

Las fibras del nervio auditivo (Véase VII, en la Fig. 79) están repartidas á todo lo largo de la escala media; y entran en ella por el borde que está unido á la pared interior del caracol óseo formado por el eje central ó columela, alrededor del cual da vuelta la cavidad.

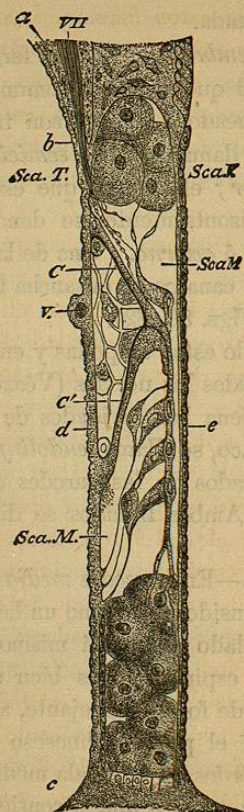


FIG. 79.

Sección por la *escala media* del caracol.—*a*, pared interior, eje ó columela del caracol huesoso; *c*, su pared exterior; *Sca. T.* cavidad de la escala del tímpano; *Sca. V.* cavidad de la escala del vestíbulo; *Sca. M.* cavidad de la misma escala media; *d*, membrana *basilar* elástica, que separa la escala media de la escala del tímpano; *V*, un vaso contenido en esta membrana, que aparece cortado transversalmente; *e*, membrana llamada superior de Corti, que separa la escala media de la escala del vestíbulo; *C C'*, fibras de Corti; *VII*, filamentos del nervio auditivo.

La pared de la escala media (*e*) que la separa de la escala del vestíbulo, se llama *membrana superior de Corti*. La pared opuesta, que la separa de la escala del tímpano, es la *membrana basilar*. Esta es muy elástica, y sobre ella están las *fibras de Corti (C C')*, de las que cada una se compone de dos filamentos unidos formando ángulo. Un número inmenso de estos filamentos están formados en línea, con notable regularidad ú todo lo largo de la escala media, de modo que esta ofrece el aspecto de un teclado si se mira por el lado de la escala del vestíbulo ó por el de la escala del tímpano. Los extremos de los nervios están íntimamente relacionados con esas fibras, que son susceptibles de agitarse al menor impulso.

253. Laberinto Huesoso.—Dichas partes esenciales del órgano del oído están alojadas en cámaras del peñasco del hueso temporal. Es decir que el laberinto membranoso está contenido en una cavidad de forma correspondiente, de la que la parte en que se acomoda el saco se llama *vestíbulo*, y la que encierra los canales semicirculares, *canales semicirculares huesosos*. Asimismo se ha visto que la escala media está en una cámara llamada por su forma especial el *caracol*, y dividida por ella en dos conductos; de los cuales el uno se llama *escala del vestíbulo* por la razón de que comunica directamente con el vestíbulo, lo que facilita que la perilinfá llene las escalas, así como el vestíbulo y los canales semicirculares, partes todas que están en comunicación por la ancha abertura que media entre el vestíbulo y la escala del vestíbulo.

Cuando todas estas partes se estudian frescas, el laberinto huesoso, como se llama todo este conjunto de cavidades del peñasco, está perfectamente cerrado: pero cuando el cráneo está seco, se observan dos anchas aberturas, llamadas *ventanas*, en su pared exterior. De estas ventanas la una, llamada ventana *oval*, se halla en la pared de la cavidad vestibular, la otra, que se denomina ventana *redonda*, y está detrás y debajo de la primera, es el extremo

abierto de la *escala del caracol*. En el cuerpo vivo ó en el cadáver fresco cada una de estas ventanas está cerrada por una membrana fibrosa, que es continuacion del periósteo del hueso.

La *ventana redonda* está cerrada solo por una membrana; pero la que cubre la *oval* lleva atada en su centro, de modo que solo queda alrededor una estrecha márgen, una placa huesosa de forma oval, que sirve de base al hueso *estribo*.

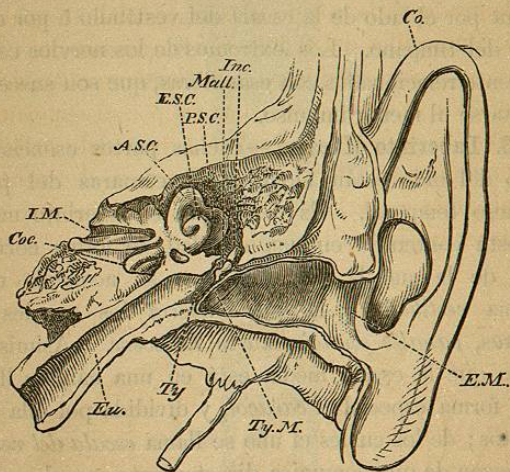


FIG. 80.

Sección transversal por las paredes laterales del cráneo, para poner de manifiesto las partes de la oreja.—*Co.* concha u oído externo; *E. M.* meato auditivo externo; *Ty. M.* membrana timpánica; *Inc. Mall.* yunque y martillo; *A. S. C.*, *E. S. C.*, *P. S. C.*, canales semicirculares anterior, posterior y externo; *Coc.* caracol; *Eu.* trompa de Eustaquio; *I. M.* meato auditivo interno, á través del cual pasa el nervio auditivo al órgano del oído.

254. Tímpano y Trompa de Eustaquio.—La pared exterior del laberinto huesoso sobresale de la exterior del cráneo. En efecto entre ella y la abertura visible de la oreja están colocados en línea recta, primero el tambor ó *tímpano*, segundo el largo conducto exterior llamado *meato* (Fig. 80).

El tambor del oído y el meato externo formarían una

cavidad, si no existiese una fina membrana (membrana timpánica, *Ty. M.*) extendida y fuertemente estirada en dirección oblicua, que la cierra, y separa del meato la cavidad relativamente pequeña del tambor.

Esta membrana del tambor impide toda comunicación entre el mismo tambor y el exterior por medio del meato; pero hay modo de que esta comunicación se verifique, mediante un rodeo, por la trompa de Eustaquio (Véase *Eu.*, Fig. 80), que desde la parte anterior del tambor va directamente hácia dentro hasta la raíz de la faringe, donde desemboca.

255. Huesecillos del Oído.—En la cavidad del tímpano existen tres huesos pequeños llamados *huesecillos del oído*. Uno de ellos, el *estribo*, se llama así por su semejanza con un estribo de montar. La solera ó base del estribo ya se ha dicho que está asegurada de firme en el centro de la membrana que cubre la *ventana oval*, mientras que su arco se hunde en la cavidad timpánica (Fig. 82).

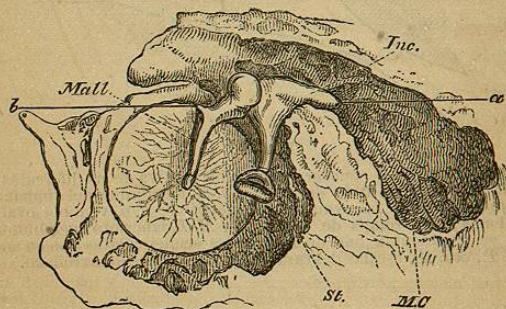


FIG. 81.

Membrana del tambor del oído visto desde el lado interior, con los huesecillos del oído: también se ven las paredes del tímpano con las celdillas de la parte mastoidea del hueso temporal.—*M. C.* celdillas mastoideas; *Mall.* martillo; *Inc.* yunque; *St.* estribo; *a, b.* líneas prolongadas en dirección del eje sobre que giran el martillo y el yunque.

Otro de ellos es el *martillo*, *Mall.* (Figs. 80, 82), cuyo mango está igualmente asegurado en la parte interior de la membrana timpánica (Fig. 81). La superficie redondeada de la cabeza del martillo se ajusta en una cavidad que se ve al

extremo del tercer hueso, el *yunque*, que se divide en dos ramas; la una horizontal que viene á apoyarse sobre las paredes del tímpano; y la otra vertical que desciende casi paralelamente al mango del martillo, y viene á articularse con el estribo, ó mas bien con otro pequeño hueso, llamado *hueso orbicular* ó lenticular, que está unido al estribo (Figs. 81, 82).

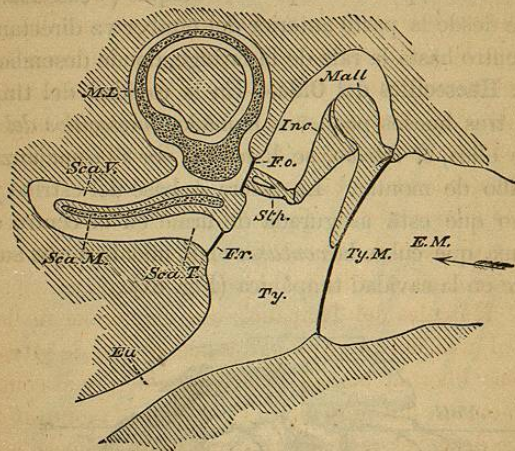


FIG. 82.

Diseño ideal para dar á conocer la posición relativa de las diferentes partes del oído.—E. M. meato auditivo externo; Ty. M. membrana del tímpano; Ty. tímpano; Mall. martillo; Inc. yunque; Stp. estribo; F. o. ventana oval; F. r. ventana redonda; Eu. trompa de Eustaquio; M. L. laberinto membranoso, en el que solo se representan uno de los canales semicirculares con su ampolla; Sca. V., Sca. T., Sca. M., escalas del caracol, que se supone desarrollado.

Resulta, pues, que estos tres huesos forman una cadena entre la ventana oval y la membrana del tímpano; y que todo el sistema gira sobre un eje horizontal, cuyos dos extremos, formados por la rama horizontal del yunque y el brazo corto del martillo, descansan en las paredes del tímpano. La dirección general de este eje está representada por la línea *a b* en la Fig. 81, ó por una línea perpendicular al plano en que está proyectada la Fig. 82, y que pase por la cabeza del martillo representada en la misma figura. De

aquí se sigue que de cualquier modo que se imprima un movimiento de vibración á la membrana del tambor, ya sea hácia adelante, ya hácia atrás, ha de ser siempre el mismo el movimiento que se comunique al mango del martillo; del que ha de derivarse tambien un movimiento correspondiente en la rama larga del yunque, cuyo extremo á su vez ejercerá su fuerza de tracción sobre el estribo llevándolo hácia adelante y hácia atrás. Y como este se halla asegurado en la membrana que cubre la ventana oval, que se halla en contacto con la perilinfa, de aquí que puede imprimir á dicho flúido el movimiento vibratorio en toda su extensión, compensándose los empujes hácia dentro que sufre la ventana oval, con los golpes hácia fuera que lleva la membrana de la ventana redonda, y *vice-versa*.

Estas vibraciones de la perilinfa se comunican á la endolinfa, y de esta á los otólitos, por cuya serie de comunicaciones se excitan al fin los nervios auditivos.

256. Músculos del Tímpano.—La membrana de la ventana oval y la del tímpano naturalmente han de vibrar con tanta mas libertad cuanto mas flojas estén, y al contrario. Ahora bien, hay dos músculos, el uno llamado *estapedio*, que atraviesa desde el piso del tímpano hasta el hueso lenticular, y el otro (*tensor del tímpano*) que va desde la pared frontera del tambor hasta el martillo; cuyos dos músculos, al contraerse, estiran dichas membranas y apagan sus vibraciones; ó, en otras palabras, tienden á neutralizar el efecto de cualquiera causa que produzca vibración en aquellas membranas.

257. La Concha.—La extremidad exterior del meato externo está rodeada por la *concha* ú oído externo (Véase Co., Fig. 80), que es una placa ancha, de forma especial y en su mayor parte cartilaginosa, cuyo plano general forma ángulos rectos con el que pasa por el eje del conducto auditivo. La concha puede moverse en varias direcciones por medio de ciertos músculos que vienen á ella del lado correspondiente de la cabeza.

SECCION IV.—Operaciones del Mecanismo Auditivo.

258. Naturaleza del Sonido.—Vamos á estudiar ahora la manera con que interviene el complicado aparato que se acaba de describir entre el agente físico externo, que es la condicion fundamental de la sensacion del sonido, y la expansion nerviosa, cuya afeccion sola puede excitar dicha sensacion.

Todo cuerpo, para producir sonido, ha de hallarse en estado de vibracion, y las vibraciones de su propia sustancia se comunican al aire que le rodea, el que se forma en ondas, iguales á las que se producen en la superficie del agua cuando esta se agita con un baston hácia atras y hácia adelante.

Las ondas aéreas, producidas por las vibraciones de los cuerpos sonoros, en parte se introducen por el conducto auditivo externo, y en parte van á chocar contra la concha del oido externo y la superficie exterior de la cabeza. Puede suceder que algunos de estos últimos impulsos se trasmitan al órgano del oido á través de la sólida estructura del cráneo; pero primero que lleguen, han de reducirse á tan poca cosa y debilitarse tanto, en circunstancias ordinarias, que bien podemos dejar de tomarlos en consideracion.

Luego que las ondas aéreas entran en el meato, todas hieren la membrana del tambor y la ponen en vibracion, en virtud de la aptitud que tiene toda membrana estirada para sentir las vibraciones del aire.

259. Vibraciones del Tímpano.—Este movimiento de vibracion impreso á la membrana del tambor, se comunica en parte al aire contenido en el mismo tambor, y en parte al martillo, y de él á los demas huesecillos auditivos.

Las vibraciones comunicadas al aire del tambor chocan con la pared interior del tímpano, en la mayor parte de la cual, á causa de su densidad, pueden producir muy poco efecto; pero en la parte de esta pared que está constituida por la

membrana de la *ventana redonda*, la comunicacion del movimiento debe de ser mucho mas sensible.

De dos especies pueden ser las vibraciones comunicadas al martillo y á la cadena que forman los restantes huesecillos, á saber: vibraciones de las partículas de los huesos, y vibraciones del conjunto de los mismos huesos. Si se suspende una viga de modo que todos sus movimientos sean libres, y se rasca suavemente su superficie con un alfiler, sus partículas se pondrán su vibracion, lo que se conocerá evidentemente por el sonido que produzcan; pero la viga entera no tendrá movimiento alguno. Mas si viene á chocar con ella un golpe de viento fuerte, se pondrá á oscilar visiblemente, sin que haya vibracion alguna entre sus partículas. Por el contrario, si la misma viga recibe un fuerte golpe de martillo, no solo producirá el sonido correspondiente á la vibracion de sus partículas, sino que oscilará tambien en virtud del impulso dado á la totalidad de su masa.

En los diferentes casos que se han mencionado, un ciego situado cerca de la viga solo tendrá conocimiento del sonido producido por la vibracion molecular ú oscilacion invisible de las partículas de la viga; miéntras que un sordo, en la misma situacion, solo habrá percibido las oscilaciones visibles de la masa total de la viga.

260. Su Trasmision.—Aplicando esta doctrina á lo que pasa en la cadena de los huesecillos del oido, resulta casi fuera de duda que cuando vibra la membrana del tambor, todos ellos se ponen tambien en vibracion, así en totalidad, como respecto de sus partículas; y que está subordinado á condiciones secundarias si las vibraciones grandes ó las pequeñas han de hacerse sensibles al nervio auditivo, que se halla en el caso del sordo y del ciego en el ejemplo anterior.

Hasta ahora parece evidentemente demostrado que las vibraciones de los huesos en conjunto son los principales agentes para la trasmision del impulso de las ondas aéreas.

Varias razones hay para creerlo así: en primer lugar

la disposición de los huesos y el modo de su articulación no favorecen el supuesto de que haya transmisión molecular á través de su sustancia, al paso que parecen apoyar la idea contraria, ó sea la vibración *en masa*. Los brazos largos del martillo y del yunque oscilan como un péndulo sobre el eje formado por los brazos cortos de estos mismos huesos; mientras que la manera en que el yunque está articulado con el estribo, y este último con los bordes de la ventana oval, permite á este hueso el libre juego hácia adentro y hácia afuera. En segundo lugar, se da por cierto, como resultado de experimentos, que el hueso llamado *columela*, que en las aves hace el mismo oficio que la cadena de huesecillos en el hombre, vibra en efecto por su masa total y al compás de la membrana del tambor, cuando las vibraciones aéreas chocan con esta.

261. Acción de los Músculos Auditivos.—Hay, pues, razones para creer que cuando la membrana del tímpano entra en vibración, obliga al mango del martillo, que está unido á ella, á oscilar al mismo compás: en consecuencia, la cabeza del martillo describe un pequeño arco sobre su eje, que es la rama menor. Pero este giro de la cabeza del martillo produce necesariamente el del yunque sobre su propio eje, que es también su brazo más corto. Por consecuencia, la rama larga del yunque oscila describiendo un arco igual, en cuanto es posible, al recorrido por el mango del martillo. Mas como esta rama larga se halla unida al estribo, de modo que no puede vibrar aquella sin atraer á este ó empujarlo hácia la ventana oval, siguiendo la alternativa de sus movimientos, de aquí que estos se comunican á la perilinfa que llena el laberinto huesoso y el caracol, ó sean todas las partes que se hallan fuera del laberinto membranoso y la escala media. Estos sacudimientos se transmiten á la endolinfa y al flúido de la escala media, y con ayuda de los otólitos y de las fibras de Corti, se convierten por fin en impulsos que obran como irritantes en los extremos del nervio auditivo, que están repartidos en las divisiones del vestíbulo y del caracol.

262. Intensidad y Calidad de los Sonidos—Modo de Distinguirlos.—La diferencia entre las funciones del laberinto membranoso (en el que está distribuido el nervio vestibular) y las del caracol, no puede decirse que sea perfectamente conocida: es, sin embargo, muy probable que sean ciertas las conclusiones siguientes:

El laberinto membranoso es un aparato por medio del cual pueden apreciarse los sonidos respecto de su intensidad ó cantidad, pero que no sirve para distinguir sus calidades. El nervio vestibular nos dice si los sonidos son bajos ó altos, pero nada nos enseña relativo á tono, melodía ó armonía.

Por el contrario el caracol discierne más bien la calidad que la cantidad ó intensidad del sonido. No falta razón para creer que la excitación de un solo filamento del nervio del caracol da origen en la mente á una impresión musical distinta, y que cada fracción de tono, de las que solo un oído bien maestro puede distinguir, está representada por una de esas fibras especiales del nervio. Siendo esto así, la escala media puede compararse á un teclado no solo por su aspecto, sino también por su oficio, pues en ella las fibras de Corti sirven como de llaves ó teclas, y los extremos de los nervios representan las cuerdas que con ellas se hieren. Si fuese posible hacer la experiencia de irritar especialmente cada uno de esos nervios-fibras, seríamos árbitros de producir á voluntad cualquier tono músico en el sensorio de la persona sometida al experimento, de la misma manera que se producen en un piano las notas que se quieren sin más que tocar la tecla correspondiente.

263. Probable Función de las Fibras de Corti.—El instrumento en forma de horquilla que usan los profesores de música y que llaman *tono*, se pone en vibración siempre que su nota especial, ó una que sea armónica con ella, se produce en sus inmediaciones: ó, dicho de otro modo, el tono vibra en virtud de un juego ó combinación particular de vibraciones, pero no con otras distintas. Si se pudiese conseguir que los extremos de la horquilla estuviesen en dispo-

sición de herir un nervio, sus repetidos golpecitos acabarían por excitar el nervio.

Supongamos un juego de tonos, correspondientes uno á cada nota y á cada fracción discernible de nota de la escala, y que cada uno de ellos estuviese en comunicacion con una fibra especial del nervio del caracol; en este caso, cualquiera vibracion comunicada al perilinfá, afectaría al tono correspondiente, mientras que los demás permanecerían insensibles á ella. O, lo que es lo mismo, la vibracion produciría la sensacion de un tono particular y no de los demás, y cada intervalo musical sería representado en el sensorio por una impresion distinta.

Es de inferir que las fibras de Corti tienen por oficio ejercer las funciones de estos tonos que se han puesto por modelo; es decir que probablemente cada una de ellas se pondrá en vibracion con toda su fuerza en virtud del impulso de ciertas ondas que recorren el perilinfá, y no de otras; y que cada una afectará también solamente una fibra particular del nervio del caracol.

Las fibras de este nervio pueden ser excitadas también por causas internas, como variaciones en la presión de la sangre y otras semejantes. En algunas personas llega á ser tal esta influencia, que da lugar á verdaderos espectros musicales, á veces de carácter muy intenso. Pero en cuanto á la apreciación de la música que se produce fuera de nosotros, estamos atentos á la intervencion de la escala media y de las fibras de Corti.

264. Funciones de los Músculos Timpánicos y de la Trompa de Eustaquio.—Ya queda explicado que los músculos *estapedio* y *tensor del tímpano* tienen por oficio estirar la membrana de la ventana oval y la del tímpano, y es probable que estos músculos se pongan en acción cuando los impulsos sonoros sean demasiado violentos y pudieran producir vibraciones excesivamente fuertes en aquellas membranas. Su tendencia es, pues, á moderar el efecto de los sonidos muy intensos, de la misma manera que, como vere-

mos pronto, las contracciones de la fibra circular del iris, tienden á moderar los efectos de la luz demasiado intensa en el ojo.

La función de la trompa de Eustaquio parece ser conservar el aire en el tímpano, ó sea en la parte de adentro de la membrana timpánica, con un grado de tensión próximamente igual á la del aire que se halla en la parte exterior, lo que no podría suceder siempre, si la cavidad del tímpano estuviese perfectamente cerrada.

CAPÍTULO X.

ÓRGANO DE LA VISTA.

SECCION I.—*Estructura y Acción de la Retina.*

265. Estructura General del Ojo.—Al emprender el estudio del órgano de la vista, ó el ojo, lo primero que se necesita conocer es la dilatación sensoria en que termina el nervio óptico y sus propiedades; en segundo lugar, el agente físico de la sensacion, y por último el aparato por cuyo intermedio llega el agente físico á producir la expansion nerviosa.

El globo del ojo es, como su nombre lo indica, un cuerpo globular alojado y que se mueve libremente dentro de una cavidad abierta en el cráneo, que se llama *órbita*. El nervio óptico, cuya raíz está en el cerebro, sale del cráneo por un agujero que hay detrás de la órbita y penetra en el globo por su parte posterior, pero no en el medio, sino en el lado de adentro ó de la nariz. Desde allí se dilata por la superficie interior de la pared del globo, formando una película tan delgada, que cuando más tiene $\frac{1}{80}$ de pulgada de espesor y llega á veces á menos de la mitad: esta se llama la *retina*.