

sión. Volta demostró su propiedad del modo más evidente construyendo un aparato que se conoce con el nombre de *pila galvánica* ó *voltaica*. Superpuso discos ó rodajas alternativamente de cobre y de zinc, separadas ó mejor puestas en comunicacion por otras empapadas en un líquido ligeramente ácido; y por fin también colocando tabiques de cobre y de zinc soldados en una artesa y llenando los intervalos con agua que tuviese en disolucion un poco de ácido. Por este procedimiento obtuvo un aparato eléctrico de accion continua y de tanta más energía cuanto mayor era el número de placas y más extensa su superficie. Esta máquina es hoy día uno de los más poderosos instrumentos físico-químicos, con la cual se ha llegado á descubrir la composicion de muchísimos cuerpos cuyos elementos ó principios constituyentes fueron separados por vez primera en la potasa, la sosa, la cal, y en otras muchas sustancias que pasaban antes por cuerpos simples.

Véase, pues, como las ranas han dado ocasion ó sido causa ocasional de importantísimos descubrimientos físicos y químicos. Pero antes de pasar adelante, no queremos resistir al deseo de citar un experimento que hizo Swammerdam en 1658 en presencia del gran duque de Toscana demostrando la contraccion de un músculo separado del muslo de una rana. Como viene á ser un verdadero hecho galvánico vamos á copiar á continuacion el texto (Biblia natura): « Vitreus nimirum siphunculus musculum ibi intus in cavo suo continet. Nervus autem de musculo pendens tequi quodam filo argenteo in se circumflexo absque læsione aus pressu, comprehenditur: quod filum deinde per foramen filæ æneæ siphonis embolo ferræ inatit trajicio.... quod si dein filum argenteum, manu suspensa prudenter per anulum filæ æneæ inter embolum et internan siphonis superficiem, cœsusque protrahit donec nervus impressus irritatur, musculus ille simili modo contrahere observatur. » El autor añade que este experimento es bastante delicado y requiere mucho cuidado y exactitud tanto más cuanto que al mismo tiempo trataba él de demostrar el cambio que se verificaba en el espacio que contenia el músculo por medio de una gotita de agua colorada puesta en un tubo capilar encima del cilindro que servia para el experimento. Es evidente que aquel aparato reunia todas las condiciones requeridas para que se manifestase la electricidad galvánica, por más que el autor atribuyese á la compresion lo que era efecto del contacto de los metales por el hilo de plata y el sosten de cobre.

El mismo Swammerdam explica en su ya citada *Biblia de la naturaleza*, las razones que le indujeron á servirse de las ranas para sus investigaciones sobre la naturaleza de los movimientos de los músculos. Hé aquí sus palabras textuales: « In rana potissimum experimenta semper institui. Nervi enim in hisce animalculis admodum sunt conspicui, facili negotio detegi atque denudari possunt... musculorum motui per nervos irritatos resuscitando, aptissimum est animal. »

Aunque los batracios están dotados de sensibilidad, se halla singularmente modificada en ellos por la temperatura ambiente. Y claro está que así debe ser, porque desde aquel momento su respiracion y simultáneamente los órganos circulatorios, quedan excitados ó entorpecidos en su accion vital. Aletárganse igualmente por efecto del calor y del frío, pero poseen en alto grado el poder de resistir á estas dos influencias.

No debemos olvidarnos tampoco de consignar aquí algunos hechos que prueban que en los batracios el cerebro y los nervios no influyen en la existencia del individuo tanto como en los mamíferos y las aves. Su sensibilidad general y pasiva, que tendrá probablemente su origen en los nervios raquídeos, está mucho más desarrollada; y persiste por mucho más tiempo que aquella cuyos agentes de trasmision emanan al

parecer del cerebro determinando por un lado las percepciones de los sentidos, y por otro los fenómenos de la volicion. Duméril en su excelente *Erpetología* dice que en el bosque de Eu vió un sapo cuya cabeza habia sido aplastada probablemente por la rueda de una carreta, y sin embargo de que los huesos del cráneo estaban fracturados y separados, y en plena supuracion hacia algunos dias las carnes, aun procuraba arrastrarse, y al tocarle todavía manifestaba deseos de huir en la direccion opuesta. Además dejamos consignados ya algunos curiosos pormenores en el artículo en que dimos á conocer la absorcion de los reptiles en general (páginas 33 y 34).

§ I.—Del tacto.

La piel de los batracios carece generalmente de escamas ó de tubérculos córneos, aunque se hayan observado diminutas laminillas distribuidas con regularidad por el fondo de los pliegues circulares que se ven alrededor del cuerpo de las cecilias. Pero también son estos los únicos batracios que ofrecen tal particularidad, pues solo por un error describió Walbaum con el nombre de *Rana squamigera* una rana conservada en alcohol y en cuya piel se habian pegado algunas escamas de saurios metidos en el mismo frasco. Sin embargo, muchos bufoniformes, como los frinoceros, los ceratofris y los braquicéfalos, tienen el dorso protegido por un escudito óseo de muchas piezas formadas por las partes ensanchadas de algunos de sus vértices.

Los urodelos y las cecilias tienen los tegumentos íntimamente adheridos á los órganos subyacentes; al paso que los anuros tienen entre la piel y los músculos espacios vacíos ó especies de sacos, resultando de ahí los pliegues cutáneos y la facultad de hincharse extraordinariamente. Este hecho lo habian observado ya los antiguos, pues Fedro en su fábula veinte y tres, « *Rana et bos*, » del libro I, dice: « *Rugosam inflavit pellem.* »

La piel consta de las mismas capas que en los demás vertebrados, es decir, de un dermis, de un pigmento y de un epidermis. Este último es siempre mucoso, y solo se desprende estando sumergido en el agua el animal. Esta muda se verifica muchas veces en ciertas especies segun el reptil haya permanecido más ó menos tiempo en agua muy pura ó alterada, ó haya estado expuesto al aire, pero siempre sus colores, de empañados que estaban, adquieren más viveza y mayor brillantez. Este epidermis blando y viscoso forma un todo continuo que principia á desprenderse por encima del cráneo y de la piel de la garganta, levantándose y dejando un espacio que se edematiza ó se llena de líquido. Esta piel fina se separa del borde del contorno de las mandíbulas, y muy luego se invierte hácia atrás y se revuelve de tal manera que en las especies sin cola y con cuatro miembros, parece que las patas posteriores arrastren por algun tiempo esa imagen de su cuerpo que flota en el agua y le sigue en todos sus movimientos aunque en sentido inverso. Raras veces se puede observar esta circunstancia, porque ellos mismos, ó los individuos de su raza, devoran con cierta avidez esa membrana mucosa. Otro tanto se observa en los urodelos, sin más diferencia que el quedar adherida la camisa á la punta de la cola. Esta epidermis se halla dotada de una propiedad endosmósica muy notable, pues merced á ella resisten los batracios por una parte al calor que hace evaporar el agua que exhala el animal, y por otra recupera rápidamente, por la absorcion, la humedad que habia perdido su superficie.

La capa mucosa ó pigmentum es notable por sus colores infinitamente variados segun las especies, los sexos y las diversas épocas del año, sobre todo en la primavera que es la época de la fecundacion, por lo menos en nuestros climas. Llaman muy particularmen-

te la atencion la circunstancia de que en ciertas especies se encuentran variedades que toman siempre las mismas coloraciones. Es evidente además que las condiciones exteriores y hasta cierto punto las pasiones ó las voliciones del animal hacen cambiar súbitamente la coloracion, segun podemos observar en la rana común y en las hilas cuando se las amedrenta, pues entonces parece que se vuelvan pardo oliváceas.

Las papilas, las criptas y los poros, vienen á ser glándulas sin conductos escretorios distintos, que segregan humores de naturaleza variable segun las especies, y que se hallan diseminados por toda la periferia del cuerpo, con más ó menos regularidad, segun veremos en la descripcion de los géneros y de las especies. Todas estas granulaciones ó eminencias se encuentran protegidas por una capa de epidermis; pero examinándolas con la lente, se ve que su superficie lleva poros, ó placas membranosas, ó materias secas, que se rompen, levantan ó dan paso á diferentes humores de varia naturaleza y diverso color. Unos son volátiles y odoríferos, las mas de las veces fétidos ó desagradables; otras son solubles en el agua, ácidos ó alcalinos. En general sirven para causar asco y repugnancia á sus enemigos, los cuales se alejan precipitadamente de aquel foco pestilente.

Sabemos ya que en todos los batracios el dermis está íntimamente pegado á los músculos, menos en los anuros con patas. Con efecto aislada en estos la piel de la carne en diversos puntos, forma varios sacos ó bolsas dispuestas con regularidad y en número de veinte y dos, de las cuales las cuatro primeras son impares y las nueve restantes pares: 1.º la dorso-cranial; 2.º la infra-maxilar; 3.º la torácica; 4.º la abdómico-supra-palmar; 5.º la lateral; 6.º la iliaca; 7.º la braquial; 8.º la femoral; 9.º la supra-femoral; 10.º la inter-femoral; 11.º la tibial; 12.º la supra-plantar; y 13.º la plantar. Para más pormenores sobre este punto, puede consultarse la obra de Dugés titulada: « *Investigaciones sobre los batracios.* » En este excelente trabajo indica el autor que la citada disposicion no es exactamente la misma en todos los anuros cuadrúpedos, observándose las principales diferencias en los sapos, las hilas, y los bombinadores que más se parecen á las ranas.

Todos los pormenores que acabamos de dar se refieren al tacto pasivo que reside en todo el cuerpo por estar desnudo; pero además hay también tacto activo en las especies digitadas ó inunguiculadas. No nos entretendremos ahora en indicar modificaciones más ó menos interesantes, bastando que digamos que los dactiletros y los onicopos presentan pezuñas en varios de sus dedos, y que es claro que cuanto más libres son estos, más largos y más separados entre sí, mejor pueden aplicarse sobre las superficies para apreciar sus cualidades.

§ II.—Del olfato.

La olfacion y sus órganos están muy poco desarrollados, pues en la mayor parte de los batracios falta el laberinto etmoidal, ó sea las fosas nasales con tabiques, y el doble canal que da paso al aire es muy corto, casi vertical, abriéndose casi encima de la insercion de la lengua, y por delante en las ranas. En el orificio externo hay un aparato compuesto de músculos y de cartilagos representando una especie de válvula móvil que sube y baja á voluntad. En el espesor del hocico, entre el paladar y la piel de la cara, hay una cavidad redondeada u oval, tapizada por una mucosa floja, colorada y recorrida por nervios olfatorios. Por el lado de la boca, la mucosa palatina, que está agujereada, goza al parecer de la facultad de ceñirse para cerrar su orificio.

Como los batracios respiran raras veces, y como descubren la presa con la vista y no por sus emana-

ciones, engulléndola con muchísima rapidez, la naturaleza les ha desarrollado muy poco el sentido del olfato, que hasta se oblitera ó por mejor decir se transforma en una especie de órgano del gusto en los proteideos. En estos ni siquiera dan paso las narices al aire, ni comunican con la boca, pues la entrada y salida del fluido respiratorio se verifica directa, constante y únicamente por la cavidad bucal.

§ III.—Del gusto.

La lengua es blanda, viscosa y está cubierta de moco: pero como todas las especies devoran su presa sin dividirla y pasándola rápidamente á su esófago, claro está que no debe ser muy fina la sensacion de los sabores. En la mayor parte de los anuros faneroglosos se inserta la lengua en la concavidad de la mandíbula inferior, pudiendo el animal dispararlo al exterior pero invirtiéndola, es decir que la extremidad posterior va delante y se hace superior la cara inferior. No se ve distintamente la lengua entre las ramas de la mandíbula inferior en los frinoglosos, pero si existe en todos los demás anuros de cuatro patas. Su forma varia considerablemente, en términos de que da buenos caracteres para la distincion de los géneros; pero esas mismas diversas conformaciones prueban, en último resultado, que la lengua en los batracios tiene más bien por objeto facilitar la prehension de los alimentos y el acto de la deglucion, que proporcionar un órgano propio para la percepcion de los sabores.

§ IV.—Del oido.

Los batracios son los últimos vertebrados que ofrecen un oido aéreo, y aun así las últimas especies (las más próximas á los peces) carecen realmente de un verdadero instrumento que reciba una corta cantidad de aire para que vibre como el de la atmósfera.

La mayor parte ni siquiera tienen en el cráneo depresion alguna aparente, de modo que á primera vista parece que carezcan de órgano del oido; pero en los anuros de cuatro patas se distingue la verdadera presencia del timpano, por la naturaleza de los tegumentos que son más tensos, más lisos y á veces de diverso color. Vese igualmente en todos los batracios, en el interior de la garganta, el orificio de las trompas de Eustaquio, que en algunos géneros y particularmente en las pipas y dactiletros, solo presentan una abertura común.

El órgano del oido está situado casi constantemente en la porcion petrosa del hueso de las sienas, encima de la articulacion de las mandíbulas. Consta de una cavidad análoga al vestíbulo ó al laberinto, con tres canales semicirculares al descubierto ó bien excavados en el espesor del hueso, pero siempre son membranosos y confluyen á un punto común. Falta el caracol, el conducto espiroide, y la ventana redonda, no observándose más que la oval cerrada á menudo por una placa cartilaginosa y una lámina móvil que hace veces de un opérculo correspondiente á la paleta del estribo. En todas las especies está reemplazado al parecer el caracol, como en los peces condropterigios, por una sustancia blanca, pulposa, análoga al almidon por su aspecto, y que da efervescencia tratada por los ácidos. Esta materia como amilácea se halla encerrada en un saco membranosos en el cual termina, por una especie de pulpa, el nervio acústico. Algunas especies presentan detrás de la membrana del timpano un estilete, en parte óseo, pero flexible, descrito como rudimento del martillo que se cree esté confundido con el yunque. En los demás animales esta pieza es angulosa y se halla unida ó articulada con otra que se aplica á la ventana oval, y que se considera como el análogo del estribo.

§ V.—De la vista.

Pocas son las consideraciones generales que acerca de tal aparato debemos indicar en este párrafo. Las cecilias y los proteos parecen ciegos, si bien se encuentran debajo de la piel los rudimentos de los ojos, los cuales son también muy pequeños en varias especies. La órbita está confundida con la fosa temporal, y abierta por el lado del paladar, de suerte que los movimientos se comunican á menudo á los ojos que parece suban y bajen. En general hay un

párpado superior mas corto, mas grueso, menos móvil y menos transparente que el inferior, el cual puede velar todo el globo insinuándose por debajo de su compañero. En ciertos casos se ve un tercer párpado nictitante, pero á veces también faltan los tres párpados. A menudo las cejas ó el borde superior de la órbita presenta un repliegue de la piel que simula dos cuernos. Hay una conjuntiva y probablemente lágrimas; las especies diurnas tienen una pupila redonda, y las nocturnas romboidal ó lineal; etc., etc.

CAPITULO SEGUNDO.

DE LAS FUNCIONES DE NUTRICION EN LOS BATRACIOS.

PRESCINDIENDO en este capítulo de todas las consideraciones comunes á los vertebrados en general y á los reptiles en particular, solo daremos á conocer las modificaciones propias de los batracios.

ARTÍCULO PRIMERO.

De la digestion en los batracios.

Todos los batracios, en su última forma, se alimentan tan solo de sustancias animales, y aun así es preciso que sean seres vivos y que gocen de movimiento. Hablando de la Rana temporaria dijo ya Roësel: «Prædam vix venatur eadem potius præstolans, nec ullum unquam devorabit insectum motu destitutum.» Sin embargo, como la abertura de su boca está siempre limitada por la curva y la longitud de sus débiles y poco desarrolladas mandíbulas, y como los dientes, si los hay, nunca están conformados á propósito para dividir la presa, sino tan solo para retenerla, resulta que todas las especies sin excepcion se ven obligadas á coger pequeños animales y engullirlos enteros sin previa masticacion. Su mandíbula inferior carece de apófisis salientes que reciban los músculos propios para la masticacion, y se halla articulada á menudo muy atrás, ó por lo menos casi al nivel del grande agujero occipital. Sigue-se de ahí que la boca está muy hendida siendo tal su capacidad, que los individuos de gran tamaño degluten de una vez pequeños mamíferos, como musarañas, topos, ratones ó pequeñas aves; pero la mayor parte buscan principalmente los moluscos, las larvas, los insectos, los pequeños crustáceos, los anélidos, etc. Algunas especies tienen la boca tan estrecha que han de buscar víctimas calibradas; y otras son tan voraces, sobre todo los tritones, que, si el hambre les acosa, se devoran unos á otros los individuos de una misma especie.

Si la lengua es exértil sirve de órgano de prehension, y en caso contrario las mandíbulas son las que se apoderan de la presa, verificándose luego la deglucion del mismo modo que en los saurios.

La hendidura de la boca es horizontal y muy extensa, como que en muchas especies llega á pasar detrás de los ojos y hasta de las orejas. Los labios y las encías están íntimamente adheridos á los huesos de las mandíbulas y parece que les sirven de parios-tio. En algunas especies (sirenas, proteos y anfiuros) se ve alrededor del hocico, encima y lateralmente, un rehenchimiento carnoso que oculta la mandíbula inferior. En las pipas se prolonga el labio superior en una pequeña trompa ó geta, si bien en general hay una ranura en la mandíbula superior

correspondiente á la corvadura de la inferior, la cual se adapta á ella muy exactamente.

Los dientes de los batracios son siempre delgados, poco desarrollados, casi del mismo grueso, y generalmente pequeños, agudos, juntos, y poco salientes. Los dientes fósiles llamados *bufonites* ó de sapo, provienen probablemente de especies de peces afines de los esparos ó de los anarricos, en los cuales se ven otros análogos. Las formas de los dientes, y su implantacion, dan excelentes caracteres genéricos, por lo que no nos extenderemos ahora mas sobre estos órganos, indicando tan solo de paso que se dividen en palatinos, mandibulares y maxilares.

La membrana mucosa que tapiza el interior de la boca, las encías, el paladar y la lengua, es generalmente blanda y está constantemente húmeda formando varios pliegues. Solo se ven poros criptosos, faltando las verdaderas glándulas salivales, pues las llamadas parótidas en los sapos y las salamandras, son criptas cutáneas que no comunican con la boca. Por fin, en el interior de esta se ven la glotis, los orificios guturales de las trompas de Eustaquio y las nasales sin tabique móvil detrás, cuyo carácter es comun á todos los animales que no pueden chupar. En algunas especies, y en particular en los machos de la rana comun, se puede observar en las partes laterales, ó detrás de la comisura de las mandíbulas, una abertura que comunica con los sacos de aire que sirven para producir sus gritos. Vense prolongaciones análogas de la mucosa para la papera ó saco aéreo que se encuentra en la garganta.

Acerca de la lengua no es posible asignar en realidad carácter alguno comun á todos los batracios, ni aun siquiera á cada uno de los órganos.

Como un hecho muy curioso diremos que el hueso hioides concurre en muy pocas especies á los movimientos de la lengua.

Se compone de varios músculos de un tejido muy irritable, contráctil y erectil, gozando de un movimiento que le es propio, aun despues de separada del cuerpo.

Para comprender bien el verdadero mecanismo de la deglucion, seria preciso un exacto conocimiento del aparato hioidico, pero es tal la complicacion de sus partes óseas, cartilagineas y musculosas, y tales las modificaciones que presenta, que no podemos menos de renunciar á semejante descripcion y referirnos á los excelentes trabajos de Cuvier, Dugés, Funk y Rusconi. Bastará, pues, que digamos en globo que en los batracios raniformes se compone el hioides de piezas de enedias ó impares, por lo regular cartilagineas, y de estiletes ó cuernos laterales, pares y en-corvados. Los anteriores que están enlazados con el

cráneo y son flexibles, representan los cuernos es-tiloideos ó los tiroideos; y los otros dos mas sólidos y mas anchos, fijos en la parte posterior de la placa media, ó del cuerpo del hueso, rodean la laringe. Los músculos que se atan en este aparato provienen de la mandíbula inferior, del esternon, de la escápula, del peñasco y del temporal ó de la apófisis mastoidea. En cuanto á las partes correspondientes en los urodelos, son el resultado de las modificaciones de los órganos que han de sostener las branquias. Para terminar lo relativo al hioides indicaremos que en la primera edad las branquias se hallan sostenidas por los cuernos inferiores ó posteriores los cuales determinan su número y su forma, de suerte que por eso mismo, y sin dejar de conservar las mismas relaciones, denotan estos cuernos las transformaciones que luego se observan en todos los peces, y particularmente en los ciclostomos y plagiostomos.

Faltan la epiglótis y el velo del paladar, siendo de creer que si la lengua está libre por detrás, irá á cubrir la glotis al verificarse la deglucion. En las especies de bránquias persistentes se ven en el interior de la boca las hendiduras que dan paso al agua que va á las bránquias.

El esófago es corto, de paredes gruesas y dobladas longitudinalmente, por lo que es susceptible de gran dilatacion, y forma parte continua de la boca y del orificio cardiaco del ventriculo. El estómago es un saco de paredes membranosas y musculosas, con su correspondiente piloro. Siguen luego los intestinos delgados y gruesos, no muy largos, pues su longitud apenas suele ser doble de la del cuerpo. Se halla retenido en uno de sus bordes por un mesenterio en cuyo espesor se distinguen perfectamente toda clase de vasos y el curso de los líquidos. Meckel y Home descubrieron en la pipa y en el sapo un apéndice cesal ó pilórico que proviene del angostamiento que se ve entre el estómago y los intestinos delgados. Nótese una verdadera válvula circular, saliente en el interior del intestino grueso en el sitio en que se enlaza con la porción delgada. La terminacion del tubo intestinal es una especie de reservorio comun al cual abocan: 1.º el canal alimenticio; 2.º los órganos generadores masculinos y femeninos; 3.º los uréteres; y 4.º uno ó dos agujeros que van á la vejiga urinaria. Por fin remata el tubo al exterior en un ano con sus músculos, redondeado en los anuros con ó sin patas, y longitudinales con labios móviles y susceptibles de hincharse en los urodelos. Esta disposicion de la cloaca es un verdadero carácter que distingue los dos principales subórdenes de los batracios. Con efecto, todos los ofidios y todos los saurios (menos los cocodrilos) tienen este orificio situado al través; al paso que las tortugas le tienen redondeado como los batracios anuros, con los cuales se enlazan al parecer los quelonios por los quelis y los potamitas; presentando los urodelos la misma conformacion en la terminacion del tubo intestinal que los cocodrilos animales que viven habitualmente tambien en el agua.

La membrana peritoneal se desarrolla en toda la cavidad del tronco, se adhiere á todos sus órganos, pero queda libre por su superficie interior. Es generalmente rosada con puntitos negros ó pardos á veces, y forma diversos repliegues, entre ellos el mesenterio y los cuerpos amarillos ó epiploones. Estos últimos son masas adiposas de color amarillento mas ó menos oscuro, que contienen glóbulos de una materia mas ó menos oleaginosa. Roësel creia que recibian una materia que facilitaba el acto de la generacion en ambos sexos, pues habia observado que desaparecia el humor y mermaban considerablemente los depósitos despues de la estacion de la reproduccion. Batke y Caras emitieron la opinion de que esta sustancia era análoga á la grasa que se acumula

en el espesor del peritoneo en la mayor parte de los animales invernantes. Esta última opinion ha sido combatida por Funk con muy fútiles y poco concluyentes razones.

El páncreas es rosáceo ó blanco amarillento, está situado entre el hígado y el piloro, y da un humor viscoso análogo á la saliva que por un canal comun á todos los granitos conglomerados penetra en el intestino delgado.—El hígado es siempre voluminoso, y consta de uno, tres ó cuatro lóbulos, á veces completamente distintos y solo unidos entre sí por el peritoneo. La vejiguilla de la hiel está constantemente distinta y se halla situada debajo del borde libre mas cóncavo del hígado, variando su color desde el verde mas ó menos oscuro al azul negruzco.—El bazo no ocupa la region superior é izquierda del abdómen, sino que casi siempre se halla ligado con los intestinos por un repliegue del mesenterio. Su forma varia segun los grupos.

Las heces de los batracios salen tan secas, que no cabe la menor duda en que han extraido de los alimentos toda la sustancia posible. La absorcion de todos los jugos alimenticios les releva de beber, como que nunca degluten líquidos, acto que por otra parte les seria imposible ejecutar. Sin embargo, es en ellos activísima la facultad de absorber los líquidos por la piel, y de exhalarlos para combatir una alta temperatura.

ARTÍCULO II.

De la absorcion en las ranas.

Townson, en sus experimentos sobre la absorcion, principia por establecer que los batracios nunca beben, ni tampoco pueden beber, porque entraria el agua en la laringe que está á descubierto cuando se abre la boca, de suerte que todo el fluido acuoso que introducen ó expulsan de su cuerpo ha de pasar por la piel. Habia observado que una rana que estaba criando, disminuía considerablemente de volumen y se debilitaba cuando carecia de agua, ó permanecia mucho tiempo fuera de este líquido, pero que recobraba muy rápidamente su volumen, peso, fuerzas y vigor luego que entraba en su elemento favorito. Tal fue, á su decir, el móvil de sus primeras investigaciones.

Ofrecieronle el mismo fenómeno varias hilas verdes que conservaba en un cubo lleno de agua, pero con la diferencia de que si por casualidad se escapaban algunas, á las pocas horas estaban tan extenuadas que ya no recobraban aun cuando se las metiese de nuevo en agua. Si el tiempo era seco y caluroso, huían de los rayos del sol buscando la sombra ó zambulléndose en el agua; mas si era frio y húmedo podian pasarse de este líquido por muchos dias. Algunas ranas temporarias faltas de agua fueron á ocultarse debajo de serrin, prolongando de esta suerte su vida por mucho mas tiempo que si hubiesen estado expuestas al aire, pues de aquel modo quedaba contrastada la evaporacion. Por eso, cuando se echaban algunas gotas de agua sobre el serrin, lo pasaban mucho mejor. Cuando ponía un poco de agua sobre un cristal al cual se habian pegado algunas hilas verdes, iban estas inmediatamente á aplicar lo mas posible allí su cuerpo. Despues de haberse cerciorado bien por sí mismo de este hecho, trató Townson de averiguar la cantidad de agua absorbida y evaporada en un tiempo dado, habiendo deducido de un considerable número de experimentos la siguiente conclusion: «A menudo absorben las ranas un peso de agua igual al de la totalidad de su cuerpo, verificándose la absorcion en poco tiempo y tan solo por la superficie inferior del cuerpo.»

Edwards continuó estos mismos experimentos para

apreciar la pérdida del cuerpo de las ranas en el aire y en el vacío; la duración de su vida, cuando se las asfixia comparativamente en el vacío y en el agua; y por fin indicó las fluctuaciones que presentan estos animales en la absorción y la transpiración, examinadas de hora en hora en el estado de vida ó de muerte; en el aire seco ó húmedo, y mas ó menos caliente, bajo la influencia de las temperaturas de 0° á 30°.

Este es el lugar oportuno de recordar el curiosísimo hecho (repetidas veces observado), de sapos encontrados vivos en cavidades húmedas donde al parecer habian vivido sin tomar alimento alguno. Ante todo, vamos á dar una lista cronológica de algunas de las observaciones que sobre el particular se encuentran en los autores.

En 1565.—FULGENSE «De mirabilibus» citado por Guettard

En 1579.—PARE (Ambrosio) en sus obras. Edición de Lyon, en folio, en 1664, página 664. Sapo encontrado en medio de una gran piedra que no presentaba el menor asomo de aberturas.

En 1698.—RICHARDSON, en su Iconografía de los fósiles de Inglaterra, carta 3.ª, cita la historia de un sapo encontrado en una piedra.

En 1719.—Historia de la Academia de ciencias de París. Un sapo encontrado en un tronco de olmo por Mr. Hubert.

En 1721.—BRADLEY (Ric.), en su informe filosófico, páginas 9 y 120. Sapo encontrado en una piedra, y otro en un roble.

En 1731.—MR. SEIGNE, Historia de la Academia de ciencias de París, página 21. Sapo en un roble.

En 1741.—GRABERG (J. M.) Analect. transalpina, tomo 1.º, pág. 177. Historia butonis vivi, lapidi solidi insidentis.

En 1756.—Un sapo encontrado en Cereville y citado por Guettard.

En 1774.—Memoria de GUETTARD. En sus Memorias, tomo 4.º, número 15, página 615, sobre los sapos encontrados vivos en medio de los cuerpos sólidos, en los cuales no habia comunicacion alguna con el aire exterior. Caso particular de un individuo hallado en Raincy, dentro de una cantera de yeso, donde se supone debió vivir de 40 á 50 años. Se conservó el ejemplar.

En 1777.—Los experimentos de HERISSANT de que luego hablaremos.

En 1780.—El mismo. Una carta escrita Saint-Maxence. Sapo encontrado vivo en un tronco de roble. Memorias citadas, pág. 684.

En 1782.—Memorias de la Academia de Berlin, página 13. Sapo vivo encontrado en una piedra.

Todas las observaciones que acabamos de citar fueron tenidas por sospechosas y por hijas, no de la mala fe, pero de errores ó de preocupaciones de personas poco ilustradas, hasta que Herissant, individuo de la Academia de ciencias de París, encerró delante de muchos de sus compañeros, tres sapos en cajas separadas asegurándolas bien con yeso, y depositándolas en el local de la Academia. Abiertas á los diez y ocho meses, en presencia de muchos compañeros tambien, vivian aun dos sapos, sin embargo de que no habia abertura alguna visible. A Duméril le salieron mal todos los experimentos que quiso hacer sobre el particular, mas no así á W. Edwards. Este naturalista tomó quince sapos comunes, encerrando cinco en cajas de madera, cinco en otras de carton, y cinco en el fondo del agua, é incrustándolos perfectamente todas con yeso. Los cinco últimos murieron aquél mismo dia á media noche; pero á los diez y nueve dias vivia aun un individuo, ignorándose cuanto tiempo vivirian los demás, porque habiéndose procedido á su apertura algunos meses despues se les encontró todos muertos. El mismo observador sometió

á una prueba semejante á seis tritones de cresta, los cuales vivian aun al cabo de diez y nueve dias, pero con notable érdida de su peso y volúmen.

Edwards atribuye la prolongacion de la vida en los batracios, á la accion que experimenta la sangre en el tejido de la piel recorrida por numerosos vasos que desempeñan en ella el papel de pulmones. Esta accion se ejerce al través del yeso, que es muy permeable; pero si introducimos este yeso en agua ó en mercurio, se obstruyen sus poros, y muere por asfixia el animal encerrado en él.

Townson habia observado ya que las ranas que se enterraban en la arena ó en la tierra húmeda, vivian en ella mucho mas tiempo que en el aire, porque la evaporacion es causaba menos pérdidas. Edward, tuvo ocasion de hacer un experimento comprobativo de que, en este caso, la respiracion ó mejor la arterIALIZACION de la sangre se verificaba no tanto en los pulmones como en la piel. Habiendo extirpado por completo aquellos órganos á varias ranas que dejó se introdujeran en arena húmeda, notó que podian continuar viviendo de 33 á 40 dias. Comprobó igualmente con el mismo objeto, que varias ranas metidas en una red y expuestas á una corriente de agua, sin poder aproximarse á la superficie, habian conservado la vida durante muchos meses.

Spallanzani hizo muchísimos experimentos relativos á la respiracion, al calor animal y á la resistencia al frío en ranas y salamandras. Todos los resultados que obtuvo confirman los hechos observados por Townson, pues reconoció las causas de su letargo, la necesidad que tienen de humedad, la absorcion del oxígeno por su piel, y la formacion en este caso de gas ácido carbónico, aun cuando carezcan de pulmones estos animales, ó se hallen colocados en condiciones tales que no puedan introducir en ellos aire atmosférico. Por fin, todas sus observaciones vienen completamente en apoyo de cuanto diremos sobre la circulacion, la respiracion y la resistencia al frío.

ARTÍCULO III.

De la respiracion en los batracios.

En este orden principiamos á encontrar los aparatos propios para poner en relacion la sangre con el fluido ambiente, por medio de las bránquias, casi como en los peces, conservándose ó persistiendo por mas ó menos tiempo la estructura de los órganos primitivos, segun deba ó no permanecer constantemente en el agua el batracio, ó se haya vuelto enteramente aéreo. En ambos casos se perpetúa ya el primer modo de organizacion por el primitivo mecanismo que llama y obliga, por decirlo así, cierta cantidad del fluido ambiente (aire ó agua) á entrar por fuerza á ponerse en relacion con la sangre, ya en el interior de los pulmones, ya al exterior de las bránquias.

El primer acto de la respiracion se verifica por medio de los órganos propios de la deglucion, pues ó faltan las costillas, ó son tan cortas que no forman círculos elásticos alrededor de la cavidad torácica; y ademas tampoco se encuentra esa admirable disposicion de las paredes sólidas, y sin embargo, expansibles y contráctiles que hacen veces de un verdadero aparato neumático. Por eso dilatan lo mas posible la boca para que se insinúe el fluido por las ventanas de la nariz, cierran luego con la lengua su orificio interior, y entonces pasa aquel á la garganta si es líquido, ó á la glotis, si es aire. En los batracios de respiracion acuática, se ven en el gárgamo ó en el esófago tres ó cuatro hendeduras ó agujeros laterales que conducen el agua á las bránquias. Resulta, pues, de lo dicho, que el mecanismo que determina los movimientos análogos á los de la inspiracion, es casi igual ora sea aéreo, ora acuático el animal.

Todas las especies tienen dos pulmones, pero estos varian constantemente por su volúmen, sus formas y su disposicion anatómica. En general son anchos si el abdomen es ancho y corto, largos si tambien es muy prolongada la cavidad abdominal. En el primer caso son transparentes, muy versiculosos, de celdas poligonales ó redondeadas muy distintas, y muy á propósito para demostrar los fenómenos de la circulacion pulmonar, porque haciendo una incision en el vientre, salen los pulmones y se hinchan por efecto de las degluciones sucesivas sin poderse vaciar por faltarles la presion. En el segundo caso ya no son verdaderas celdas versiculosas, pareciéndose mas á las vejigas aéreas de los peces, destinadas quizás tambien la masa de su cuerpo en una relacion hidrostática que facilite los movimientos en el agua.

Si los batracios han de vivir en el agua toda su vida, claro está que sus condiciones de organizacion han de ser las mismas que las de los peces; pero con la particularidad de que sus bránquias, sostenidas por los cuernos del hioides, son libres, blandas y estan flotantes en las partes laterales del cuello. Sin embargo, como en los peces, se ven en el interior de la garganta ó en el origen del esófago las hendeduras ó los agujeros de las bránquias en los intervalos que dejan entre sí los cuernos hioideos, los cuales simulan de este modo los huesos faringicos. En estas especies de bránquias persistentes, ó *perennibránquias*, los pulmones son rudimentales, sirviendo de suplentes en el caso de que tenga que vivir el animal por algun tiempo fuera del agua ó en sitios húmedos.—En los demás batracios que pierden constantemente las bránquias, continúa verificándose la respiracion casi del mismo modo que en las especies que tienen persistentes estos órganos. A medida que experimentan las metamorfosis, se atrofian las bránquias y se desarrollan los pulmones, hasta quedar aquellas completamente reabsorbidas.

Malpígio en 1697, Morgagni en 1719, Swammerdamm en 1738 y Laurenti en 1768, tuvieron ya algunos idea de este mecanismo de la respiracion; pero á Roberto Townson debemos su demostracion explanada en las dos disertaciones que publicó en Gottinga (1794) estableciendo, por medio de experimentos positivos, el verdadero papel que representan los órganos de la deglucion bucal en el acto que obliga al aire á penetrar en los pulmones, conforme lo haria el émbolo ó piston de una bomba neumática aspirante por la nariz, é impelente al través de la glotis. Si á las anteriores memorias añadimos la de Mr. Martin Saint-Ange sobre los órganos transitorios y la metamorfosis de los batracios, habremos indicado los trabajos donde se encuentran perfectamente enunciados todos los hechos importantes relativos al acto de la deglucion del aire, y todas las figuras indispensables para comprender las descripciones.

Resumiendo, pues, la inspiracion es una simple deglucion, y la espiracion una verdadera eructacion. La prueba la tenemos en que si atravesamos un palito en la boca de una rana, y con un estilete abrimos el orificio de la glotis, se vacian los pulmones sin poderse llenar de aire. El animal muere, pero no muy rápidamente merced á la hematosis cutánea. Por lo demás, no debe sorprendernos ese mecanismo respiratorio, porque la naturaleza es fecunda en sus procedimientos fisiológicos. ¿Acaso ignoramos que los elefantes no pueden deglutir líquidos sin valerse del doble movimiento ejercido por las paredes del pecho sobre los pulmones? En este caso, sumergida en el líquido la punta de la trompa, lo inspira mediante vacío que hace en ella por la accion de los músculos inspiradores; proyectando luego la bebida al esófago, impeliendo luego con fuerza por los orificios nasales internos el aire de la tráquea que lanza así y precipita rápidamente el agua al estómago.

Como complemento de la respiracion debemos dar algunas noticias sobre la voz de los batracios. En la mayor parte se forman los sonidos fuera de la glotis por la entrada del aire expulsado rápidamente en la cavidad de la boca ó en sacos medios membranosos, que en ciertos machos, sobre todo en los de la hila de los árboles, forman verdaderas paperas. En otros (Rana viridis) consisten en vejigas que salen de las partes laterales de la boca hácia la comisura de las mandíbulas; y en algunos (salamandras, tritones, urodelos) el aire se escapa directamente produciendo una especie de borborigmos. Los raniformes poseen en su mayor grado la facultad de emitir sonidos; pues el mismo gas, sin escaparse realmente del cuerpo, sale de los pulmones y entra de nuevo en ellos con estrépito mediane la accion de las paredes contráctiles de las cavidades membranosas que le admiten, resonando sin que pueda distinguirse, aun en el agua, el sitio que ocupa el animal que produce el ruido. Ovidio, en sus Metamorfosis, al hablar de los campesinos que Latona transformó en ranas, conocia evidentemente esta facultad de cantar debajo del agua, pues dice (l. VI, v. 376): «Quamvis sint sub aqua, sub aqua maledicere tentant.»

En general, la voz de estos batracios consiste en la repeticion de los mismos sonidos producidos con mas ó menos fuerza, velocidad ó lentitud, de modo que engañan extraordinariamente nuestro oido acerca de la distancia real á que se encuentran. Son verdaderos ventrílocuos, con instrumentos tan variados que no es dable reproducir las modificaciones de sus sonidos sino por medio de onomatopeas. Esto nos recuerda aquel verso imitativo de Filomedes, citado por Ateneo: «Garrula limosis rana coaxat aquis;» y á Aristófanes, que hacia repetir hasta la saciedad, en los coros de su comedia «Las Ranas:» Βραχυσυλάχοι καὶ βοῶσι. La variedad de cantos nos la indica bien la diversidad de nombres impuestos á las especies, como los de Bufo muticus, Rana mugiens, R. clamata, R. grunniens, Hyla boans, etc., etc. Por último, solo en la época de los amores entonan los machos sus epitalamios sin fin, repitiéndolos con un tono tan poco variado, sobre todo en las noches calurosas, que llegan á causar fastidio, comprobando así que el fastidio nació un dia de la uniformidad, como dice el proverbio.

ARTÍCULO IV.

De la circulacion en las ranas.

En punto á la circulacion de las ranas nos remitimos á lo dicho en las generalidades sobre los reptiles (pág. 37), á fin de poder entrar ahora en mas extensos pormenores, evitando inútiles repeticiones. Leeuwenhoek habia observado ya el modo de la circulacion en las bránquias del renacuajo de la rana, é indicado perfectamente el paso de la sangre arterial á las venas, sometiendo al microscopio la porcion transparente de la cola del renacuajo. Pero Swammerdamm es quien dió de ella una descripcion cabal, figurando las principales ramificaciones de las arterias y de las venas en la rana adulta, conforme vamos á indicar.

En la rana el corazon ocupa la parte media y anterior de la gran cavidad abdominal, y al parecer se compone tan solo de una auricula y un ventriculo. Este da un tronco que se divide luego en dos ramas principales, representantes de las subclavias, subdivididas á su vez en tres ramos que bañan el pulmon, el menor y mas bajo, la cabeza el anterior, el cual tambien se distribuia por las bránquias notándose aun en él las cicatrices que se formaron al obliterarse estas; y el tercer ramo es el mayor, el que se ramifica por todo el resto del cuerpo, y el que,