conciencia, no por eso deja de seguir una marcha racional y armónica, trabaja para poner á los órganos, hasta los de la vida animal, en estado de desempeñar libremente su ejercicio.

Como los estados de excitación se propagan en el organismo entero, la vigilia del animal y el aumento de excitación, que se verifica en el espacio de su duración, deben apagarse también poco á poco en la vida orgánica, y modificar las acciones de la materia organizada. De esto depende efectivamente la mayor frecuencia de los latidos del corazón durante la vigilia. En el sueño no tiene lugar esta irradiación de la vida animal hácia la orgánica, lo que la segunda, aunque repare también sus pérdidas, experimenta sin embargo una necesidad menos apremiante. Cuando por medios artificiales se prolonga el estado de vigilia más allá de los límites ordinarios, no solo la irradiación se hace más marcada, por ejemplo el pulso más frecuente, sino también la organización repara con más trabajo las pérdidas de los materiales que había preparado para ser puestos en obra. De aquí la falta de nutrición suficiente, que no tarda en presentarse á consecuencia de vigiliadas prolongadas.

Después de haber establecido de este modo la naturaleza del sueño, pasamos á examinar cuáles son sus fenómenos.

En el momento en que se anuncia, los sentidos dejan de percibir las impresiones que entonces se verifican sobre ellos, y la concepción está casi completamente reducida á la inacción. La voluntad pierde su influjo sobre los músculos, se nota un sentimiento de laxitud en los párpados, que no somos dueños de tener abiertos; es imposible soste-

ner la cabeza, y tarda poco en propagarse este aplaniamiento á todo el sistema de la vida animal.

En el sueño completo casi todos los hombres estan privados de los movimientos voluntarios; los orgánicos y aun aquellos que, aunque involuntarios, reconocen hasta cierto punto el imperio de la voluntad, como los de la respiración, continuan solos, y no pierden mas que aquella parte sujeta á la voluntad; los latidos del corazon y movimientos respiratorios son un poco mas raros; ciertos músculos de la vida animal redoblan su actividad y forman una especie de contrapeso que los molesta durante la vigilia; tales son algunos músculos del ojo y los de los miembros en las aves, que duermen sobre dos patas ó sobre una sola. Los ojos de una persona que duerme, se colocan siempre en una situación particular; se dirigen hácia delante y afuera desde el momento en que empieza á dormirse, movimiento mas notable en las afecciones nerviosas, tales como la epilepsia y catalepsia; de aquí resulta, que el ojo de un hombre que duerme tiene diferente espresion que el de un cadáver, el iris y pupila se contraen, y al momento de despertar, la pupila se dilata siempre, adquiere al principio mucha latitud, y solo se restituye poco á poco por medio de oscilaciones sucesivas al término medio de sus dimensiones habituales.

El que duerme necesita mayor cantidad de calor exterior que el que vela, y sucede generalmente que al despertar somos mas sensibles á la impresion del frio.

Si las ideas no experimentan una calma perfecta, sobrevienen los ensueños, que se reducen generalmente á ideas simples, pero que tambien pueden referirse á asociacion de ellas é ir acompañados, como en la vigilia, de acciones ejecutadas por los músculos de la vida animal; este estado continúa siendo un ensueño mientras que la imaginacion experimenta una dificultad, una molestia, que hace que los fenómenos intelectuales de la persona, esten en contradiccion con el pensamiento ordinario de la misma. Las ideas del ensueño se parecen á las de la vigilia en que se refieren á los tiempos pasados, del mismo modo que cuando se vela podemos referir el pensamiento á los tiempos que han trascurrido, y ocuparnos, ya de los sucesos del dia anterior, ya de aquellos ocurridos muchos años antes. Si las ideas tienen cierta estabilidad durante la vigilia, se

reproducen tambien en el sueño; sin embargo, algunas personas sueñan mas fácilmente sucesos pasados. Los ciegos que hace mucho tiempo perdieron la vista, nunca sueñan cosas visibles, y en sus ensueños los objetos exteriores se les representan tales como los perciben cuando están despiertos; sin embargo, hay ciegos que sueñan por mucho tiempo con objetos visibles. Un hombre de sesenta y seis años, que hacia diez y ocho habia perdido la vista, se encontraba en este caso; pero los objetos que veia durante el sueño, se referian siempre á los tiempos en que gozaba de la facultad visual; basta para esto, que las partes internas del órgano de la vista conserven su aptitud para formar imágenes, y que la memoria recuerde las que se producian antes de la época de la ceguera (1).

En los ensueños mas simples la actividad del alma obra solo sobre ideas simples ó asociaciones de esta misma especie, sin elevarse hasta las ideas generales; y esto es precisamente lo que sucede durante la embriaguez, á causa de la dificultad que experimentan los estados orgánicos del cerebro, resultando de aquí las visiones. Así como los sentidos entran en juego por las escitaciones interiores, así tambien pueden entrar por las exteriores, siempre que estas tengan bastante fuerza; pero las impresiones externas son mal interpretadas, en razon á la debilidad del juicio durante el sueño. El hombre que duerme se encuentra en una situacion angustiosa, y cree que le tienen ligado con sus brazos cruzados sobre el pecho; se imagina estar retenido por otras personas. En tales circunstancias, el alma produce las imágenes de personas que pueden si es necesario, corresponder á esta idea. El que duerme experimenta la sensacion ocasionada por la plenitud de la vejiga; pero creyendo estar despierto y levantado, puede dicha sensacion solicitarle á satisfacer la necesidad que siente. La escitacion de las partes genitales da lugar en el sueño, á la produccion de imágenes voluptuosas, el resplandor de una luz mientras se duerme, y su estincion ejercen igualmente su influjo sobre los ensueños. La cesacion de un ruido, al cual se estaba acostumbrao durmiendo, como por ejemplo el de un molino, provoca ideas en el alma del mismo mo-

(1) *FRONTIER'S Notizen*, 338, p. 118.

do que lo haria cualquier ruido accidental. Prevost ha reunido otros muchos ejemplos de ensueños observados en sí mismo (1); las pasiones dominantes influyen tambien en el carácter de los sueños; las deprimentes hacen soñar cosas tristes y espantosas.

Algunas veces sucede que se raciocina soñando con mas ó menos exactitud, se meditan problemas, y hay quien se felicita de haber encontrado la solucion; sin embargo, cuando se despierta á tiempo, se encuentra que los resultados que se creia haber obtenido, son puramente ilusorios, y la solucion de que se alegraba, carecia de sentido comun. Tambien se sueña que una persona propone un enigma, cuya palabra no se puede encontrar, pero que ella lo indica al fin; si no se despierta inmediatamente, y se conserva solo un recuerdo confuso del ensueño, nos sorprendemos; pero si se ejecuta al momento y comparamos el enigma con la respuesta, se ve que esta es absurda, cosa que yo he experimentado mas de una vez en mí mismo. En los ensueños compuestos de preguntas y respuestas, toda la maravilla se reduce á que todos los argumentos que nos imaginamos, se asocian á la imágen de dos personas diferentes, del mismo modo que pudiera suceder con otros signos. La cuestion que algunas veces se propone en sueños no recibe respuesta, porque seríamos incapaces de darla nosotros.

Acontece en ocasiones que soñamos hallarnos en una situacion brillante, que tiene hasta cierto punto el carácter de presentimiento, es decir, que se presentan á nosotros estados posibles como realidades imaginadas, pudiendo el suceso ponerse acorde con nuestro ensueño, sin que haya nada de maravilloso, pues todo lo posible puede realizarse; por ejemplo, una persona nos interesa mucho, la conocemos bien, pero sin haber formado completamente nuestro juicio, la creemos franca y verídica, pero tenemos algun motivo para sospechar que no posea realmente estas cualidades; soñando con ella, la colocamos en situaciones que hacen resaltar su falta de franqueza y veracidad; sospechamos despues que por su parte trata de justificarse, y el en-

(1) *Biblioth. univ.*, 1834, mars.

sueño nos parece entonces sorprendente; y sin embargo, no es mas que un juego de muñecas dirigido por una idea compleja con la cual caminan las pasiones del miedo y del amor. Ciertos enfermos ven en sus sueños personas que les aconsejan hacer tal ó cual cosa, con lo que á veces se alivian. Los médicos que han observado á muchos de estos ilusos profetas, han visto tambien que se han prescrito remedios indudablemente dañosos, que han sido desechados.

La vaguedad de las ideas es tal en los ensueños, que muchas veces no se sabe lo que se sueña. Las imágenes se presentan en los sentidos; ofrecen tanta garantía de su existencia real, como pudieran hacerlo los objetos exteriores, de los cuales solo conocemos las impresiones que ejercen sobre nuestros órganos. Cuando hemos perdido la facultad de analizar los fenómenos sensoriales, no hay razon para admitir la falta de realidad. El hombre despierto que experimenta alucinaciones, las toma por realidades cuando su aptitud mental está poco desarrollada; pero á veces tambien sucede que si el sueño se aproxima mucho al estado de vigilia, se sabe muy bien que se sueña, y á pesar de la íntima convicción que tenemos, se puede continuar en el mismo estado.

Uno de los fenómenos mas comunes consiste en soñar que no pueden ejecutarse los movimientos que trata de producir la intencion. Queremos huir de un peligro y nos es imposible. Aquí el ensueño corresponde á la incapacidad real en que se encuentra el *sensorio* para determinar los efectos del principio nervioso, que son necesarios para producir movimientos voluntarios; pinta el encadenamiento de la potencia orgánica del *sensorio*. Algunas personas conservan en sus ensueños cierto imperio sobre los movimientos voluntarios, hablan confusa ó claramente durmiendo ó soñando. A esta categoría corresponde tambien el sueño en las posiciones molestas, el de los postillones sobre los caballos, el de las aves de pie, y aun sobre una sola pata. Para dormir y soñar basta el oscurecimiento de una gran parte de ideas, á las cuales el entendimiento es accesible durante la vigilia; pero las que conservan todavia su actividad pueden influir sobre los órganos del movimiento cuando el sueño no es demasiado profundo. Se ve ya que nos aproximamos mucho á los estados patológicos del sueño. Formar discursos coherentes mientras se duerme, le-

vantarse de la cama, desempeñar tal ó cual arte, constituyen absolutamente fenómenos de la misma especie. El somnábulo se encuentra casi en el mismo grado que el hombre de pie, ó el ave que lo hace sobre una pata.

El grado mas sencillo de somnambulismo se observa en los niños dotados de un sistema nervioso irritable, que se agitan durante el sueño, llaman, gritan, se dejan consolar, comprenden los discursos que se les dirigen, abren los ojos y reconocen las personas; pero que á pesar de su aptitud para ejercer movimientos voluntarios y recibir las impresiones por los sentidos, pasan mucho tiempo todavía antes que podamos librarlos del ensueño que los atormenta. Aquí la concepcion está despierta hasta cierto punto, pero no puede producir ideas bastante claras para equilibrar la masa confusa de las ideas. Este estado se asemeja al de un hombre que empieza á despertarse, con el cual se puede hablar, pero que solo da respuestas confusas y que mezcla todo lo que pasa á su alrededor con las imágenes é ideas de que estaba llena su cabeza cuando soñaba. En un grado mas elevado de somnambulismo el hombre que sueña se levanta de la cama, vive completamente en medio de las ideas y sensaciones enlazadas con la masa confusa de sus ideas, desempeña de este modo actos complejos, á veces hasta atrevidos, sin tener conciencia del peligro, y se conduce entonces como el niño que no tiembla ante el peligro, porque le desconoce. No presenta ninguna dificultad caminar sobre un plano inclinado, con tal que se ignore que este plano está colocado á gran distancia del suelo, y no nos sería muy difícil encaramarnos sobre ciertos techos, si estuviesen próximos á la tierra. El somnábulo no asocia mas que lo que tiene relacion con la masa confusa de sus ideas, y las demás tienen el mismo valor para él que si no existiesen. Ve, oye, y no le trastorna nada ageno al círculo de las ideas en que vive, mientras no se despierta.

Al sueño sucede la vigilia, cuando el cerebro ha recobrado completamente la facultad de provocar los estados necesarios para el ejercicio de la concepcion y pensamiento; época en que los cuerpos empiezan á producirle una viva impresion; pero puede despertarse prematuramente, cuando las sensaciones producidas por los objetos exteriores ó las imágenes de que se componen los ensueños tienen

bastante viveza. Esto es lo que precisamente sucede cuando se sufren en el sueño, vivas emociones, ansiedad &c. y se despierta con facilidad; en efecto, durante el sueño del mismo modo que en la vigilia, las emociones provocan actos materiales, y la irradiacion se propaga poco á poco hasta el cerebro de la persona dormida.

El que se despierta recuerda las últimas impresiones de que han sido heridos sus sentidos, del lugar en que está, habitacion en que ha dormido, y de la ciudad en que se encuentra. La memoria le representa pronto la época del día, y corrige fácilmente los errores en los cuales podría incurrir en este concepto. Algunas veces es tan reduciendo el círculo de sus ideas durante el sueño, y se diferencian tanto del curso ordinario de sus pensamientos durante la vigilia, que al despertarse se ve obligado á recoger sus ideas para recordar lo que le pasa.

Todos los animales participan mas ó menos del sueño, observacion que ya habia hecho Aristóteles. Algunos tambien sueñan, como los perros que ladran durmiendo. En muchos y en especial en los de sangre fria los periodos no son tan marcados ni regulares: sin embargo aun estos parece que experimentan algo semejante al sueño; las ranas que cantan una parte de la noche en verano, cesan generalmente hácia la media noche, sobre todo cuando se ha pasado el celo. Tambien se encuentran los insectos y los arágnides en un estado de reposo soñoliento, y es probable que todos los animales en quienes no se han observado periodos regulares de sueño y vigilia tienen un equivalente al sueño en la inercia que de tiempo en tiempo se apodera de ellos.

En la especie humana, las compleciones escesivamente cargadas de jugos duermen mucho mas, y experimentan mas gana de dormir; todo lo contrario precisamente sucede á los flacos. El sueño es menos necesario á los hombres vivos, enérgicos, dificiles de cansar, que á aquellos que, teniendo tambien vivacidad, son al mismo tiempo irritables y se fatigan pronto. El sueño es mas largo y necesario en la pubertad que en la edad avanzada, lo que parece depender del predominio de los fenómenos de nutricion, durante el primero de estos periodos de la vida. Mientras que la actividad organizadora halla materiales suficientes para la nutricion, el niño está muy dispuesto á dormir, y no des-

pierta hasta que siente la necesidad de alimentarse. En el adulto también una comida abundante llama al sueño, tanto por estar ocupado el sistema orgánico, y trastornado con la reacción de la vida animal, cuanto que las sustancias todavía sin elaborar é inasimiladas que se introducen en la sangre influyen sobre el estado orgánico del cerebro. Las irritaciones generales de la piel, las fricciones, los baños y otras impresiones análogas verificadas sobre el *sensorio*, se colocan igualmente entre las influencias que favorecen el sueño; y otro tanto sucede en todas las modificaciones internas llevadas al *sensorio* por sustancias calmantes ó narcóticas (1).

(1) C. F. Burdach (*Traité de Physiologie*, t. V, p. 185 y sig) ha escrito un buen capítulo sobre el sueño, que puede consultarse con fruto.

INDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS

EN ESTE TOMO SESTO.

Pág.

CONTINUACION DEL LIBRO QUINTO.

SECCION II.

Del sentido del oido. 5

CAPITULO PRIMERO.

<i>De las condiciones físicas de la audicion.</i>	ib.
I. <i>Movimiento undulatorio en general.</i>	6
A. <i>Ondas de inflexion de los líquidos.</i>	ib.
1 <i>Ondulaciones progresivas ú ondas.</i>	7
2 <i>Ondulaciones estacionarias.</i>	10
B. <i>Ondas de inflexion de los cuerpos sólidos.</i>	12
C. <i>Ondas de la condensacion de los líquidos, de los gases y de los cuerpos rígidos</i>	13
II. <i>Ondas estacionarios y progresivas de los cuerpos sonoros.</i>	14
III. <i>Movimiento ondulatorio de la propagacion del sonido.</i>	21

- A. *Ondas progresivas de la propagacion del sonido.* ib.
- B. *Ondulaciones estacionarias en cuerpos conductores del sonido.* 23

CAPITULO II.

De las formas y propiedades acústicas de los órganos auditivos.

- I. *Formas del órgano auditivo.* 27
- A. *Petes.* ib.
- B. *Reptiles.* 29
- 1.^o *Reptiles desnudos.* 32
- 2.^o *Reptiles desnudos sin caja del tambor.* 33
- b. *Reptiles desnudos provistos de una caja timpánica.* ib.
- 2.^o *Reptiles escamosos.* 34
- a. *Reptiles escamosos sin caja timpánica.* 35
- b. *Reptiles escamosos provistos de caja timpánica y de trompa de Eustaquio.* ib.
- C. *Aves.* ib.
- D. *Mamíferos.* 36
- II. *Trasmision del sonido hasta el laberinto en los animales que oyen en el agua.* 38
- III. *Trasmision del sonido hasta el laberinto en los animales que viven en el aire.* 48
- A. *Animales aéreos privados de caja timpánica.* ib.
- B. *Animales aéreos provistos de caja timpánica y de huevecillos.* 51
- C. *Tension de la membrana del tambor.* 59
- D. *Ventanas oval y redonda.* 68
- E. *Trompa de Eustaquio.* 73
- F. *Conducto auditivo externo.* 82

G.	<i>Cartilago exterior de la oreja.</i>	83
H.	<i>Cuerpos sólidos y aire resonante en el contorno del laberinto.</i>	85
IV.	<i>Trasmision del sonido por la caja del tambor y por los huesos de la cabeza.</i>	87
V.	<i>Audicion de las ondas sonoras de medios diferentes.</i>	88
A.	<i>Trasmision inmediata del sonido del aire al órgano auditivo.</i>	ib.
B.	<i>Trasmision inmediata del sonido del agua al órgano auditivo.</i>	90
C.	<i>Trasmision inmediata del sonido de cuerpos sólidos al órgano auditivo.</i>	91
VI.	<i>Propiedades acústicas del laberinto.</i>	93
A.	<i>Agu del laberinto.</i>	ib.
B.	<i>Vestibulo y conductos semicirculares.</i>	95
C.	<i>Caracol.</i>	99

CAPITULO III.

<i>De los efectos de las ondas sonoras sobre los nervios auditivos y de la accion propia de estos últimos.</i>		105
I.	<i>Efectos de las ondas sonoras sobre los nervios auditivos.</i>	ib.
II.	<i>Distincion de los sonidos.</i>	108
III.	<i>Audicion de muchos sonidos simultáneos.</i>	111
IV.	<i>Armonía del sonido ó intervalos musicales.</i>	115
V.	<i>Audicion.</i>	120
VI.	<i>Prolongacion de la sensucion auditiva.</i>	122
VII.	<i>Audicion doble.</i>	ib.
VIII.	<i>Finura del oido.</i>	123
IX.	<i>Sonidos subjetivos.</i>	125
X.	<i>Simpatias del nervio auditivo.</i>	126

SECCION III.

Del sentido del olfato. 127

CAPITULO PRIMERO.

De las condiciones físicas de la olfacion. ib.

CAPITULO II.

Del órgano del olfato. 129

CAPITULO III.

De la acción de los nervios olfatorios. 133

SECCION IV.

Del sentido del gusto. 135

CAPITULO PRIMERO.

De las condiciones físicas de la gustacion. ib.

CAPITULO II.

Del órgano del gusto. 136

CAPITULO III.

De la acción de los nervios gustativos. 138

SECCION V.

<i>Del sentido del tacto.</i>	141
I. <i>Estension y órganos del tacto.</i>	142
II. <i>Modos ó energías del tacto.</i>	145
III. <i>Tacto é idea.</i>	147
IV. <i>Tacto y movimiento.</i>	149
V. <i>Sensaciones consecutivas y contraste del tacto.</i>	151
VI. <i>Sensaciones táctiles subjetivas.</i>	152

LIBRO SESTO.

DE LAS FACULTADES INTELECTUALES.

SECCION PRIMERA.

<i>De la naturaleza del alma en general.</i>	154
--	-----

CAPITULO PRIMERO.

<i>De las relaciones del alma con la organizacion y la materia.</i>	ib.
<i>Conocimientos experimentales.</i>	ib.
<i>Sistemas cosmológicos.</i>	162

CAPITULO II.

<i>De la vida intelectual en un sentido mas limitado.</i>	165
<i>Diferencia entre la vida y el espíritu.</i>	ib.
<i>Accion del cerebro en la vida intelectual.</i>	168
<i>Ideas primitivas y nociones generales.</i>	170
<i>Alma del hombre y de los animales.</i>	176

SECCION II.

De los fenómenos intelectuales. 180

CAPITULO PRIMERO.

De la concepcion. ib.

Ideas simples. 181

Ideas generales. 183

Concepcion y asociacion de ideas. 184

Pensamiento. 192

Conciencia de sí mismo. 194

Sentimientos. 195

CAPITULO II.

De las pasiones y de la libertad. 196

Carácter. 210

SECCION III.

Concurso entre el alma y el organismo. 216

CAPITULO PRIMERO.

Del concurso en general entre el organismo. ib.

Monades en el sentido de los fisiólogos. 217

Monades en el sentido de los metafísicos. 219

Manifestaciones del alma en la organizacion del cerebro. 221

CAPITULO II.

<i>De los fenómenos del concurso entre el alma y el organismo.</i>	225
<i>Influencia de los estados del cuerpo en los ideas e inclinaciones.</i>	226
<i>Influencia de las ideas e inclinacion sobre el organismo.</i>	229
<i>Influencia de las ideas sobre los sentidos, alucinaciones.</i>	ib.
<i>Influencia de las ideas sobre los movimientos.</i>	236
<i>Influencia de las ideas sobre la nutricion y secrecion.</i>	237
<i>Manifestacion del alma en los animales compuestos, dioididos y adherentes.</i>	238
<i>Animales compuestos.</i>	ib.
<i>Duplicidad patológica en el hombre y animales.</i>	239
<i>Madre y feto.</i>	243

CAPITULO III.

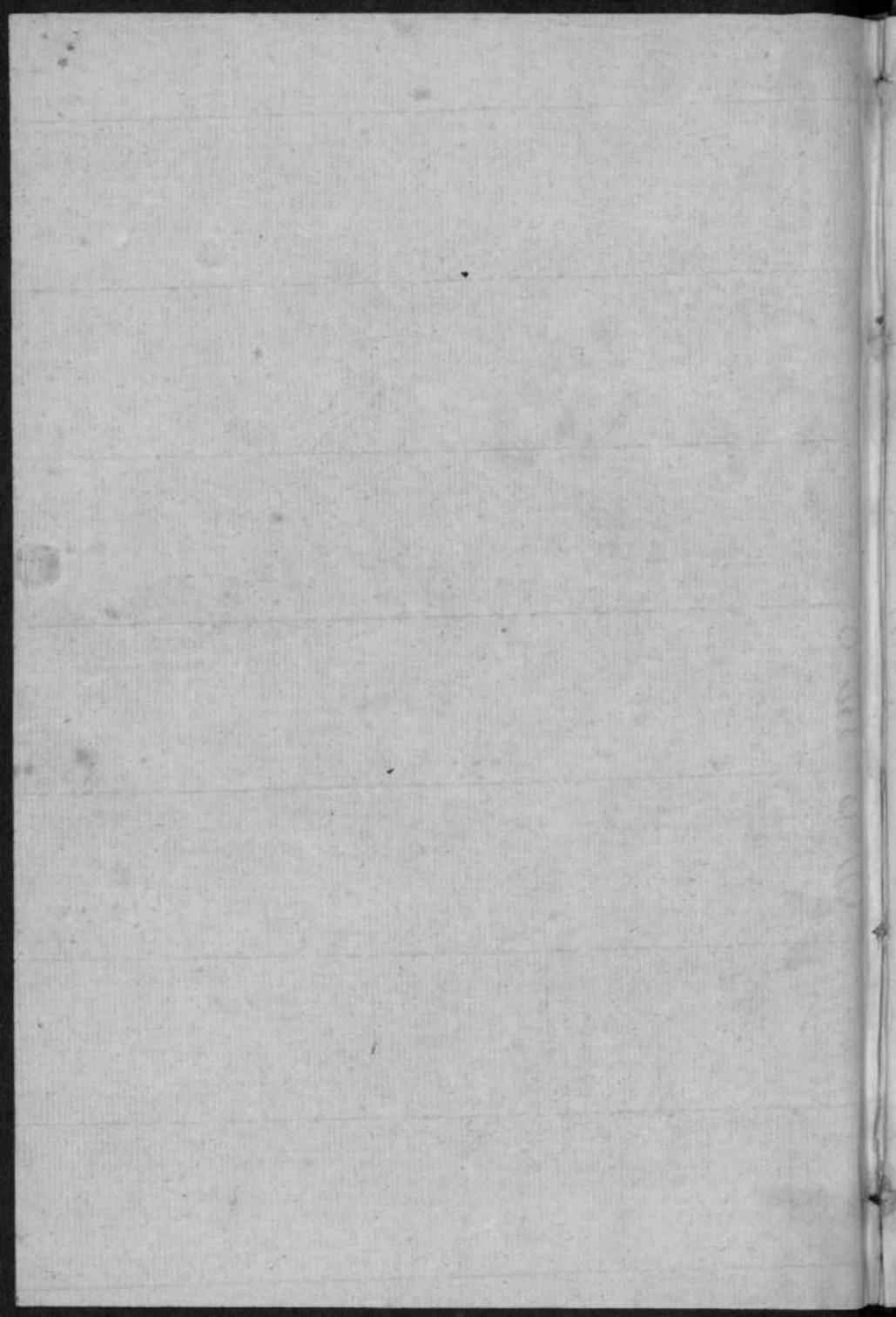
<i>De los temperamentos.</i>	245
------------------------------	-----

CAPITULO IV.

<i>Del sueño.</i>	250
-------------------	-----

The first part of the report
 contains a general statement
 of the progress of the
 work during the year.
 It also contains a list
 of the names of the
 persons who have
 been employed in
 the service of the
 institution during
 the year.

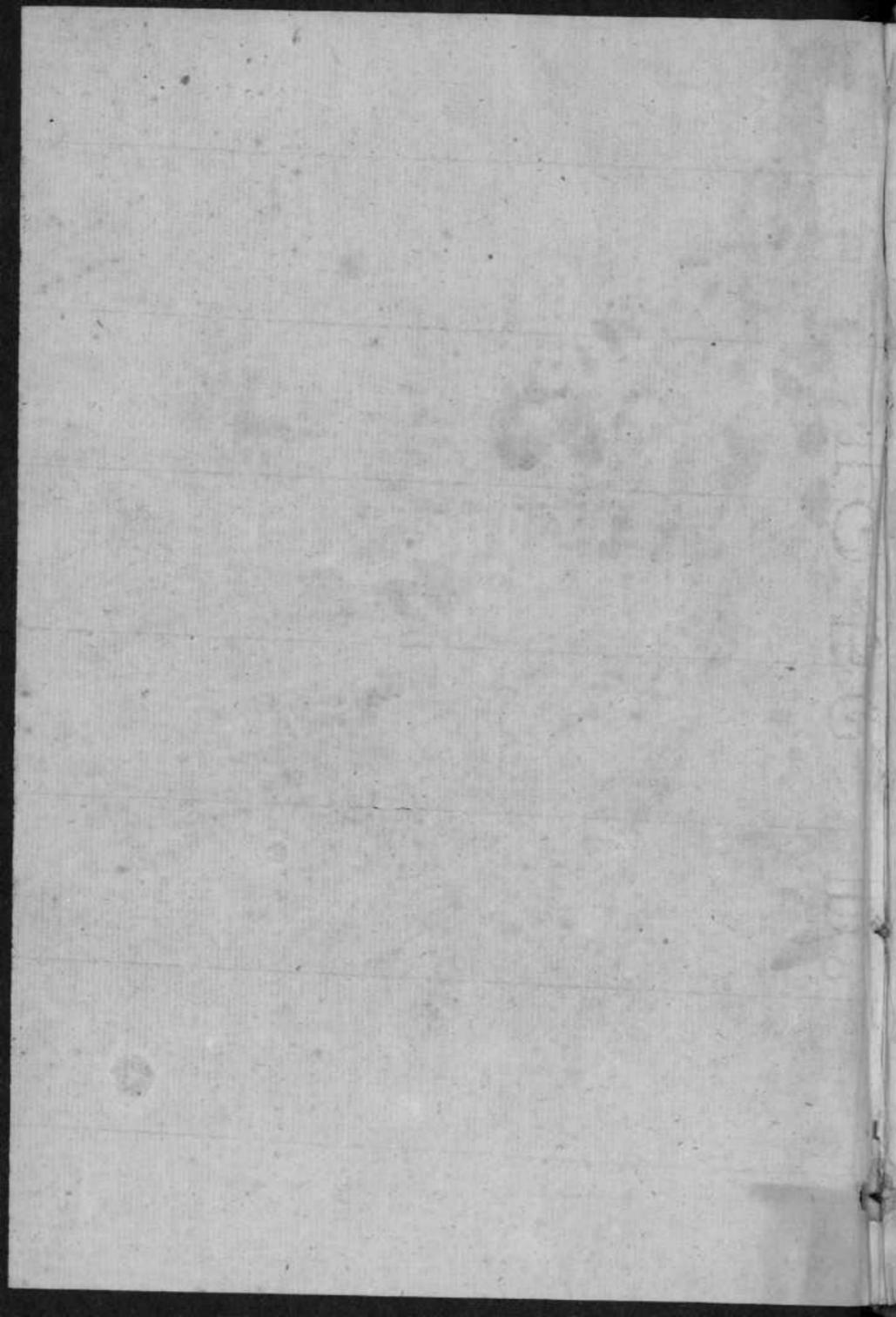
0 111 0 111

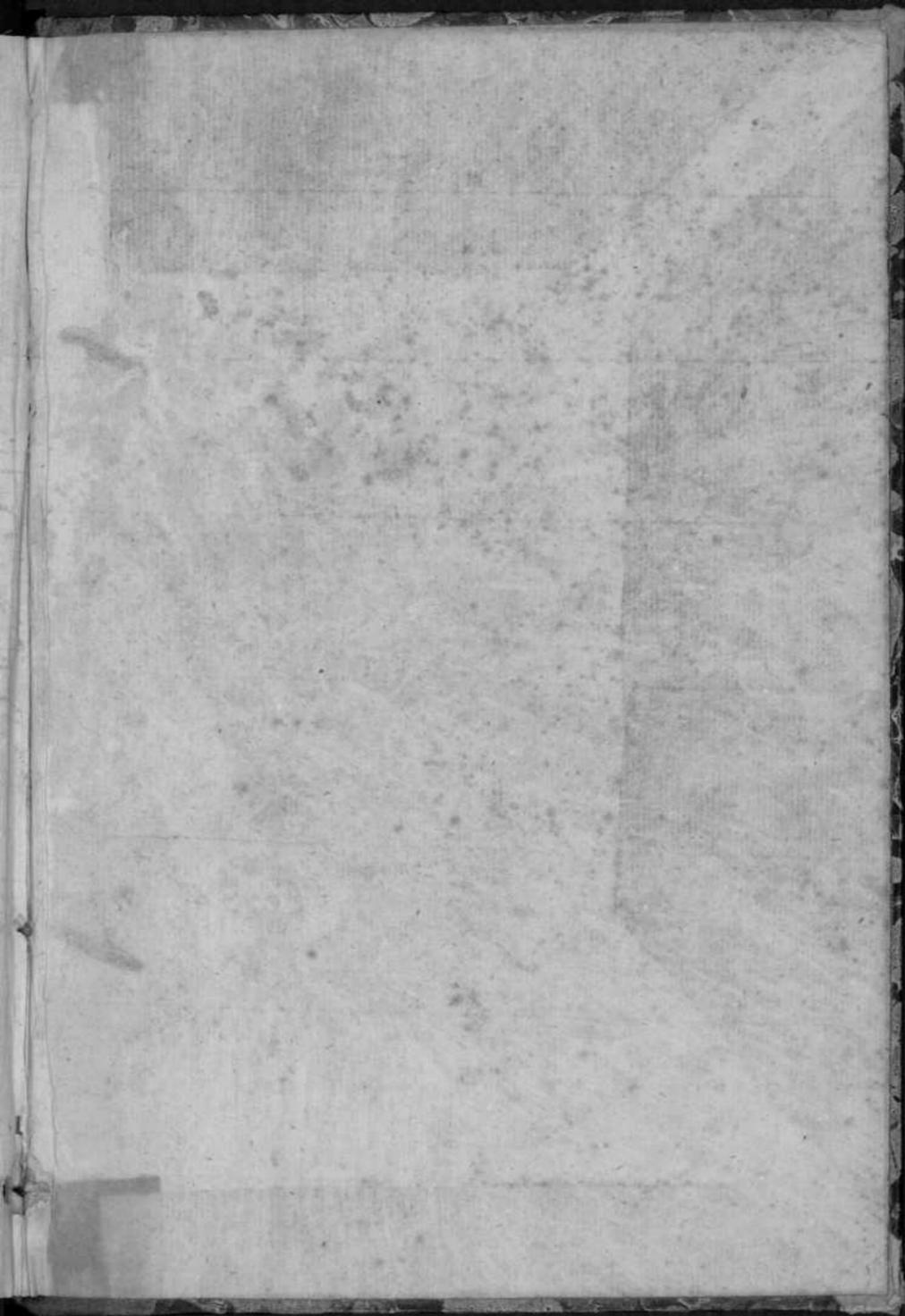


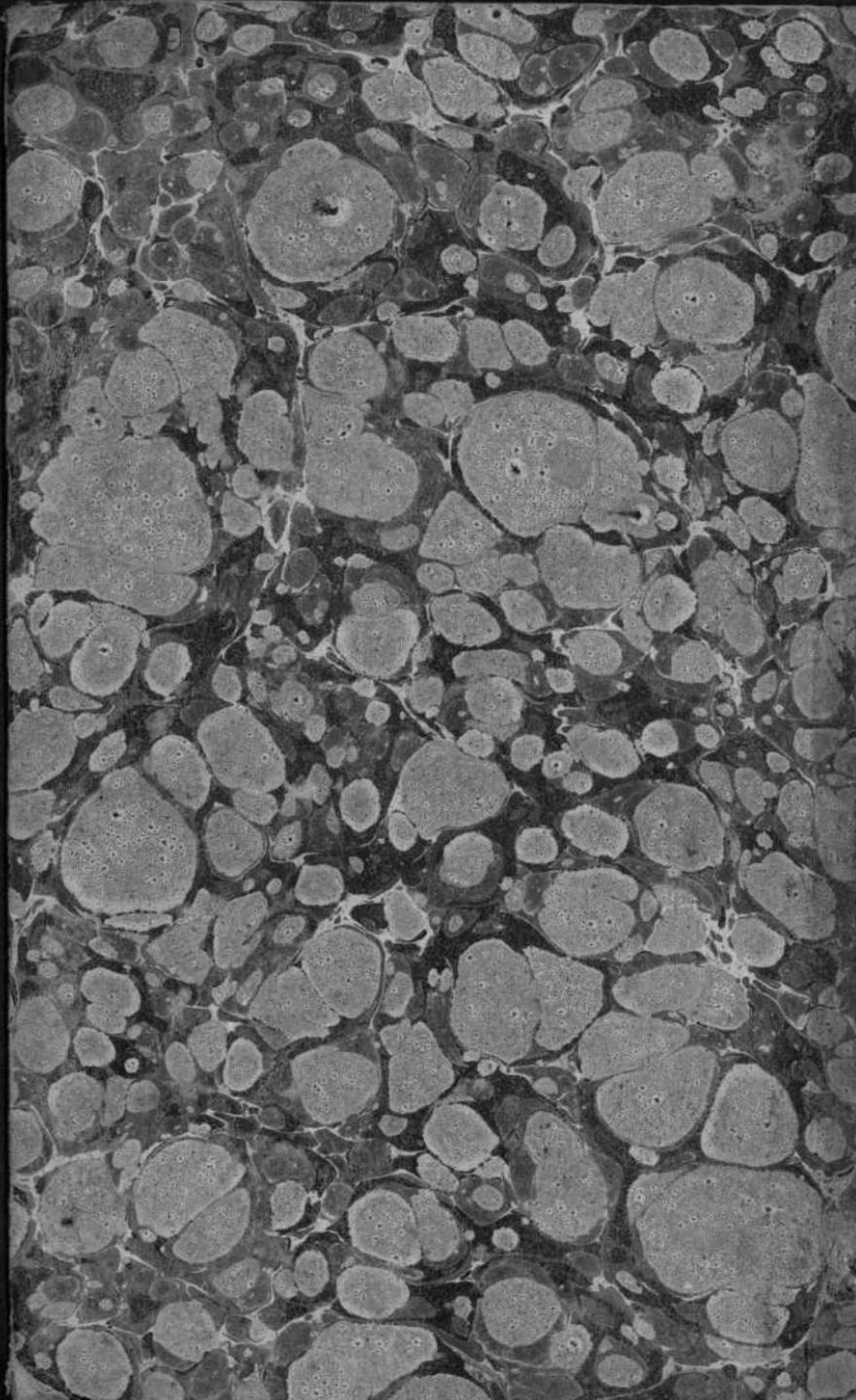
60-4-24

H. G. F. R. G.

1910







17

TRATADO
DE
FISIOLÓGIA

7.160