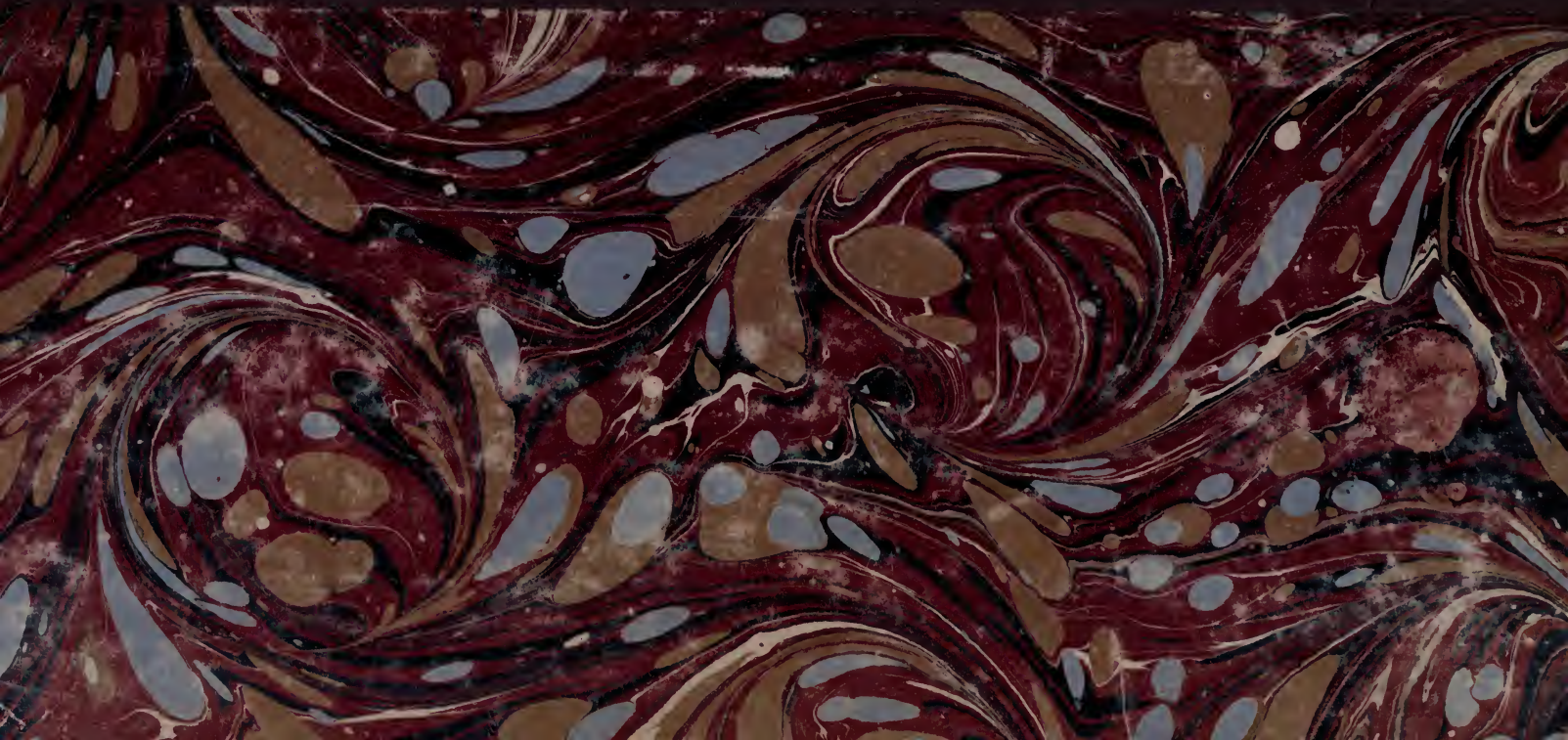
UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 00482435 5



ROSARIO

TRATADO ELEMENTAL

DE

ZOOLOGÍA

POR EL

Dr. CARLOS BERG

DIRECTOR DEL MUSEO NACIONAL ARGENTINO Y CATEDRÁTICO DE HISTORIA NATURAL
DEL COLEGIO NACIONAL DE BUENOS AIRES;
ANTIGUO DIRECTOR DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE MONTEVIDEO
Y CATEDRÁTICO DE ZOOLOGÍA Y BOTÁNICA DE LA UNIVERSIDAD
DE BUENOS AIRES; LAUREADO, MIEMBRO HONORARIO, EFECTIVO Y CORRESPONDIENTE
DE VARIAS ASOCIACIONES CIENTÍFICAS;
CABALLERO DE LA ORDEN IMPERIAL RUSA DE SANTA ANA, ETC.

TOMO I

ZOOLOGÍA GENERAL

CON 169 FIGURAS EN EL TEXTO

SEGUNDA EDICIÓN, REVISADA Y CORREGIDA

MONTEVIDEO
DORNALECHE Y REYES, EDITORES
CALLE 18 DE JULIO, 89 y 89 A
1893

Nº 2230

ES PROPIEDAD.

QL
48
B47
1893
t.1

PRÓLOGO DE LA SEGUNDA EDICIÓN.

El haberse agotado el tomo I de nuestro TRATADO ELEMENTAL DE ZOOLOGÍA, aparecido hace cinco años, demuestra la favorable acogida de que ha sido objeto.

Para responder á las necesidades de la enseñanza, presentamos hoy una nueva edición de este tomo, el cual, aunque del mismo aspecto, ha sufrido, sin embargo, varias modificaciones en cuanto á su contenido. Éste ha sido revisado y corregido: muchas deficiencias de estilo y expresión han podido salvarse; varias exposiciones han sido abreviadas ó simplificadas, y se han tomado en cuenta las recientes investigaciones morfológicas y fisiológicas, para poner al día los hechos científicos contenidos en este tomo de *Zoología General*.

La impresión, comenzada durante mi permanencia en Montevideo, se ha terminado allí, y manifiesto con agrado, que los señores editores Dornaleche y Reyes, propietarios de la IMPRENTA ARTÍSTICA, han contribuído, por su parte, para presentar este libro en buenas condiciones tipográficas.

Buenos Aires, Febrero de 1893.

CARLOS BERG.

PRÓLOGO DE LA PRIMERA EDICIÓN.

El deseo de dotar á los establecimientos de segunda enseñanza de un libro de texto que respondiera al actual estado de la ciencia zoológica, ha motivado la publicación de este TRATADO ELEMENTAL DE ZOOLOGÍA.

He sentido vivamente la falta de un tratado de esta clase en lengua castellana, durante los doce años que he enseñado Historia Natural en el Colegio Nacional de Buenos Aires, viéndome obligado á dictar la mayor parte de las lecciones, y, por esta razón, á abreviar el tiempo necesario para las interrogaciones y demostraciones. Mis colegas del ramo en el país, ó fuera de él, se habrán encontrado en condiciones análogas, pues los pocos textos de Historia Natural que se han escrito en castellano, ó que han sido traducidos de otros idiomas, no corresponden bien al estado actual de la Zoología, para poder satisfacer al profesor, ó dar al discípulo una idea aproximada de los hechos de la Naturaleza y, sobre todo, de la diversidad y relación que existe entre los cuerpos organizados ó animados: de la estructura y función de sus órganos.

El método comparativo, que de día en día toma mayor incremento en la instrucción superior, también

merece ser adoptado en la enseñanza elemental y en la secundaria. Un estudio de este carácter, no sólo despierta un vivo interés por la naturaleza animada, sino que hace reconocer cuáles son sus representantes, su modo de ser y vivir, y los vínculos de parentesco que los unen, dando cuenta del plan de construcción común que existe, á pesar de la diversidad de las formas y la variedad de los fenómenos

Me he propuesto reunir en este Tratado lo esencial referente á la organización y función del hombre y de los diversos tipos del reino animal, dando las introducciones y preámbulos necesarios, concernientes á la Historia Natural en general, á los cuerpos orgánicos é inorgánicos, á los vegetales y animales, y á la materia en general y en especial, así como también una ojeada histórica sobre el desarrollo de la Zoología.

Este libro, en cuanto á la extensión y la forma del contenido, podrá servir, no sólo á la enseñanza de la Zoología general en los Colegios Nacionales y Escuelas Normales, sino también á la lectura y autodidáctica, y, aun como base para el estudio universitario, de la Anatomía y Fisiología comparadas. Los especialistas en la materia no encontrarán en él novedades: los tratados elementales deben limitarse á lo más fundamental; tienen que ser una especie de reflectores de los hechos principales, de lo más conocido y reconocido; apenas pueden permitirse algunos detalles y ligeras observaciones propias. Bajo estas circunstancias, este TRATADO ELEMENTAL DE ZOOLOGÍA no puede presentarse sino como una obra de compilación, que ha seguido el ejemplo de muchas otras, reuniendo, extractando y disponiendo según métodos adoptados

por otros autores ó por la práctica adquirida durante diez y siete años de enseñanza y tareas científicas.

Como fuentes principales, me han servido los grandes tratados de Zoología, Anatomía y Fisiología, ó las obras especiales de muchos autores, de que citaré los nombres: BRUECKE, BÚRMEISTER, CARUS, CLAUS, DARWIN, GEGENBAUR, LUDWIG, MILNE-EDWARDS, NUHN, PÁGENSTECHER, ROBIN, SCHMARDA, SCHWALBE, THOMÉ y WIEDERSHEIM. Por otra parte, he tomado en cuenta las recientes observaciones de muchos especialistas, cuyos trabajos se hallan publicados en las revistas del ramo.

Para facilitar la comprensión de los términos técnicos y la retención de los nombres científicos de las familias y especies, he dado al pie de cada página las notas etimológicas, evitando, de esta manera, al lector, el trabajo de consultar los diccionarios de las lenguas clásicas. En cuanto al griego, me he visto obligado á transcribirlo con letras del alfabeto latino, por no ser ya materia de enseñanza en los Colegios Nacionales.

En cuanto al idioma en que se halla escrito este libro, debo manifestar la dificultad con que he luchado, y pedir indulgencia por ciertas deficiencias que no se me pueden ocultar, y algunas innovaciones lingüísticas que me he permitido. La lengua castellana ha sido hasta ahora poco cultivada en esta clase de trabajos y tiene que carecer, por consiguiente, de muchos términos que facilitan la expresión de las descripciones morfológicas y fisiológicas. Á pesar de penosas investigaciones, no he podido dar con muchos términos expresivos ya existentes, viéndome obligado á formar

palabras nuevas, derivadas de las lenguas clásicas*). Avanzando las ciencias, no pueden quedar estacionarios los idiomas: éstos se enriquecen con los descubrimientos é investigaciones de aquéllas; todo tiene que participar del progreso que caracteriza la tendencia del espíritu humano.

Las figuras que contiene este tratado, son originarias de diversas obras de Zoología y proporcionadas por las casas editoras de Braumueller y de Gerold en Viena, de Hahn en Hanóver y de Vieweg en Brunswick; unos pocos clisés han sido hechos en Buenos Aires, en las casas de Stiller y Laass y de Woodwell, ó ejecutados en el taller de galvanoplastia de A. Thoulet.

Á este tomo, que comprende la Zoología general, ó los elementos de Anatomía y Fisiología comparadas, pienso hacer seguir un segundo, que tratará de la Zoología especial ó sistemática, tan pronto como me lo permitan mis múltiples tareas y mi salud delicada.

Buenos Aires, Septiembre de 1887.

Carlos Berg.

---

*) Citaré aquí las palabras: *límbito, linceión, cíngulo, pedal, cerario, afómetro* y *teleogénesis.*

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.

Págs.

La Historia Natural en general. — Cuerpos orgánicos é inorgánicos. — Animales y vegetales. — Reinos, fauna, flora y gea. 1 - 13

ZOOLOGÍA GENERAL.

Definición de la Zoología 15
Divisiones de la Zoología 15
Ojeada histórica del desarrollo de la Zoología.
La Zoología en la edad antigua 19
La Zoología en la edad media 20
La Zoología en la época moderna 21

LA MATERIA.

ZOOQUÍMICA 32

Cuerpos simples en estado libre 33
Combinaciones binarias inorgánicas 34
Ácidos inorgánicos 36
Sales haloideas 36
Sales oxigenadas 37
Otros cuerpos inorgánicos 39
Combinaciones orgánicas 40

I. *Formadoras de tejidos* 40

1. Albuminatos 41
2. Albuminoides 45
3. Grasas 48
4. Formadores de tejidos sin nitrógeno 49

II. *Productos de secreción.*

1. Secreciones fermentativas 50
2. Secreciones biliarias 51
3. Pigmentos 52
4. Secreciones cerarias 52
5. Azúcares 53

Págs.

III. *Materias de transformación regresiva.*

1. Substancias nitrogenadas ó amidales 55
2. Ácidos nitrogenados 56
3. Ácidos no nitrogenados 57
4. Cuerpos indiferentes nitrogenados 58
5. Combinaciones ciánicas 58

LA MATERIA FORMADA.

PROTOPLASMA 59

MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DE LA CÉLULA . . 61

TRATADO DE LOS TEJIDOS.

HISTOLOGÍA. 71

I. *Células simples en substancia intercelular líquida.*

1. Sangre 71
2. Quilo. 76
3. Linfa. 76

II. *Tejidos más ó menos consistentes.*

I. Epitelios 77

1. Epitelio pavimentoso. 78
2. Epitelio cilíndrico 78
3. Epitelio vibrátil. 79
4. Formaciones cuticulares y córneas. . . . 80

II. Tejido conjuntivo 81

1. Tejido conjuntivo celular ó vesicular . . . 82
2. Tejido gelatinoso 82
3. Tejido fibroso 83
4. Tejido cartilaginoso 86
5. Tejido óseo 88
6. Tejido dentario 89

III. *Tejidos de células transformadas* 91

1. Tejido muscular 92
   a Músculos lisos. 93
   b Músculos estriados 93
2. Tejido nervioso. 96

LOS ÓRGANOS Y SUS FUNCIONES.

MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA COMPARADAS 99

I. FUNCIONES VEGETATIVAS

A. Nutrición 103

I. Alimentos 105

II. Órganos de aprehensión 112

III. Órganos de la digestión 114

Págs.

1. Aparato bucal 116
2. Aparato de deglución 123
3. Aparato de digestión propiamente dicho. . 125
4. Órganos auxiliares de la digestión. . . . 131

IV. Digestión 133

1. Digestión bucal. 133
2. Digestión estomacal 135
3. Digestión intestinal 138

V. Absorción 140

VI. Excreción 143

B. Circulación. 144

I. Sistema sanguíneo.

1. Sangre y circulación en general. 145
2. Diversas maneras de circulación 146
3. Órganos de la circulación. 156
4. Alteraciones de la sangre en la circulación. 161

II. Sistema linfático 162

C. Respiración.

1. Respiración en general 164
2. Diversos órganos y maneras de respiración. 166
3. Mecanismo de la respiración 177

D. Fonación 179

E. Calor animal 185

F. Fosforescencia. 189

G. Secreción.

1. Secreción en general y sus órganos . . . 192
2. Secreción láctea. 194
3. Secreciones cutáneas 196
4. Secreción úrica 199

H. Reproducción 201

1. Reproducción asexual 202
2. Reproducción sexual 207
3. Desarrollo. 210

II. FUNCIONES ANIMALES.

A. Sensibilidad

I. Sistema nervioso.

1. Sistema nervioso en general 220
2. Sistema nervioso central 224
3. Funciones del sistema nervioso central . . 229
4. Sistema nervioso periférico. 231
5. Sistema nervioso vegetativo 233
6. Acción y terminación de los nervios. . . 234

Págs.

II. Órganos de los sentidos.

1. Estesiología 235
2. Sentido del tacto 236
3. Sentido del gusto 239
4. Sentido del olfato 242
5. Sentido del oído 245
6. Sentido de la vista. 253

B. Locomoción.

1. Movimientos en general. 259
2. Aparato locomotor activo 260
3. Aparato locomotor pasivo 262
4. Esqueleto de los Vertebrados 264
5. Esqueleto de los Mamíferos 269

1. Cabeza 269
2. Columna vertebral y tórax 272
3. Cíngulos humeral y coxígeo 275
4. Extremidades 277

ERRATAS. 283

ÍNDICE ALFABÉTICO. 285

ENUMERACIÓN DE LAS FIGURAS.

Figs		Págs.
1.	Bacterios	2
2.	Tardígrado: *Echiniscus Kreplini* Schultze	5
3.	Cristales de hematina y hematoidina	44
4.	*Flata limbata* F.	52
5.	Cristales de substancias amidales	54
6.	Cristales de uratos, fosfatos, carbonatos, etc.	56
7.	*Amoeba verrucosa* Ehrbg. y *Amoeba porrecta* Schultze.	60
8.	Huevo de un pescado	61
9.	Mieloplaxa.	62
10.	Formas de células	63
11.	Célula escabrosa.	63
12.	Espermatozoides con membrana undulatoria	65
13.	Nematocistos	67
14.	Multiplicación endógena en cartílagos embrionarios.	68
15.	Glóbulos sanguíneos en división y células seminales en brotación	68
16.	Huevos en gemación del gusano *Gordius aquaticus* L.	69
17.	Células epiteliales de la mucosa intestinal	70
18.	Glóbulos sanguíneos	72
19.	Glóbulos sanguíneos de artrópodos y moluscos	73
20.	Células vibrátiles y sus movimientos	79
21.	Epitelio vibrátil del pulmón humano	80
22.	Infusorio: *Paramecium Aurelia* Müll.	80
23.	Rizopodario: *Rotalia veneta* Schultze	81
24.	Tejido gelatinoso de los celenterados	82
25.	Tejido gelatinoso del embrión.	83
26.	Tejido fibroso con corpúsculos y fibras elásticas.	83
27.	Tejido conjuntivo del cutis de un molusco heterópodo.	84
28.	Tejido calcáreo conjuntivo de la espina de un erizo de mar.	85
29.	Tejido conjuntivo de la cáscara de un molusco bivalvo.	85
30.	Cartílago hialino de un mamífero	86
31.	Cartílago fibroso de la epiglotis	86
32.	Células cartilaginosas ramificadas	87
33.	Cartílago parenquimático de un molusco	87
34.	Corte transversal de un hueso.	88
35.	Corte longitudinal del hueso humeral.	89
36.	Cortes de dientes	90
37.	Prismas de esmalte.	91
38.	Fibra muscular con apéndices.	92
39.	Fibras musculares lisas del bazo y del intestino.	92

Figs.		Págs.
40.	Fibra muscular estriada de un coleóptero	92
41.	Corte transversal de la fibrilla muscular de un cientopiés.	94
42.	Corte transversal de la fibrilla muscular de un cangrejo.	94
43.	Corte longitudinal radial de una parte de la fibrilla muscular de un cientopiés	95
44.	Fibras primarias nerviosas	97
45.	Células ganglionares	98
46.	Esqueleto del ala y del brazo.	101
47.	*Didinium nasutum* (Müll.) Stein, cazando	112
48.	Celenterado: *Hydra fusca* L.	113
49.	Infusorio: *Prorodon teres* Ehrbg.	114
50.	Corte vertical del celenterado *Cereus coriaceus* Cuv.	115
51.	Canal intestinal del *Distomum flavescens* Bened.	115
52.	Canal intestinal de la lombriz intestinal	116
53.	Órganos de digestión de la *Gryllotalpa vulgaris* Latr. y de la *Musca vomitoria* L.	117
54.	Corte vertical de la parte anterior de la cabeza humana y del cuello	118
55.	Corte longitudinal de un diente incisivo	119
56.	Dientes (incisivo, colmillo y molar)	119
57.	Cráneo de la gamuza *[Rupicapra rupicapra* (L.) Sund.]	120
58.	Cráneo de babirusa *(Porcus babyrussa* Wagl.)	120
59.	Segunda dentición del perro	121
60.	Diente de la naya de lentes	121
61.	Cráneo y cabeza del crótalo ó culebra de cascabel.	122
62.	Lengua y glándulas salivares del oso hormiguero	123
63.	Glándula salivar acinosa.	123
64.	Vísceras de la gallina.	124
65.	Canal intestinal ramificado del saguaypé *(Distomum hepaticum)*	125
66.	Aparato digestivo del hombre.	126
67.	Estómago de oveja, llenado de aire y desecado	127
68.	Corte de la pared del intestino delgado	130
69.	Vellosidad muy aumentada.	131
70.	Aparato circulatorio de una araña	147
71.	Corazón humano con las válvulas cerradas.	148
72.	Corte longitudinal esquemático del corazón humano	149
73.	Croquis esquemático de la circulación sanguínea del hombre.	150
74.	Red vascular (arterias, vasos capilares y venas)	151
75.	Aparato circulatorio del cangrejo fluvial.	152
76.	Esquema de la circulación sanguínea del hombre	154
77.	Corazón de un artrópodo	158
78.	Corazón, pulmones y los grandes vasos sanguíneos del hombre	159
79.	Corazón del hombre con los troncos de los grandes vasos.	160
80.	Estomas de los vasos linfáticos	162
81.	Tráqueas branquiales de una libélula	168
82.	Esquema del sistema acuífero de las estrellas de mar.	169
83.	Molusco dermatobranquio: *Glaucus atlanticus* Blbch.	169
84.	Almeja *(Mytilus edulis* L.)	170
85.	Parte de una tráquea ramificada de un insecto	171
86.	Aparato respiratorio del lagarto *Pseudopus apus* (Pall.) Merr.	172
87.	Aparato respiratorio del hombre.	173

Figs.		Págs.
88.	Ramificaciones terminales de los bronquios	174
89.	Vejiga natatoria de *Pogonias* y de *Corvina*	176
90.	Cartílagos laríngeos del hombre	181
91.	Mitad anterior de la laringe	182
92.	Vista de la entrada á la laringe	183
93.	*Noctiluca miliaris* Suriray	190
94.	*Pyrosoma gigas* Pér. Less.	191
95.	Representación esquemática de las glándulas	193
96.	Conductos lactíferos de una puérpera	194
97.	Conductos lactíferos de una climactérica	194
98.	Corte vertical de la piel del caballo	197
99.	Riñón de un mamífero	200
100.	Gusano: *Microstomum lineare* Oerst., en división	203
101.	Infusorio: *Aspidisca polystyla* Stein, en división	203
102.	Infusorio vorticélido en el principio de la división	203
103.	Esquema de la división de las estrellas de mar	205
104.	Celenterado del género *Fungia* con brotación lateral	206
105.	Celenterado: *Hydra fusca* L. con brotación anfigénea	206
106.	Briozoario: *Pedicellina belgica* Bened., en brotación	206
107.	Coral: *Stauria astraeiformis* Ehrbg. con tres brotes terminales	206
108.	Colonia del infusorio: *Dinobryon sertularia* Ehrbg.	206
109.	Larva de la mosca *Heteropeza*, con cría endógena	207
110.	Espermatozoides, huevos y larva del coral noble	208
111.	Bómbice de la morera ó seda (*Bombyx Mori* L.)	212
112.	Desarrollo del mosquito	213
113.	Larva libre del cirripedio *Lepas anatifera* L.	214
114.	Imagen sesil del cirripedio *Lepas anatifera* L.	214
115.	Desarrollo del sapo *Pelobates fuscus* Wagl.	215
116.	Polipoide y medusa de la *Cladonema radiatum* Duj.	216
117.	Diversos estados del saguaypé [*Distomum hepaticum* (Abildg.) Dies.]	217
118.	Diversos estados de desarrollo del saguaypé	218
119.	Anillo ganglionar del erizo de mar	221
120.	Sistema nervioso de la almeja (*Mytilus edulis* L.)	222
121.	Cadena ganglionar abdominal de un coleóptero carnicero	222
122.	Encéfalo de la perca (*Perca fluviatilis* L.)	223
123.	Encéfalo y medula espinal del mono *Rhesus Nemestrinus* Geoffr.	223
124.	Encéfalo del mono *Inuus cynomolgus* (L.) Wagn.	224
125.	Encéfalo del hombre	225
126.	Base del encéfalo del hombre	226
127.	Corte longitudinal medio del encéfalo del hombre	227
128.	Corte transversal de la medula espinal	228
129.	Esquema del sistema nervioso del hombre	232
130.	Parte de la medula espinal del hombre	233
131.	Terminación é inserción de las fibras nerviosas	235
132.	Cuerpo papilar de la piel del hombre	237
133.	Papila del tacto de la yema del dedo índice	237
134.	Papila del tacto del borde del labio	237
135.	Corpúsculo de Vater-Pacini del mesenterio del gato	237
136.	Lengua del hombre	240
137.	Papila circunvalada y gema del gusto	241
138.	Pared interna de la nariz del hombre	243

Figs.		Págs.
139.	Células nerviosas y epiteliales de la región olfatoria . .	244
140.	Otocisto de un molusco	245
141.	Laberinto del órgano auditivo del hombre	246
142.	Laberinto óseo del órgano auditivo del hombre	247
143.	Huesecillos auditivos de la caja timpánica derecha . . .	248
144.	Aparato auditivo del hombre	249
145.	Corte del nervio auditivo y del caracol	250
146.	Corte de una vuelta del caracol	250
147.	Corte longitudinal de una ampolla auditiva.	251
148.	Corte del aparato de Corti	251
149.	Centros nerviosos y órganos de los sentidos de un molusco.	254
150.	Corte del ojo humano	255
151.	Parte terminal de la retina del ojo humano	256
152.	Ojo compuesto de un insecto	258
153.	Músculo con grasa.	261
154.	Esqueleto cutáneo de un coleóptero	263
155.	Pata de un coleóptero carnicero	263
156.	Quinta vértebra torácica vista por debajo	264
157.	Dos vértebras torácicas vistas de perfil	264
158.	Cráneo humano visto de perfil	265
159.	Aparato nasal óseo y palatinomaxilar del hombre . . .	267
160.	Esqueleto humano.	268
161.	Esqueleto del gorila *(Gorilla gina* (Is. Geoffr.). . . .	269
162.	Cráneo humano visto de frente	270
163.	Cráneo humano visto por debajo, sin el hueso inframaxilar.	271
164.	Epistrófeo ó axis visto de adelante.	273
165.	Quinta vértebra cervical vista por debajo	273
166.	Esqueleto del canguro *(Macropus elegans* Cuv.). . . .	276
167.	Extremidades de mamíferos	278
168.	Vampiro: *Phyllostoma hastatum* Pall.	279
169.	Lagartija alada ó dragón: *Draco volans* L.	280

INTRODUCCIÓN.

La Historia natural en general.

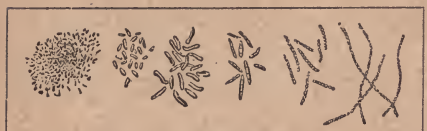
La *Historia natural* comprende el estudio de los productos de la naturaleza.

Este estudio puede dividirse en *Historia natural pura* y en *Historia natural aplicada*. La primera hace toda clase de investigación acerca de los cuerpos naturales, sin tener en vista algún fin práctico, mientras que la segunda se preocupa principalmente del provecho que dichos cuerpos podrían ofrecer á la humanidad.

La relación que tiene la *Historia natural* con las demás ciencias es por lo general íntima y múltiple. La mayor parte de éstas se funda en la investigación de los cuerpos de la naturaleza de una ú otra manera, ó tiene sus puntos de contacto más ó menos relacionados con algún ramo de la *Historia natural*. La *Química* estudia las substancias de los cuerpos y cierta clase de sus propiedades. La *Física* investiga las fuerzas de la materia en general, y en especial ciertos fenómenos y manifestaciones de los cuerpos naturales. Para la *Astronomía* es de interés conocer la composición de los meteoros ó aerolitos, que les puede proporcionar el conocimiento de la naturaleza de los cuerpos celestes y su formación. La *Medicina* tiene por objeto el estudio del cuerpo humano en su estado normal y anormal, y las influencias de las distintas materias sobre él, para su aplicación en beneficio de la humanidad doliente. Su relación con la *Historia natural* no puede ser más íntima y variada: recordaremos el estudio de los diferentes órganos y sus funciones no sólo en el hombre, sino también en otros seres, si se trata de investigaciones que piden gran material y largas series de experimentos; la observación de los fenó-

menos que producen las diferentes substancias extraídas de vegetales y minerales, ó tomadas directamente como tales, así como también aquellos que se efectúan mediante los venenos animales; y por otra parte, la necesidad del conocimiento de la vida de los seres más pequeños, los *microbios*[1] ó *bacterios*[2], que producen estados anormales y que son generalmente la causa del contagio ó del transporte de las enfermedades.

Fig. 1.



Bacterios.

Pero no sólo las ciencias tienen su relación con la *Historia natural:* también las letras, las artes, la industria y el comercio están en contacto permanente con los objetos de la naturaleza, que deben conocer para figurar como verdaderos traductores de sus hechos ó ser buenos aprovechadores de sus productos.

El conocimiento de la *Historia natural,* entre ciertos límites, tiene que ser hoy un bien común de todo hombre que pretende ser instruído; y el interés de conocer todo lo que le rodea, no puede ser pequeño ni eliminado en aquel que se llama el ser superior y predilecto de la naturaleza. Por otra parte, la ocupación del hombre con la naturaleza, la observación de sus múltiples hechos, es un medio eficaz de la civilización y del adelanto de la humanidad.

Cuerpos orgánicos é inorgánicos.

Los cuerpos de la naturaleza se dividen en *orgánicos* ó *animados,* y en *inorgánicos* ó *no animados.* Á los primeros pertenecen los animales y vegetales; á los segundos, los minerales.

Los *cuerpos orgánicos* se encuentran en ciertos estados de actividad ó de movimiento: sufren transformaciones en su totalidad ó en sus partes, y la materia que los compone se halla en un cambio continuo.

Muchos de esos estados de actividad no se explican con suficiencia ni física ni químicamente, admitiendo entonces causas y disposiciones aun desconocidas, á las cuales se llama *vitales.*

Los *cuerpos inorgánicos* se hallan, por el contrario, en una especie de repòso: sin actividad propia en que se manifestara aquel

1. gr. *mikrós:* pequeño; *bíos:* vida. 2. gr. *bactérion:* bastoncito.

cambio perpetuo de la materia, tan característico para los primeros.

Los *cuerpos orgánicos* poseen organización, es decir, una construcción de partes ú órganos parecidos ó distintos, en los cuales se manifiesta la actividad, ó que representan los aparatos de trabajo, regados por una corriente de materia líquida ó semilíquida.

Los *inorgánicos* carecen de esa organización: son más uniformes en su construcción, aunque no de todo, si se toma en cuenta la disposición de las partículas ó su estructura cristalina. En todo caso, no actúan, no cambian, mientras su cuerpo no se halle alterado por influencias externas.

Los *cuerpos orgánicos* se distinguen con mayor precisión de los *inorgánicos*, si nos fijamos en su *origen*, en su *forma* y *estructura*, y en su *conservación*.

En cuanto al *origen*, los organismos ó cuerpos animados no pueden ser producidos por mezclas de diferentes materias ó combinaciones químicas, bajo la influencia de la luz, del calor, de la electricidad, etc.; deben su *origen* á otros seres semejantes ó parecidos, que los producen dividiéndose, ó de que se desprenden como una especie de brotes, alcanzando más tarde su desarrollo ó su forma definitiva. Tienen, por consiguiente, padres.

El *origen* de los organismos de otros cuerpos muy distintos, en que está basada la teoría de la *generación espontánea, equívoca* ó *heterogénea*, no ha sido comprobado, á pesar de una serie de estudios practicados; puede ser que haya tenido lugar en otras épocas, bajo condiciones distintas; hoy no lo observamos.

Tomando en cuenta la *forma* y *estructura* de los organismos, notamos que representan en su totalidad una especie de *unidades* ó *individuos* solitarios ó asociados, de forma más ó menos determinada; son sencillos ó complicados, provistos de substancias, partículas y partes ó piezas muy distintas y variadas, que les da la estructura á cuyo conjunto llamamos *organización*.

Los *cuerpos inorgánicos* representan también en muchos casos unidades ó individuos: los *cristales;* pero éstos son de formas constantes y geométricas que se expresan por sus aristas, ángulos y caras. La forma de los organismos es menos constante en sus detalles, y matemáticamente menos determinable, á causa de sus líneas curvas, su estado blando y su variabilidad entre ciertos límites.

La masa del *cuerpo orgánico* no es homogénea ó igual en todas sus partes, sino que representa un conjunto de materias sólidas, semisólidas y líquidas. Como substancia fundamental se

halla el *protoplasma*[1], materia al parecer homogénea, pero, sin embargo, muy complicada, y la cual constituye por sí sola todo el cuerpo de los seres más inferiores, funcionando como un organismo complicado. En grados superiores, el protoplasma mismo se organiza; sufre transformaciones; se individualiza; forma pequeños corpúsculos, llamados *células*. Una sola célula basta en muchísimos casos para constituir á un ser; pero por lo general los organismos están representados por una agregación de células, aunque derivándose de una sola ó teniendo por padres á una célula única. Resulta de esto, con poca excepción, que los *cuerpos orgánicos* ó *animados* están formados por células, de que carecen los *inorgánicos*. Las células, á su vez, constituyen los tejidos, éstos los órganos, y éstos, en fin, los aparatos del organismo, á los que les toca el desempeño de las funciones. Así se presenta la *estructura* y la *organización* de los *cuerpos orgánicos*.

Fijándonos en la *conservación de la existencia* del organismo, observamos un hecho sumamente característico: el *cambio de materia*. El organismo gasta continuamente una parte de la materia que lo compone, reemplazándola por otra nueva.

La vida se presenta como una serie continua de estados de mutabilidad. Con la circulación de la materia crece, se desarrolla y se transforma en parte ó totalmente el organismo. El crecimiento exige nueva materia y su transformación. El movimiento en general ó cualquier manifestación ó función vital está basada en el cambio de la materia: en la destrucción de una clase de substancias químicas y en la formación de otra. Por consiguiente, los *cuerpos orgánicos* tienen que tomar materias de afuera: deben nutrirse ó alimentarse; y tienen que asemejar las substancias tomadas á las de su cuerpo. Les son propias las funciones de *nutrición* y de *asimilación*.

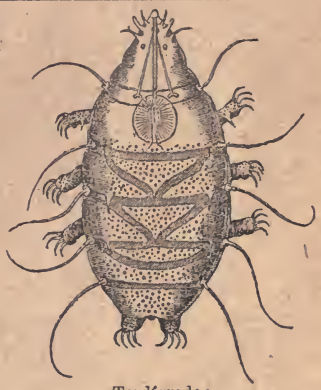
Las substancias que forman en su mayor parte al organismo, se llaman *orgánicas*. Son combinaciones ternarias, constituídas por el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, como los hidratos de carbono (glucosa, azúcar, almidón, etc.) y las grasas; ó son cuaternarias ó de constitución química más complexa, formadas, además de los tres elementos indicados, de nitrógeno, al que se agregan en muchos casos el azufre y el fósforo, como, por ejemplo, en los albuminatos y sus derivados.

1. gr. *prōtos:* lo primordial; *plásma:* lo formado.

Estas son las substancias sujetas principalmente á transformaciones en el cambio de la materia. El organismo animal las desdobla por medio de la oxidación, obteniendo otras de combinación química menos complicada: obra analíticamente; el vegetal forma, por lo contrario, de las combinaciones simples ó de substancias inorgánicas, otras más complicadas, las ternarias ó cuaternarias, procediendo sintéticamente.

Los *cuerpos inorgánicos* carecen de las funciones indicadas, de manera que su existencia no depende del cambio de la materia ó de la nutrición y asimilación. Se distinguen por esto notablemente de los organismos. Sin embargo, las materias fundamentales ó los elementos son los mismos en los dos, como lo son también las propiedades generales físicas. No hay ningún elemento especial ó vital en los organismos; tampoco se ha podido constatar alguna fuerza especial que se manifestara libre é independiente de la materia. Las funciones peculiares de los organismos: la asimilación, el movimiento, el desarrollo y el crecimiento, no se basan, pues, en una *fuerza vital mística*, como lo dice Claus, sino en las particularidades de las diversas combinaciones y en la disposición molecular complicada de la materia viva, el *protoplasma*. En algunos casos pueden ser suprimidas esas funciones por algún tiempo, sin que corriera peligro la existencia ó vida del organismo.

Fig. 2.



Tardígrado:
Echiniscus Creplini Schultze. Aum.

Por falta de agua y de calor, en muchos seres inferiores ó sus gérmenes, cesan las funciones vitales por meses y años; con las condiciones normales se establece de nuevo la actividad vital. Lo observamos en los esporos ó gérmenes de hongos y algas, en las semillas de los vegetales superiores, en los huevos de muchos gusanos é insectos, y aún en los animales adultos del orden de los *Tardígrados* [1], entre los *Arácnidos* [2], y de los *Rotatorios* [3], entre los *Gusanos*.

1. lat. *tardus:* lento; *gradus*: paso. 2. gr. *aráchne*: araña; *eidos*: aspecto. 3. lat. *rota*: rueda; á causa de la corona oral pestañada en muchas especies que recuerda á una rueda en movimiento giratorio.

En vista de las mismas leyes físicas y químicas que guían las funciones de los dos grupos de cuerpos; de la posibilidad de suprimir por algún tiempo las funciones de ciertos organismos ó sus productos de procreación, y de la falta de organización en muchos seres inferiores diminutos, se ha formado la hipótesis de la derivación de los *cuerpos orgánicos* de los *inorgánicos,* en alguna época remota, ó aun hoy en lugares que se substraen á la observación continua, verbigracia, los fondos del mar. Puede ser que así lo fuese. La idea en sí no es absurda. El hecho nos explicaría el origen de los organismos tan variados de las distintas épocas, y su transformación y acomodación debidas á las diferentes condiciones é influencias; pero la aceptación de esta hipótesis importaría la sustitución del dogma de la creación por otro, pues nada de seguro sabemos.

Animales y vegetales.

La división de los cuerpos orgánicos en *animales* y *vegetales,* es muy antigua. Su distinción era fácil, mientras se conocían muy poco los organismos inferiores, y se tomó sólo en cuenta las propiedades de los superiores. Así se pidieron como atributos del *ser animal* la locomoción y la sensibilidad, de que debía carecer el *vegetal.* Se decía: los *vegetales* viven, y los *animales* viven y sienten: tienen voluntad y reconocimiento.

Con el conocimiento de un gran número de organismos inferiores y simples en estructura, ó de organización sumamente sencilla, aquellos caracteres de distinción volvieron á desvanecerse poco á poco, y hoy debemos declarar que no hay propiedades fijas que caractericen con exactitud y por separado el *animal* y el *vegetal,* si se toman en cuenta los seres más inferiores. Hay *animales* que carecen de locomoción, y conocemos *vegetales* que la poseen; en los últimos se manifiesta también una especie de sensibilidad ó irritabilidad; y en los grados más inferiores los dos están formados de protoplasma que desempeña todas las funciones.

Para conocer mejor los caracteres de diferencia y de analogía entre el *animal* y el *vegetal,* hay que examinar su *forma* y *organización,* los *tejidos* que los componen, su *reproducción,* la *facultad de locomoción,* la *sensibilidad,* su *combinación química* y los *fenómenos del cambio de la materia.*

1.º — En cuanto á la *forma* y *organización,* hay diferencias bastante notables entre el *animal* y el *vegetal.*

El primero muestra la forma más determinada y abultada, y la organización interna muy complicada; el segundo no tiene la forma tan determinada, es más extendido y está provisto de organización externa más complicada y difundida. El *animal* posee un canal digestivo con órganos accesorios para la transformación de las materias; tiene aparatos para la distribución y absorción de las materias servibles, y otros para la expulsión de las inservibles; está provisto de órganos para la respiración; posee órganos de reproducción internos y está dotado de un sistema nervioso y de órganos de los sentidos, para darse cuenta de los objetos que lo rodean ó para percibir sensaciones. En el *vegetal* faltan los nervios y los sentidos; los órganos de reproducción son externos; todo el aparato de nutrición es más sencillo, representado por células y vasos, sirviendo las raíces para la absorción de substancia líquida, y las hojas de órganos de respiración y asimilación.

Pero las diferencias de *forma* y *organización* indicadas se refieren sólo á los animales y vegetales superiores, desapareciendo en parte ó en todo en los inferiores. Muchos *infusorios*[1] tienen el aspecto de hongos y de algas, y los corales y otros *zoófitos*[2] se asemejan muchísimo á plantas ó á flores por su forma y organización externa, más aún cuando carecen de locomoción.

El canal intestinal es muy simple en gran número de animales (infusorios, muchos gusanos, etc.), ó falta por completo (muchos infusorios, zoófitos y algunos gusanos); en el último caso absorben la materia alimenticia por toda la superficie del cuerpo ó por partes determinadas. Lo mismo se observa en cuanto á la respiración, si faltan los órganos correspondientes. Hay animales que carecen también de aparatos de la circulación de la sangre, ó que no poseen sangre verdadera, ni tampoco un sistema nervioso ú órganos de sentidos especiales.

2.º — Si se fija en los *tejidos* ó la *estructura* de la masa que constituye el cuerpo animal y vegetal, se notan diferencias bastante características. Las células que forman los tejidos del cuerpo vegetal conservan sus formas primitivas ó sufren pocas modificaciones, mientras que las de los animales se transforman y pierden su individualidad celular. Las primeras están provistas de una membrana consistente de substancia no nitrogenada, la *celulosa;*

1. Animálculos de infusión; por haber sido descubiertos primeramente en infusiones de substancias orgánicas. 2 gr. *zōon:* animal, y *phytón:* vegetal.

las segundas tienen apenas una cutícula tenue de materia nitrogenada ó de protoplasma algo modificado.

No faltan las excepciones. Hay células vegetales que pierden su forma primitiva ó que no tienen forma fija, como se ve en los hongos del grupo de las *Mixomicetas* [1]; otras sufren transformaciones, ó les falta la membrana; verbigracia, las *células primordiales*. Por otra parte, existen células animales que conservan su individualidad ó que poseen una membrana consistente nitrogenada ó no nitrogenada, como, por ejemplo, las de los cartílagos y de ciertos animales del tipo de los *Tunicados* [2].

La formación del cuerpo por pocas ó por muchas células, no puede ser carácter ni del uno ni del otro grupo de organismos, pues hay vegetales y animales constituídos por una sola célula, como los hay también formados por pocas y por muchas células.

3.° — La *reproducción* no nos da casi ningún carácter de diferencia entre el *animal* y el *vegetal*. Las mismas maneras de propagación observamos en los dos: la asexual, por división, brotación y formación de gérmenes, y la sexual, llevada á cabo por un solo sexo ó por los dos. La última clase de reproducción, llamada *conjugación*, es muy vaga en los animales y vegetales inferiores y se efectúa por la mezcla del contenido de dos células aparentemente iguales; en los superiores se desarrollan dos clases de gérmenes distintos, masculinos y femeninos, que dan lugar á la formación del nuevo ser. Se observa, por lo demás, mucha variedad en la estructura y disposición de los órganos de reproducción en ambos grupos de seres.

4.° — La *locomoción* y la *sensibilidad* son consideradas generalmente como caracteres principales del *ser animal*. En épocas no muy lejanas fijóse mucho en estas propiedades, y se consideraban *vegetales* á los corales *ó pólipos* [3], por no tener la facultad de cambiar de lugar. Sólo en el año 1723 demostró su naturaleza animal el médico de marina francés Peyssonel. También se descubrieron más tarde vegetales pequeños ó sus gérmenes, por ejemplo, las *diatomeas* [4] y los *zoosporos* [5], dotados de la facultad de locomoción.

No es justo, admitir la locomoción voluntaria para los unos, y la involuntaria ó contractilidad automática para los otros. En los

1. gr. *myxa:* mucosidad; *mykes:* hongo; *Mixomicetas* = hongos mucosos. 2. lat. *túnica:* túnica; tunicados = provistos de túnica. 3. gr. y lat. *polypus:* pólipo; 4. gr. *diatomé:* corte, sección. 5. gr. *zōon:* animal; *sporá:* siembra, descendiente ó esporo.

animales inferiores, que carecen de tejidos, la substancia fundamental contráctil, llamada antes *sarcoda* [1], se manifiesta lo mismo que el protoplasma de los vegetales; ambas substancias muestran la misma constitución química, reaccionan de la misma manera y desempeñan las mismas funciones vitales, siendo sólo la substancia fundamental de los vegetales más limitada en sus movimientos, á causa de la membrana celular que la envuelve, pero muy móvil en las células desnudas ó primordiales.

No es fácil determinar si los movimientos ó la locomoción producidos en los animales y en los vegetales inferiores deben su origen á un impulso voluntario, ó si obedecen puramente á influencias externas que nada tienen que ver con su voluntad. Dirigirse hacia el agua por tener conocimiento de su necesidad, ó por hallarse solicitado inconscientemente por ella, es cuestión casi imposible de precisar, tratándose de animales y vegetales inferiores.

La *sensibilidad* tampoco es propiedad de todos los animales, al menos en el grado generalmente admitido. Muchos animales inferiores que carecen del sistema nervioso y de órganos de los sentidos, no la tienen más desarrollada que los vegetales más sencillos, á cuya sensibilidad se da el nombre de *irritabilidad*. También entre los organismos vegetales superiores se nota la irritabilidad. Recordemos á la sensitiva *Mimosa* [2] *pudica* [3] L. [4], á las *Droseras* [5], y á los estambres del *Cardo santo* (*Centaurea* [6] *calcitrapa* [7] *L.*), cuya contractilidad es comparable en parte á la de ciertos músculos del cuerpo animal. Hay muchos otros fenómenos en los vegetales, sobre todo en los inferiores, que se muestran como verdadera sensibilidad; su materia fundamental funciona análogamente á la de los animales protoplasmáticos, en quienes la sensibilidad también puede ser considerada como una especie de *irritabilidad*.

5.° — La *constitución química*, la *nutrición* y la *función del cambio de materia* y su resultado, ofrecen diferencias muy importantes entre el *animal* y el *vegetal*.

En su constitución química el cuerpo *vegetal* consta principalmente de combinaciones ternarias no nitrogenadas (*celulosa, almidón, glucosa, azúcar*, etc.), y el *animal* de cuaternarias ó más complicadas nitrogenadas (*albúmina, fibrina, sintonina, caseína*, etc.);

1. gr. *sarcódes: carnoso* ó parecido á carne. 2. lat. *mimosa:* tierna, mimada. 3. lat. *pudica:* púdica, casta. 4. abrev. de LINEO. 5. gr. *droserós:* rociado. 6. nombre pr. gr. *Ketaurnis* ó *Kentaúrion*. 7. lat. *calcitrare*: dar patadas.

pero esto no excluye la existencia de las primeras en el segundo ó viceversa.

Materias que se consideraban anteriormente propias sólo al uno ú otro de los dos grupos de organismos, han sido observadas en ambos. La *colestearina*, la *cerebrina*, la *guanina*, la *alantoína* y otras que se encontraban antes sólo en el cuerpo animal, se sabe hallarlas hoy también en el vegetal.

Tampoco la *clorófila* [1] ó materia colorante verde de las plantas es sólo propia de éstas, sino que se encuentra también en muchos animales inferiores difundida en el protoplasma ó como parte de algas habitantes de estos últimos organismos, con que constituyen la *simbiosis* [2] ó vida común. Pero hay también vegetales que carecen de clorófila; por ejemplo, los hongos. La *celulosa*, tan abundante en los vegetales, formadora de la membrana celular y de las partes duras y leñosas en general, es seguramente muy escasa en el cuerpo animal, pero no le falta por completo, hallándose en las *Ascidias* [3], del tipo de los *Tunicados*, y en los *Crustáceos* é *Insectos*.

La diferencia entre el *animal* y el *vegetal*, en cuanto á la *nutrición* y al *cambio de materia*, es de mucho más valor que los caracteres hasta ahora indicados. El *vegetal* se alimenta de materias inorgánicas, generalmente binarias; por ejemplo, ciertas sales, agua, anhidrido carbónico y amoníaco; las asimila, formando substancias químicamente más complicadas: las orgánicas, iguales á las de su propio cuerpo. El *animal* exige, fuera de agua y de sales, alimento orgánico: las combinaciones del carbono; verbigracia: grasa, almidón, azúcar y otras, y las substancias nitrogenadas ó azoadas, sobre todo albuminosas, como: albúmina, fibrina, sintonina, caseína, etc. Estas substancias las desdobla el *animal* en sus funciones, expulsando combinaciones binarias, por ejemplo, el agua y el anhidrido carbónico, y otras ternarias ó cuaternarias, los productos de la descomposición de las materias albuminosas y albuminoideas, á saber: ácido acético, ácido butírico, ácido fórmico, urea, ácido úrico, creatina, etc.

El *vegetal*, al asimilar, es decir, al formar materias orgánicas (glucosa, sacarosa, almidón, celulosa, etc.) del agua y del anhidrido carbónico bajo la actividad del protoplasma que contiene la cloró-

1. gr. *chlorós*: verde; *phyllón*: hoja, follaje; *clorófila* = verde de las hojas. 2. gr. *simbiosis*: vida en comunidad, el vivir juntos. 3. gr. *askídion*: pequeño tubo ó bolsa.

fila, y la acción de la luz, expulsa una parte del oxígeno que le sobra en la función de combinación. Este oxígeno lo toma el *animal* por medio de sus órganos de respiración, necesitándolo para sus oxidaciones, principalmente para la producción del calor.

En cambio, el *animal* expulsa el producto de la oxidación del carbono: el anhidrido carbónico, una de las principales substancias que necesita el *vegetal* para la asimilación. Por consiguiente, los *animales* y los *vegetales* están en oposición respecto á sus funciones y son dependientes, de cierta manera, el uno del otro.

La actividad vital del organismo *vegetal* está fundada en una operación sintética, en la cual se forman materias complicadas y se invierte la fuerza viva (calor y luz) en fuerza latente ó de tensión.

La vida del organismo *animal* se basa, al contrario, en un procedimiento analítico de las combinaciones tomadas, ó se presenta como un proceso de oxidación ó combustión, en el que se emplean las substancias producidas por los *vegetales* y se invierte aquella fuerza latente en fuerza viva (movimiento, calor, luz, etc.).

Tampoco faltan excepciones respecto á la nutrición y asimilación en los *animales* y *vegetales*. Muchas plantas parásitas, y especialmente los hongos desprovistos de clorófila, no asimilan: se nutren de materias orgánicas al par de los animales, expulsando anhidrido carbónico en lugar de oxígeno, el cual absorben de la atmósfera. Otros vegetales inferiores asimilan amoníaco y ácido nítrico, y muchos superiores (*Drosera*, *Dionaea* [1], *Aldrovandia* [2], *Sarracinea* [3], *Nepenthes* [4], etc.), se apoderan de pequeños animales que digieren y absorben; particularidad que les ha dado la denominación de *plantas carnívoras*. La oxidación se efectúa del mismo modo en los *vegetales* que en los *animales*, aunque no con tanta energía. Los *vegetales* respiran también continuamente: toman oxígeno y exhalan anhidrido carbónico, desarrollando mayor actividad en la obscuridad que bajo la acción de la luz. En muchos casos, sobre todo en la primavera, en la germinación y durante la eflorescencia [5], la absorción del oxígeno es muy enérgica, por lo cual se manifiestan movimientos protoplasmáticos muy pronunciados y, á causa de la oxidación activa, desarrollo de calor y aún de luz.

1. *Diônaia*, sobrenombre de Venus y derivado del [illegible] su madre *Dione*. 2. ALDROVANDI, naturalista (1522-1605). 3. SARRACIN, natur[illegible] médico en Lión (1547-17[illegible]). 4 gr. nepénthos: sin duelo, sin luto. 5. lat. *efflore[illegible]*: [illegible] estado de flor, época de florecer.

Se ve por las explicaciones dadas la falta de caracteres que distingan en todos los casos un *animal* de un *vegetal;* y por lo tanto, nos encontramos en la imposibilidad de trazar límites fijos entre los vegetales y los animales, si tomamos en cuenta todos los organismos hasta ahora conocidos. Suprimir por esto las denominaciones usadas, tampoco sería correcto, habiendo motivos suficientes para conservarlas.

Los *animales* y los *vegetales* parten del mismo punto: ambos se derivan de un corpúsculo de protoplasma, pero siguen en su desarrollo direcciones distintas. En el punto de partida se asemejan muchísimo ó tienen casi siempre los mismos caracteres, mientras que se diferencian más y más al alejarse de aquel punto. Dichos organismos, según Gegenbaur, son comparables á dos líneas rectas divergentes que salen de un mismo punto. Cuanto más distantes se hallen de su punto de origen, tanto mayor será la diferencia entre su organización.

Los organismos más inferiores que participan de los caracteres del *animal* y del *vegetal*, ó en los cuales no se hallan bien pronunciadas las propiedades que pedimos para poder considerar á un ser como *animal* ó como *vegetal*, Haeckel los ha reunido bajo la denominación de *protistas* [1], creando para ellos una especie de reino intermediario.

Este *reino de protistas* establece, por consiguiente, un grupo de seres que se coloca entre los *animales* y los *vegetales*, pero que de ninguna manera suprime la dificultad de distinción que había entre los dos; por el contrario, complica la cuestión de límites: pues, mientras que antes sólo teníamos que establecer la diferencia entre *animales* y *vegetales*, ahora la tenemos que hacer entre *animales* y *protistas*, y *vegetales* y *protistas*.

Reinos, Fauna, Flora y Gea.

Hace mucho se acostumbra á dividir los productos de la naturaleza en tres reinos; á saber: el *reino animal*, el *reino vegetal* y el *reino mineral*. El primero comprende los *animales*, el segundo los *vegetales* ó *plantas* y el tercero los *cuerpos inorgánicos* ó *minerales*.

1. gr. *prôtistos*, superlativo de *prôtos*: lo primordial.

El *reino intermediario ó de los protistas* de HAECKEL, arriba mencionado, ha recibido poca aceptación, por la dificultad que, como hemos dicho, existe para separar muchos seres inferiores de los dos reinos de organismos. Hasta hay algunos que en ciertas épocas de su desarrollo parecen pertenecer al *reino animal*, y en otras al *reino vegetal*, colocándose sólo en algunos períodos de su vida en el *reino intermediario*.

Todos los animales en conjunto pertenecientes á una parte del globo terrestre, á un país ó cualquier distrito determinado, se comprenden bajo el nombre de *fauna* [1]. Se habla, pues, de la *fauna* de ambas Américas, de la de las Repúblicas Argentina y Oriental del Uruguay, de la Provincia de Buenos Aires, del Río de la Plata, de la Laguna de Titicaca, de la Sierra de Córdoba, etc. Se emplea también la denominación de *fauna* al tratar de una sola clase, orden ó familia de animales que pertenecen á un dominio determinado, como, por ejemplo, la *fauna ornitológica* [2] de Chile, la *fauna lepidopterológica* [3] del Paraguay, etc. El estudio de las faunas en general ó en especial es objeto de la *Zoologia*.

En el mismo sentido se usa el nombre de *flora* [4], tratándose de los representantes del *reino vegetal;* así se dice: *flora de España,* de México, del Océano Atlántico, etc. La *Botánica* se ocupa del estudio de las floras.

El término de *gea* [5] se emplea para indicar los minerales que comprende un país ó cualquier región; pero este término no se ha generalizado tanto como los otros dos. El ramo que trata del estudio de los cuerpos inorgánicos es la *Mineralogía*.

---

1. Nombre mitológico, *Faunus* y *Fauna*: semidiós y semidiosa de los pastores de la selva. 2. gr. *órnis*: ave; *lógos*: discurso, tratado. 3. gr. *lepis*, gen. *lepídos*: escama; *pterón* pluma, ala; *lógos*: discurso; *lepidóptero* = mariposa. 4. nombre mitol. *Flora*: diosa de las flores. 5. gr. *gé, gaìa;* lat. gaea: la tierra, el suelo.

ZOOLOGÍA GENERAL.

DEFINICIÓN DE LA ZOOLOGÍA.

La *Zoología* [1] es la ciencia que trata de los animales.

Su objeto es observar el cuerpo animal según su estructura externa é interna y conocer todos los fenómenos que en él se manifiestan. Al mismo tiempo le pertenece investigar las causas de los fenómenos, la relación que existe entre los diferentes órganos, la conexidad entre éstos y las funciones, y, finalmente, la concatenación del animal con los demás cuerpos de la naturaleza.

La *Zoología* no puede limitarse sólo al estudio de los animales llegados á su forma definitiva, sino que tiene también que tomar en cuenta su desarrollo y sus estados embrionarios ó de preparación. Tampoco estudia sólo los animales que se hallan actualmente sobre el globo terrestre: trata de conocer también aquellos que han existido en épocas anteriores y cuyos restos se encuentran conservados en la costra de la tierra.

DIVISIONES DE LA ZOOLOGÍA.

La Zoología puede ser dividida primeramente en *Zoología pura ó teórica*, y en *Zoología aplicada ó práctica*.

I. — La *Zoología pura ó teórica* tiene por objeto estudiar al animal de diversas maneras, pero sin preocuparse del beneficio que podría suministrar al hombre; la *Zoología aplicada*, por el contrario, se fija principalmente en el provecho que puede ofrecer el animal en su totalidad ó en sus partes, ó bien en el daño que produce, perjudicando al ser humano en sus ocupaciones económicas ó industriales.

La *Zoología pura* se divide en:

1.° *Morfología*, y

2.° *Fisiología*.

1. gr. *zôon*: animal; *lógos*: discurso, tratado, etc.

1.º — La *Morfología* [1] comprende el estudio de los órganos externos é internos en general y en especial, y se divide en:

a) *Morfología externa* ú *Organografía;*

b) *Morfología interna* ó *Anatomía*, y

c) *Morfología comparada*, inclusas la *Embriología* y la *Sistemática.*

a) La *Morfología externa* ú *Organografía* [2] tiene por objeto la descripción general de los órganos externos del cuerpo animal ó de aquellas partes que le dan una forma determinada, que constituyen su aspecto, presentándose como apéndices, prominencias ó miembros semejantes ó distintos, dispuestos simétrica ó asimétricamente.

b) La *Morfología interna, Zootomía* [3] ó *Anatomía* [4], trata detalladamente de los órganos que nos ha hecho conocer la *Morfología externa.* Nos enseña todas las partes de que se componen: la agrupación de los elementos morfológicos, los pequeños corpúsculos ó células, la composición de los tejidos por medio de éstos y la constitución de los órganos por los tejidos. Un poderoso auxiliar de la *Anatomía* para el estudio de lo pequeño es el *microscopio* [5].

La *Histología* ó *Histiología* [6] representa un ramo especial de la *Anatomía* y comprende el estudio de los tejidos.

c) La *Morfología comparada* en conjunto con la *Anatomía comparada*, estudia la misma clase de órganos en una serie de animales, tomando en cuenta su forma, su estructura ó textura, su colocación ó disposición, y todas las pequeñas partes que los componen. De esta manera obsérvase el hecho de la existencia de órganos de igual clase, pero de aspecto y textura distintos. La *Morfología comparada* separa entonces los órganos parecidos de los diferentes y establece categorías ó series de órganos, cuyos extremos tienen muy poca semejanza entre sí, pero que están ligados por formas intermediarias.

En muchos casos no basta el estudio comparado de un órgano ya formado: hay que observarlo durante su desarrollo y crecimiento, desde el principio hasta el fin de su formación. Esto lo hace la *Embriología* [7] ú *Ontogenia* [8], ramo importante de la *Morfología*

1. gr. *morphé*: forma, aspecto; *lógos*: discurso. 2. gr. *órganon*: órgano, instrumento *gráphein*: describir. 3. *zôon*: animal; *tomé*: corte; *témnein*: cortar. 4. *anatémnein*: cortar, disecar. 5. *micrós*: pequeño; *skopeín*: mirar, observar. 6. gr. *histós* ó *histion*: tejido; *lógos*: discurso. 7. gr. *émbryon*: lo que se halla en desarrollo, ó, que no ha nacido aún; *lógos* tratado. 8. gr. *ónta*: seres, individuos; *geneá*: origen, nacimiento.

comparada, que proporciona el conocimiento de muchos caracteres que no se perciben ya en los órganos desarrollados.

El estudio de la disposición de los animales en grupos según los órganos semejantes, entra también en el dominio de la *Morfología comparada*, denominándose *Sistemática* [1] ó *Taxionomía* [2].

La clasificación ó el sistema se basa justamente en los resultados que nos proporciona la *Morfología comparada*, con inclusión de la *Embriología:* comprende la expresión de la semejanza de los animales, fundada en la analogía de sus órganos.

Para los estudios sistemáticos también es importante el conocimiento de los animales que han existido en épocas anteriores y que hoy sólo conocemos como restos fósiles. De éstos se ocupa la *Paleontología* [3] ó *Paleozoología* [4].

Aquella parte de la *Zoología sistemática* que se ocupa de la descripción de los animales, se llama también *Zoografía* [5]. Esta se divide en muchos ramos, según el grupo ó clase de animales que toma en cuenta. Así se llaman:

1) *Mamalogía* [6], el estudio de los mamíferos.
2) *Ornitología* [7], el estudio de las aves.
3) *Herpetología* [8], el estudio de los reptiles.
4) *Anfibiología* [9], el estudio de los anfibios.
5) *Ictiología* [10], el estudio de los peces.
6) *Malacozoología* [11], el estudio de los moluscos.
7) *Conquiología* [12], el estudio de las cáscaras de caracoles y conchas.
8) *Entomología* [13], el estudio de los insectos; etc.

La *Filogenia* [14], pertenece también á la Morfología comparada, y comprende el estudio del desarrollo de los distintos grupos de animales ó su derivación, guiándose en este caso por las relaciones de semejanza.

2.º — La *Fisiología* [15] investiga las funciones y comprende, en el sentido amplio, el estudio de todo lo que se refiere al conocimiento

1. gr. *systema:* conjunto, reunión de objetos parecidos. 2. gr. *táxis:* arreglo, orden; *nómos:* ley, uso. 3. gr. *palaios:* antiguo; *ónta:* cuerpos, cosas; *lógos:* discurso. 4. *palaios*, antiguo; *zôon:* animal. 5. *zôon:* animal; *gráphein:* describir. 6. lat. *mamma:* pecho de la madre; *lógos:* discurso. 7. gr. *órnis:* ave; *lógos* discurso. 8. gr. *herpetón:* animal que se arrastra, serpiente; *lógos*: discurso. 9. gr. *amphí*: alrededor, también de dos maneras; *bios*: vida. 10. gr. *ichthys*: pez; *lógos*: discurso. 11. gr. *malakón*: animal blando; *lógos*: discurso. 12. lat. *conchylium*: concha; *lógos*: discurso. 13. gr. *éntomon*: insecto; *lógos*: discurso. 14. gr. *phylon*: tronco, raza, familia; *geneá*: origen. 15. gr. *physis*: naturaleza; *lógos*: discurso.

de la vida del organismo. Para reconocer bien la actividad del ser orgánico, debe comenzar su estudio en los órganos más elementales y ascender á los más complexos.

La *Fisiología* recibe el nombre de *Biología* [1], cuando trata de reconocer la vida del animal en sus diversas fases y costumbres, y cuando estudia la influencia producida por el medio que le rodea y las modificaciones que á su vez ejerce el animal en dicho medio circundante.

Otro ramo de la *Fisiología*, la *Psicología* [2], se ocupa del estudio de la actividad intelectual del animal, especialmente de la del hombre.

El estudio de la *Fisiología* se basa en la *Física*, en la *Química* y en la *Morfología*, y su método principal de investigación es el experimento.

II.—La *Zoología práctica* ó *aplicada*, que toma en cuenta los animales según la utilidad que reportan al hombre ó el daño que le producen directa ó indirectamente, puede presentar las divisiones siguientes:

a) *Zooeconomía* [3] ó *Zoología rural*, *agrícola* ú *hortícola*, que se ocupa del estudio de los animales domésticos y de aquellos que son dañinos á éstos y á la agricultura y horticultura.

b) *Zoología forestal*, que trata de los animales de caza y de los que son útiles ó nocivos á la selvicultura, cuya parte más importante es la *Entomología forestal*.

c) *Zoología médica* ó *farmacéutica* [4], que comprende la investigación de los animales ó de sus partes, usados como remedios actualmente ó en tiempos anteriores. También se ocupa la *Zoología médica* de los animales que viven como parásitos en el cuerpo humano y en el de otros seres, si quiere ampliar su estudio.

d) *Zoología tecnológica* [5] ó *mercantil*, que toma en consideración los animales, ó sus partes, que se emplean en las industrias y en el arte, ó que son objetos del comercio.

Al tratar abreviadamente de toda la Zoología ó al exponerla en un texto de enseñanza, se reunen bajo la denominación de *Zoología general* los elementos de la *Morfología* y de la *Fisiología*, y se da el nombre de *Zoología especial* á la parte que se ocupa de la clasificación de los animales.

1. gr. *bios:* vida; *lógos:* doctrina. 2. gr. *psyché:* alma, espíritu; *lógos*: discurso. 3. gr. *zôon:* animal; *oikos:* casa; *nómos:* ley, orden, costumbre. 4. gr. *phármakon:* remedio; *pharmakeús*: el que prepara remedios. 5. gr. *téchne:* arte; *lógos:* tratado.

OJEADA HISTÓRICA SOBRE EL DESAROLLO DE LA ZOOLOGÍA.

LA ZOOLOGÍA EN LA EDAD ANTIGUA.

Apenas sabemos algo acerca de los conocimientos de los antiguos habitantes de la Gran China y del Egipto sobre el reino animal, aunque nos consta que los primeros se han ocupado en la cría del gusano de seda, desde más de 2600 años antes de Jesucristo, y en la formación de jardines zoológicos, denominados *parques de inteligencia;* y que los segundos se han dedicado á cierta clase de estudios anatómicos, como 2000 años antes de Jesucristo.

El estudio científico del reino animal comienza sólo en la antigua Grecia, y con Aristóteles (384-322 a. J. C.), que es considerado como el *padre* de la Historia natural.

Aristóteles fué el primero que ha hecho observaciones y que las ha reunido para disponerlas con cierto método, demostrando conocimientos muy vastos en todos los ramos de la Zoología. Trata de la descripción de los animales; hace conocer hechos anatómicos y fisiológicos, y se ocupa de la reproducción y del desarrollo, creando de esta manera el estudio morfológico en sus tres partes, é implantando al mismo tiempo la investigación fisiológica. Sus obras zoológicas que nos han quedado se titulan: *Historia de los animales*, *De las partes de los animales*, y *De la generación de los animales.*

Después de Aristóteles, bajo la benéfica influencia de Ptolomeo, lució la Escuela alexandrina por sus estudios anatómicos, en la cual se formaron Herófilo y Erasístrato, que deben ser considerados como los anatomistas más distinguidos de la era antecristiana. Los estudios anatómicos de Galeno (131-210 d. J.-C.) de Pérgamo, hechos mucho después, se refieren al cuerpo humano y en beneficio del estudio de la *Medicina.*

Entre los antiguos romanos puede sólo notarse como escritor eminente zoológico Plinio el mayor (23-79 d. J.-C.), sin ser considerado como autoridad. En su *Historia Natural* nos hace saber todo lo que conocía por la lectura "de dos mil volúmenes", y lo que había oído y visto, entretejiendo lo verdadero con lo fabuloso, procediendo con mucha credulidad y sin la crítica necesaria. En vista de esto, la obra de Plinio tiene un papel muy secunda-

rio en el estudio de la Zoología en la edad antigua y no podía dar impulso alguno para las épocas posteriores.

LA ZOOLOGÍA EN LA EDAD MEDIA.

Con la caída del Imperio romano y la pérdida de la cultura y costumbres en general, y con las luchas sangrientas del cristianismo contra el paganismo y viceversa, vino también un período de paralización para la ciencia zoológica. Este período abraza los siglos IV á XIV y nos da á conocer apenas unos pocos hombres, cuyos estudios pueden considerarse como vagos ensayos, que han producido escritos homiléticos y filosóficos, en lugar de zoológicos ó de historia natural verdadera.

Entre los naturalistas del siglo VII debe mencionarse Isidoro de Sevilla, quien, además de los siete ramos del *Arte* y de la *Historia natural*, se ocupa también de *Medicina*, de *Geografía*, de *Jurisprudencia*, de *Teología*, etc. Su obra *Origenes seu Etymologiæ*, tiene poca importancia para la Zoología, conteniendo citas y anotaciones de los autores antiguos y explicaciones etimológicas; pero ha sido de alguna influencia para el desarrollo de esta ciencia en los siglos posteriores.

Las obras de Beda *(De natura rerum)*, de Urbano Mauro *(De universo)* y de Escoto Erígena *(De divisione naturæ)*, que aparecieron en los siglos *VIII* y *IX* y que tratan de la naturaleza ó del mundo en general, no traen casi nada de Zoología ó se ocupan sólo de la historia de la creación.

Como publicación muy distribuída entre los pueblos cristianos y traducida en doce idiomas, circula en la edad media, desde los primeros siglos hasta el siglo XIV, una obra anónima, el *Physiologus*. Aparece en prosa y en métrica, dando descripciones y anotaciones acerca de los animales mencionados en la Biblia, á que agrega observaciones alegóricas y citas religiosas.

Pero un progreso en el estudio de la Zoología se nota en el siglo XIII, con la resucitación de las obras de Aristóteles, debida principalmente á los árabes.

Entre éstos, se distinguen Abu Ali el-Hosein ben Adallah el-Echeich el-Réis Ibn Sina (980-1037), más conocido bajo el nombre hebraizado de Avicenna, y Abulbeca Muhammed Kemaleddin el-Damiri (¿-1405?). El primero ha traducido y ha

comentado, en veinte volúmenes, las obras de Aristóteles, y el segundo ha publicado una *Zoología especial* bajo el título *Hayat ul-Haywân* (La vida de los animales).

Deben notarse tres dominicanos que á mediados del siglo XIII daban á conocer el estado de la Zoología de aquella época, basándose en las obras de Aristóteles y exponiendo su saber de una manera comprensible y manual. Tomás de Cantimpré (¿1210-?), llamado más tarde Cantipratanus, en su obra *De naturis rerum*, da una especie de enumeración y narración del material hasta entonces conocido, sin excluir lo fantástico y lo fabuloso. Alberto de Bóllstatt (1193-1280), más conocido bajo el nombre de Alberto Magno, representa en su *Opus naturarum*, y especialmente en su *Libro de los animales*, un comentario ó una exposición crítica de las obras de Aristóteles, sobresaliendo á los demás en cuanto á la elección del material y la exposición y tratamiento de los hechos más verisímiles. Vicente de Beauvais ó Bellovacencio (¿-1264?), nos ha dejado una obra enciclopédica de Zoología en su *Espejo de la naturaleza*. Mientras celebramos en Cantimpré la resucitación de la zoología aristotélica y su empleo en las descripciones parciales, y en Alberto Magno la disposición sistemática y metódica de toda la filosofía natural de Aristóteles, en Vicente de Beauvais admiramos la laboriosidad, la paciencia y la habilidad en la ordenación de los materiales hasta entonces conocidos.

LA ZOOLOGIA EN LA ÉPOCA MODERNA.

La invención de la imprenta; el descubrimiento de América y las observaciones geográficas en general; los estudios astronómicos y matemáticos de Copérnico, Képler y Galileo; el escepticismo de Descartes, y los ensayos de la filosofía experimental de Francisco Bacon, que se efectuaron á fines de la edad media y á principios de la época moderna, no podían ser sino de influencia benéfica directa ó indirectamente para la Zoología.

Otros factores propicios para el fomento y desarrollo de esta ciencia, son la formación de colecciones y la creación de centros de reunión de sabios. El primer círculo, cuyo punto de atracción parece haber sido Cosme de Médici en Florencia, se llamó *Academia platónica;* luego se establecieron las siguientes: la *Aca-*

demia de ciencias en Padua (1520); la *Academia secretorum naturæ* (1560) y la de Pontini en Nápoles, y la *Accademia dei Lincei* en Roma (1590), que se dedicaron en parte á reconocer los hechos de la naturaleza. Las tres asociaciones europeas notables: la *Academia naturæ curiosorum* en Alemania, la *Royal Society* en Londres y la *Académie des Sciences* en París, fueron fundadas á mediados del siglo XVII.

Basándose aún en Aristóteles, publica Eduardo Wotton (1492-1555) una *Zoología sistemática*, agregando como nuevo grupo los *Zoófitos* [1] *(Esponjas, Medusas, Estrellas de mar,* etc.) Pero luego se despierta la dignidad propia; se reconoce la necesidad de las observaciones é investigaciones autópticas de los hechos de la naturaleza, y no faltan hombres que desde entonces juntan, observan y experimentan con crítica sana, exponiendo, al alcance de todos, los antiguos misterios y maravillas de la naturaleza. Entre éstos figura en primera línea Conrado Gesner (1516-1565), que en su *Historia animalium* se ocupa de todos los ramos de la Zoología, así pura como aplicada. Las obras de Ulises Aldrovandi (1522-1605) y las de Juan Johnstone (1603-1675), abrazan mucho más material, pero son más superficiales y menos precisas en muchas cuestiones; con ellas termina la serie de los trabajos propiamente enciclopédicos. Al mismo tiempo aparecen otras obras menos voluminosas, y descripciones detalladas de los animales bíblicos, entre las cuales luce el *Hierozoicon sive de animalibus sanctæ scripturæ* de Samuel Bochart (1599-1667).

Grande es el número de las obras que tratan, en aquella época, de los animales de países recién descubiertos ó explorados. Acerca de la fauna de América debemos nuestros primeros conocimientos, principalmente, á Gonzalo Fernández d'Oviedo y Valdez (nac. en 1478 en Madrid; mur.?), á José d'Acosta (1539-1600), á Francisco Hernández (-1600-), á Guillermo Piso (-1635-), y á Jorge Márcgrav (1610-1644). Sobre la fauna de las Indias Orientales escribió Jacobo Bontio (¿-1631); sobre la del Africa, Juan Leo ó León el Africano (¿-1532) y Próspero Alpino (1553-1617). Pedro Belón (¿1517-?) exploró las costas mediterráneas, describiendo su material, y Olaf Stor ú Olao Magno (1490-1558) y Segismundo Hérberstein (1486-1556) hicieron lo mismo respecto á la fauna boreal europea.

1. gr. *zôon*: animal; *phytón*: vegetal.

En la misma época aparecen obras que se ocupan del estudio detallado de una que otra especie de animales, ó que toman en cuenta una clase ó grupo entero, dando lugar de esta manera á la publicación de trabajos monográficos. Pedro Belón escribe (1553) una *Historia de las aves*, y el mismo, en unión de Hipólito Salvini (1514 - 1572), publica una monografía sobre los peces. De este mismo grupo se ocupó con más aliento Guillermo Rondelet (1507 - 1556).

Con el estudio de la anatomía humana se despierta también en aquella época el interés de conocer la organización interna de los animales, la estructura de sus órganos y la relación de éstos, ya sea en el mismo individuo ó ya también en otros animales más ó menos semejantes. Se desarrolla un período conocido posteriormente por *Período de la Morfología interna y comparada*, en la que se distinguen Andrés Vesalio (1514 - 1564), Bartolomé Eustaquio (¿ - 1574), Ambrosio Paré (1517 - 1590), Volcher Coiter (1535-1600), Jerónimo Fabricio de Aquapendente (1537 - 1619), Guillermo Harvey (1578 - 1658), Aurelio Severino (1580-1656) y Tomás Willis (1621 - 1675).

La invención del microscopio por los holandeses Hans y Zacarías Jansen, padre é hijo, entre 1590 á 1600, daba un nuevo giro á los estudios morfológicos de aquel período. Francisco Stelluti fué el primero que empleó el microscopio en el servicio de la ciencia zoológica, publicando (1625) un trabajo anatómico ilustrado sobre la abeja. Pero como micrógrafos más notables del siglo XVII figuran Malpighi y Leeuwenhoek, quienes vencieron la preocupación general de que lo pequeño no merecía la atención ó investigación especial.

Marcelo Malpighi (1628 - 1694) planteó la Zootomía como un ramo propio de la Zoología, separándola de la Medicina práctica y librándola de esta manera de su tutela. La Anatomía le debe un gran número de descubrimientos que se relacionan con la estructura de los órganos internos, conservando algunos aún hoy su nombre. Él ha sido también el primero que en su obra sobre el bómbice de la morera (mariposa del gusano de seda) ha dado una descripción anatómica completa de un insecto. Además hay que mencionar que Malpighi ha investigado por primera vez con lentes de aumento ó microscopios el desarrollo del pollo en el huevo.

Antonio de Leeuwenhoek (1632 - 1723), el otro micrógrafo célebre del siglo XVII, como comerciante y aficionado á la cons-

trucción de lentes y microscopios, no pudo dedicarse á estudios metódicos como el anterior; sin embargo, ha prestado á la Zoología grandes servicios por los numerosos descubrimientos que hizo con el uso del microscopio durante cincuenta años, más bien para satisfacer su curiosidad que por interés de la ciencia. Debe considerársele como el primer aficionado á la ciencia zoológica y como uno de los pocos modestos que han habido de este género. LEEUWENHOEK descubrió los glóbulos sanguíneos, vió por primera vez la circulación de la sangre en los vasos de la cola de un renacuajo, los músculos estriados y su estructura fibrosa, los pequeños canales del tejido dentario, las células laminares de la epidermis, las células fibrosas del cristalino del ojo, los ojos compuestos de los insectos, etc., etc. Él observó la reproducción asexual de los pulgones, la brotación en las *Hidras* [1], y vió y describió microscópicamente muchos animales nuevos y poco conocidos. Y con el descubrimiento de los infusorios, el 24 de Abril de 1676, se puede decir que LEEUWENHOEK descubrió un nuevo mundo.

Aunque no como micrógrafo en el sentido estricto de la palabra, sino como observador de lo pequeño en el reino animal, y sabio de gran influencia para el desarrollo posterior de la Zoología, debe mencionarse JAN SWAMMERDAM (1637 - 1680). Sus investigaciones son principalmente notables en cuanto al desarrollo y metamorfosis de los insectos y ciertas cuestiones anatómicas de los animales inferiores y superiores, contenidas en su obra *La biblia de la naturaleza*. Le debemos el reconocimiento de las tres clases de individuos (reina ó hembra, trabajadores y machos ó zánganos) en una colmena de abejas, la descripción detallada de muchos órganos de los insectos y la investigación de las transformaciones de éstos. Se le atribuye también la invención de la inyección de los vasos sanguíneos por medio de la cera, cuyo método fué muy usado y ampliado después por RUYSCH (1638 - 1731). Mientras MALPIGHI y LEEUWENHOEK preparaban el camino al reconocimiento de una construcción más ó menos parecida en los distintos seres animales, SWAMMERDAM trataba de demostrar que existía, en las diferentes clases de animales, una reproducción semejante, y reconoció el verdadero papel de los gérmenes reproductores.

Acerca del origen ó propagación de muchos animales, no se

1. *Hydra*: pólipo de agua dulce; mitológicamente serpiente de agua con muchas cabezas.

dudaba en aquella época de la *generación equívoca* [1]. Se admitía estrictamente la formación espontánea de gusanos, insectos, etc., en substancias putrefactas y otras, hasta que Francisco Redi (1626-1697) demostró experimentalmente que provenían de gérmenes ó huevos depositados en esas substancias por otros seres. He aquí el fundamento de la célebre sentencia de Harvey: *omne vivum ex ovo!* Debe mencionarse que este último es de cierta manera el fundador del método genético, por sus estudios embriológicos, y que á él se debe el reconocimiento y descripción terminantes de la circulación de la sangre, investigada en parte por muchos de sus contemporáneos y algunos precursores del siglo XVI, como, por ejemplo, el desgraciado Miguel Servet (1509-1553).

Una reorganización de la Zoología y un período sistemático empieza con Juan Ray (1628-1678), quien da por primera vez la definición de la especie, aceptándola como la categoría más inferior del sistema, y toma en cuenta la necesidad de los estudios anatómicos y de una terminología especial para la clasificación. Su sistema es precursor del de Lineo.

No es pequeño el número de naturalistas que se ocupan del estudio de varios grupos de animales á fines del siglo XVII y á principios del XVIII, y que dan los elementos necesarios para la construcción de un sistema zoológico general. Sobre todo Klein y Lineo procuraban reunir todo el material para construir la colosal obra que esperaba un maestro ingenioso y hábil. Los dos lo han representado en parte, pero el segundo con mayor capacidad que el primero.

Jacobo Teodoro Klein (1685-1759) formaba su sistema zoológico de todas las clases de animales, con excepción de los insectos. Su exposición, muy superficial y poco natural, se basa en caracteres externos y no toma en cuenta la relación de semejanza. Para los erizos de mar es el primero que usa la denominación de *Equinodermos* [2]. El *hombre* no se halla comprendido en su sistema.

Simultáneamente con los trabajos de Klein, aparecen los de Carlos de Lineo ó Linnaeus (1707-1778), quien sobrepasa á todos sus predecesores y se presenta como el verdadero reformador de la historia natural. Él crea la nomenclatura binaria, introduce en las descripciones los diagnósticos y las exposiciones, forma un

1. Véase pág. 3 y después sobre *Reproducción*. 2. gr. *echînos*: erizo de mar; *dérma*: piel.

caudal de términos científicos y divide por primera vez todo el reino animal en *clases*, *órdenes*, *géneros*, *especies* y *variedades*, dando en su *Systema naturæ*, descripciones y disposiciones claras y concisas de todos los animales conocidos. Su *Sistema de la naturaleza* apareció desde 1735 hasta 1768 en doce ediciones, continuamente revisadas y aumentadas por él mismo. La edición décimatercia fué publicada por Gmelín en el año 1788.

La influencia de Lineo se hizo sentir muy pronto por la aceptación y vasta distribución de su *Sistema* que, dando un método estricto para la Zoología descriptiva y una enumeración de lo hasta entonces conocido, permitió la intercalación de nuevas observaciones y la ampliación de los estudios sistemáticos en general. Desde Jorge Luis Leclerc (1707 - 1788), mejor conocido bajo el nombre de Buffón (denominación de una de sus posesiones), y Carlos Bonnet (1720 - 1793), quienes emitieron nuevas ideas científicas, aparece un número considerable de investigadores de casi todos los grupos de animales, y también muchos exploradores proporcionan el conocimiento de la fauna de varios países.

Además de la Zoología descriptiva adelanta la Anatomía comparada en la segunda mitad del siglo pasado, gracias á Juan Hunter (1728-1793), Félix Vicq d'Azyr (1748-1794), Lázaro Spallanzani (1729-1799), y Gaspar Federico Wolff. El último, por sus estudios ontogenéticos, debe considerarse como el fundador de la embriología moderna.

Con el siglo XIX comienza el verdadero *Período de la morfología*, en el cual se desarrolla, con cierta prolijidad, el conocimiento de la organización del cuerpo animal y de sus leyes fisiológicas. Los primeros trabajos llevan el sello de la idea del *plan de la unidad común* de Bonnet y Buffón, aceptada por unos, sólo para las cuestiones fisiológicas; por otros, exageradamente en cualquier sentido. Nuevas investigaciones zootómicas aclaran muchas dudas acerca de la Morfología y abren á su estudio el camino de la inducción. No faltan extravíos, como, por ejemplo, la *Filosofía natural* de Schélling (1775 - 1854) y Oken (1779 - 1851), originada por las grandiosas producciones mentales de Kant, que tiene sólo interés como un primer ensayo, para exponer, por medio de la filosofía, los hechos empíricamente establecidos.

Un progreso marcado obtuvo la Anatomía comparada con los meritorios estudios de Carlos Enrique Kielmeyer (1765 - 1844), Jorge Cuvier (1769 - 1832) y Esteban Geoffroy Saint-Hilaire (1772 - 1844).

Kielmeyer se distinguió, sobre todo, desde su cátedra de Tubinga, influyendo muy favorablemente en el desarrollo de la Anatomía y Fisiología en los primeros años de nuestro siglo. Fué el primero que formó una rica colección, "*para fundar la zoología en la anatomía y fisiología comparadas y facilitar el estudio comparativo de los distintos animales, según sus sistemas orgánicos y sus funciones*", como él mismo lo dice.

Cuvier, quien se considera discípulo de Kielmeyer, hace, por sus numerosos estudios, una reforma completa de la Anatomía comparada, y en combinación con ella y sin preocupación alguna, trata del desarrollo de los animales en diferentes épocas y de sus relaciones de parentesco. Expuso principalmente dos proposiciones: La primera se refiere á la *correlación* ó relación recíproca de los órganos, según la cual "*cada organismo representa un todo íntimamente relacionado, en el cual no puede variar una parte cualquiera sin producir alteraciones en las demás.*" Esta proposición la llamó Cuvier *principio de las condiciones de existencia ó causas finales.* Por los estudios comparativos, reconoció, además, que los órganos principales ó más significativos, son también los más constantes en su forma, mientras que los órganos menos importantes están sujetos á muchas modificaciones; en vista de lo cua los caracteres deben subordinarse al estudio sistemático según su importancia relativa. Esto lo condujo á la segunda proposición, formulada en el *principio de la subordinación de los caracteres.* Así llegó Cuvier á la idea de los cuatro grupos *(embranchements)* principales en el reino animal, ó sean los "*planes generales de construcción,*" según los cuales *parecían estar modelados los diferentes animales, cuyos grupos inferiores no representaban sino ligeras modificaciones de desarrollo ó de agregación de nuevas partes, sin alterar por esto la naturaleza esencial del plan de construcción.* Estos cuatro planes *(Vertebrados, Moluscos, Articulados* y *Radiados)*, basados principalmente en la diferencia del sistema nervioso y en la disposición de los órganos principales, fueron llamados más tarde por Blainville (1777-1850) *tipos.* En la separación de los animales en grandes grupos, se había distinguido ya antes Lamarck (1744-1829), quien, además, debe mencionarse por sus ideas respecto á la variabilidad de las especies y su *teoría de la acomodación.*

Geoffroy-Saint-Hilaire, el adversario más caracterizado de Cuvier, sostiene la idea de un *plan único y concorde* para todo

el reino animal. Sus principios son: 1.° La *teoría de las analogías*, según la cual se hallan en los diferentes animales los mismos órganos aunque de diversa forma y desarrollo. 2.° La *teoría de la conexión*, según que la misma clase de órganos estén siempre en igual disposición y unión, y 3.° La *ley de equilibrio de los órganos*, según la cual el conjunto del animal se conserva en cierto modo constante, de manera que un órgano sólo puede aumentar ó disminuir cuando disminuya ó aumente otro en proporción inversa. El mismo autor acepta la variabilidad de las especies en el sentido más vasto, y opina, el primero, que los animales fósiles deben ser considerados como precursores de los actuales, habiéndose desarrollado éstos sucesivamente de aquéllos, que eran parecidos y vivían en épocas anteriores. El cambio de las condiciones del medio ambiente en que viven los organismos, es para Geoffroy Saint-Hilaire el factor más poderoso de la variabilidad.

Un gran número de hombres serios sigue las huellas de Cuvier, adelantando el estudio de la Anatomía comparada. Carlos Ernesto de Baer (1792-1876), el descubridor del óvulo en los Mamíferos, abre el camino vasto de la investigación embriológica, profundizándola con sus numerosos estudios, nuevos métodos é ideas claras.

Un nuevo progreso se inicia con la *teoría celular* de Teodoro Schwann (1810-1882), que enseña que el cuerpo animal se compone de pequeños corpúsculos elementales *(células)*, en su mayor parte muy parecidos ó idénticos á los del cuerpo vegetal. Notaremos aquí que las células vegetales fueron descubiertas por Roberto Hooke, en el año 1667.

Además de Cuvier y Baer, han hecho progresar en nuestro siglo los estudios zoológicos, Juan Mueller (1801-1858), influyendo, sobre todo, por sus trabajos de anatomía comparada de los *Mixínidos* [1], de embriología de los *Equinodermos* [2], y de anatomía en los *Artrópodos* [3]; y Ricardo Owen (nac. 1803), por sus estudios morfológicos, principalmente acerca de los *Vertebrados* actuales y fósiles. Contribuyeron al progreso de la morfología de los *Invertebrados:* en cuanto á los *Artrópodos*, Lelorgne de Savigny (1778-1851), Guillermo Fernando Érichson (1809-1849), Rodolfo Léuckart (nac. 1823) y Ernesto Gustavo Zaddach

1. gr. *myxinos:* pez mucilaginoso, lamprea; *eídos:* aspecto, figura. 2. gr. *echînos:* erizo de mar; *dérma:* piel. 3. gr. *árthron:* artículo; *pús, podós:* pie.

(1817 - 1881); en cuanto á los *Moluscos*, Sven Lovén (nac. 1809), Léuckart y Tomás Enrique Huxley (nac. 1825), y respecto á los *Radiados*, Miguel Sars (1805 - 1869) y Lovén. Los animales fósiles fueron estudiados más detalladamente y comparados con los actuales por Cuvier, Luis Agassiz (1807 - 1873), Juan Bautista Brocchi (1772 - 1826), Jaime Sowerby (1757 - 1822), Alejandro Brongniart (1770 - 1847), Anselmo Cayetano Desmarest (1784 - 1838), Cristián Godofredo Éhrenberg (1795 - 1876), Jorge Augusto Goldfuss (1782 - 1848), Germán Bürmeister (nac. 1807), Otoniel Carlos Marsh (nac. 1831), E. B. Cope y otros.

Al desarrollo de la *Zoogeografía* y al conocimiento de la fauna de muchos países, han contribuído poderosamente las expediciones científicas, llevadas á cabo principalmente por Inglaterra, Francia, Rusia, Austria y Suecia. Con Eduardo Forbes (1815 - 1854) y Miguel Sars fueron iniciadas las investigaciones de la fauna submarina, obteniendo resultados extraordinarios por la Expedición del Challenger durante los años 1873 - 1876.

Con el mejor conocimiento de la organización y del desarrollo de los animales, se llegó también á la necesidad de reformar el sistema de Cuvier. Sus cuatro *planes* ó *tipos* fueron deshechos poco á poco, llegando hoy á constituir nueve tipos. Carlos Teodoro Ernesto de Siebold (1804 - 1885) formó el tipo de los *Protozoarios* [1] y el de los *Gusanos*, separando los primeros de los *Radiados* y los segundos de los *Artrópodos*, que juntos constituían los *Articulados* de Cuvier y que figuraban en parte en otros grupos. Léuckart separó los *Celenterados* [2] de los *Equinodermos*, y Carlos Federico Guillermo Claus (nació 1835) dividió los Moluscos en *Moluscos* [3] y *Moluscoideos* [4], habiendo, por consiguiente, ahora los tipos siguientes: 1.° *Protozoarios*, 2.° *Celenterados*, 3.° *Equinodermos*, 4.° *Gusanos*, 5.° *Artrópodos*, 6.° *Moluscos*, 7.° *Moluscoideos*, 8.° *Tunicados* [5], y 9.° *Vertebrados*.

Los estudios morfológicos, fisiológicos y sistemáticos referentes á los mencionados tipos de animales, los debemos, en la segunda parte de nuestro siglo, á un gran número de naturalistas que se han distinguido extraordinariamente, ó que se dedican todavía con abnegación al estudio de los organismos.

1. gr. *prôtos:* lo primordial; *zôon*: animal. 2. gr. *coîlos*: hueco; *énteron*: entraña. 3. lat. *mollis, molluscus*: blando. 4. de *molluscus* y *cidos*: aspecto. 5. lat. *tunica*: túnica.

Entre los autores que se han distinguido en la investigación de los *Protozoarios* ó que cultivan aún hoy el estudio de estos animales más inferiores, debemos mencionar: Cristián Godofredo Ehrenberg (1795-1876), Alcides D. d'Orbigny (1802-1857), Félix Dujardin (1801-1860), Federico Stein (1818-1885), Federico Juan Láchmann (1832-1861), Juan Luis René Claparède (1832-1871), Guillermo Benjamín Cárpenter (1813-1885), Max Schultze (1825-1874), Rodolfo Alberto Kölliker (nac. 1817), Ernesto Haeckel (nac. 1834) y Ricardo Hértwig (nac. 1850).

Para el conocimiento de los *Espongiarios* han sido de importancia los trabajos de Roberto Edmundo Grant (1793-?), G. D. Nardo, H. F. Carter, J. Scott Bowerbanck, Nataniel Lieberkühn (nac. 1822), Oscar Schmidt (1823-1886), Ernesto Haeckel, etc.; para los *Pólipos ó Corales*, los de Enrique Milne-Edwards (1800-1885) y de Julio Haime (1824-1856), y para las *Medusas* los de Juan Federico Eschscholtz (1793-1831) y Eduardo Forbes (1815-1854). Este último ha contribuído también poderosamente al desarrollo del conocimiento de los *Equinodermos*, que fueron estudiados más detalladamente por Luis Agassiz (1807-1873), Eduardo Desor (1811-1882), Juan Mueller (1801-1858), Francisco Germán Tróschel (1810-1882), Cristián Federico Lytken, Teodoro Lymán, Huberto Ludwig (nac. 1832) y otros.

Acerca del estudio de los *Gusanos* se han distinguido principalmente: Carlos Asmundo Rudolphi (1771-1832), Armando de Quatrefages (1810-1892), Emilio Blanchard (nac. 1820), Carlos Mauricio Diesing, P. J. de Beneden (nac. 1809), A. E. Grube (1812-1880), Antonio F. Schneider (1831-1890), Rodolfo Léuckart (nac. 1823) y muchos otros.

El estudio de los *Artrópodos* cuenta con un gran número de hombres que han hecho adelantar su conocimiento, dando además impulsos benéficos para su desarrollo. Sólo citaremos á Pedro Andrés Latreille (1762-1833), á Guillermo Kirby (1759-1850), á León Dufour (1782-1865), á Francisco Leydig (nac. 1821), á Juan Teodoro Lacordaire (1801-1870), á Jorge Cristián Schiœdte (1815-1884), á C. T. E. de Siebold (1804-1885) y á Germán Bürmeister (nac. 1807).

En vista de sus estudios importantes sobre los *Moluscos* deben mencionarse: G. P. Deshayes (1795-?), J. E. Kiener (mur. 1881),

G. B. Sowerby (1812-1884), L. Pfeiffer (1805-1877), Rodolfo Amando Philippi (nac. 1808), E. Milne-Edwards, Fr. Leydig, E. de Lacaze-Duthiers, Tróschel y Carlos Gégenbaur. Acerca de los *Moluscoideos:* R. Owen, P. J. de Beneden, Jorge Jaime Allman y Albany Hancock; y los *Tunicados:* E. Milne-Edwards, M. Sars, A. D. Krohn (1804-1891) y T. E. Huxley.

En cuanto á los *Vertebrados,* se dedicaron principalmente, al estudio de los *Peces,* Agassiz, Cuvier y Valenciennes; al de los *Reptiles* y *Anfibios,* A. M. C. Duméril (1774-1860) y G. Bibron; al de las *Aves:* Blasio Merrem (1761-1824), L. L. Nitzsch (1782-1837), C. L. Brehm (1787-1864), y muchos otros; y al de los *Mamíferos:* M. A. D. de Blainville (1778-1850), R. Owen, R. G. Waterhouse, etc.

Sería una tarea larga y bastante difícil, si se quisieran tomar en consideración los estudios hechos en los últimos decenios, y la enumeración de los naturalistas que se distinguen actualmente por sus investigaciones anatómicas y fisiológicas ó puramente sistemáticas. Pero esta *Ojeada histórica del desarrollo de la Zoología,* no puede cerrarse sin mencionar á Carlos Darwin (1809-1882), el hombre eminente en saber y en ideas, que por sus obras de Zoología, Botánica y Paleontología, ha hecho una verdadera revolución en la ciencia, abriendo un nuevo camino á los estudios de los organismos é influyendo de una manera maravillosa en el desarrollo de la Biología.

Influído por sus observaciones de la fauna actual y fósil de la América meridional, Darwin juntó desde 1837 todos los hechos que parecían estar en alguna relación con el desarrollo de las especies y formuló poco á poco, desde 1844, su teoría sobre el origen de las especies, basada en las leyes biológicas especiales y en las de la naturaleza en general. Las condiciones que caracterizan en conjunto su teoría ó las leyes que, según la misma, originan la diversidad de los organismos de la naturaleza, son las siguientes: *Crecimiento con reproducción; transmisión por herencia casi incluida en la reproducción; variabilidad por influencia directa ó indirecta de las condiciones externas y el uso y no uso de los órganos; multiplicación rápida que forzosamente produce una lucha por la existencia y que lleva á una selección natural, la cual, por su parte, determina la divergencia de caracteres y la desaparición de las formas (individuos, etc.) menos perfeccionadas.*

La primera obra de transcendencia de Darwin, en que des-

arrolla su teoría, apareció en el año 1859, y se titula: *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of the favoured races in the struggle for life.*

Al mismo tiempo que DARWIN, desarrollaba ALFREDO RUSSELL WALLACE un principio sobre la selección natural y su influencia en el origen de las especies, llegando á las mismas observaciones y conclusiones que el primero, por sus estudios de la fauna y flora de las Islas Malayas.

LA MATERIA.

ZOOQUIMICA.

La *Zooquímica*[1], que se basa en las investigaciones de la *Química orgánica*, tiene por objeto el estudio de la *materia* ó de las substancias químicas que constituyen el cuerpo animal, del papel que desempeñan, y de las transformaciones que sufren.

La *materia* del organismo no se halla nunca en estado de reposo, sino en actividad perpetua, cambiándose las agrupaciones de los elementos, llamados *moléculas*[2], y *microsomas*[3], formándose nuevas substancias, ó descomponiéndose las anteriores. El organismo toma materias del ambiente y las transforma á su vez, expulsa las innecesarias, efectuando así una especie de *circulación de la materia* que llamamos *cambio de materia*.

Del medio en que vive, se provee el animal de las materias necesarias para su constitución. Toma relativamente pocos cuerpos inorgánicos (agua, oxígeno, varias clases de sales); pero exige grandes cantidades de substancias orgánicas, las formadoras de los tejidos y las materias de combustión (albúminas, grasas, hidratos de carbono, etc.), que recibe ya preformados del reino vegetal, sea directamente, si se nutre de vegetales, sea indirectamente, si se alimenta de carne. Los vegetales forman esas substancias orgánicas por medio de procedimientos sintéticos ó de reducción,

1. gr. *zôon:* animal; *chymeia, chemeia;* mezcla química. 2. lat. dim. de *moles*: peso, masa=partículas químicas. 3. gr. *mikrós:* pequeño; *sôma:* cuerpo=partículas de cuerpos orgánicos.

tomando del aire y del suelo anhidrido carbónico, agua, sales, ácidos, óxidos, combinaciones amoniacales, etc.

Las substancias orgánicas que toma el animal se emplean en la formación de los tejidos, sin que sufran alteraciones ó cambios fundamentales, y son conservadas por algún tiempo, como sucede principalmente con los albuminatos, una parte de la grasa y una muy pequeña cantidad de los hidratos de carbono y de las sales orgánicas; ó son oxidadas ó quemadas por el oxígeno que se toma al mismo tiempo, ó descompuestas inmediatamente ó poco después de haber sido absorbidas, como, por ejemplo, los hidratos de carbono, las grasas y las sales orgánicas, y en pequeña cantidad, los albuminatos.

De los setenta y tantos elementos ó cuerpos simples hasta ahora conocidos, se encuentra como la tercera parte en el reino animal. Constituyen su cuerpo: en primera línea, el carbono, el hidrógeno, el nitrógeno ó ázoe, el oxígeno, el calcio y el sodio; en segunda, el azufre, el fósforo, el magnesio, el potasio, el silicio y el cloro; y en tercera línea, el hierro, el manganeso, el cobre, el aluminio, el iodo, el bromo y el fluor. Del litio, de la plata, del plomo, del titano y del arsénico, sólo se han observado vestigios una que otra vez, que no deben considerarse, por lo tanto, como constitutivos permanentes del cuerpo animal, sino como materias accidentales.

CUERPOS SIMPLES EN ESTADO LIBRE.

Muy pocos de los elementos mencionados se encuentran en estado libre; generalmente forman entre sí combinaciones binarias, ternarias, cuaternarias, ó más complexas, de estado gaseoso, líquido ó sólido.

El *oxígeno* (O)[1], en estado libre, forma una mezcla con otros gases, encontrándose en la sangre, en los pulmones, en el canal intestinal y en la vejiga natatoria de los peces y de otros animales acuáticos. Proviene del aire atmosférico ó del agua donde se halla disuelto, y es absorbido por los órganos respiratorios, por los vasos acuíferos ó por la piel de los animales acuáticos. Tiene mucha afinidad con los principales constitutivos del cuerpo animal,

1. Símbolo de los químicos para el oxígeno.

que siendo pobres en oxígeno, se oxidan fácilmente, desarrollando calor. El oxígeno es, por consiguiente, el principal agente de las transformaciones y del calor, y posee gran afinidad, sobre todo, con la materia colorante de los glóbulos sanguíneos rojos, que lo polariza ó lo invierte en ozono. El *oxígeno* libre, disuelto en los tejidos, sin que haya sido transmitido en combinación con la materia colorante por los glóbulos sanguíneos, daña á éstos y á los tejidos.

El *hidrógeno* (H) [1], en estado libre, se halla en los gases intestinales, en mayor cantidad si el animal se alimenta más de leche que de carne; y en cantidades mínimas en el aire exhalado, probablemente como producto de la descomposición del agua.

El *nitrógeno* ó *ázoe* (N ó Az), en estado libre, se observa en los pulmones, en la sangre, en la orina, en los gases intestinales y en la vejiga natatoria de los peces.

COMBINACIONES BINARIAS INORGANICAS.

El *agua* (H^2O), es una de las combinaciones binarias más abundantes del cuerpo animal. Se halla en todos los tejidos y órganos, comunicándoles generalmente flexibilidad y suavidad, y sirviendo de disolvente á muchas materias y de medio de transporte en el cambio de materia, etc. El animal vivo tiene la propiedad de conservar el agua en cierta cantidad, á pesar de las temperaturas elevadas y de la atmósfera seca. Grandes cantidades de agua aumentan el volumen de los tejidos; su escasez, en ciertos casos, lo disminuyen. Hasta los tejidos aparentemente secos contienen aún agua. El más pobre en agua es el *esmalte* de los dientes, que tiene 0,2 por ciento de ella. El tejido dentario tiene por término medio, 10; los huesos, 22; los cartílagos, 55; los músculos y nervios, 75; la sangre, 78 á 80; la linfa, 98; la saliva y el sudor, hasta 99,5 °/₀.

Los animales acuáticos contienen mucha más agua que los terrestres. Así se observa en las *Medusas ó aguas vivas* hasta 99,5 °/₀ de agua, en las ranas 85, habiendo en los animales terrestres sólo de 60 á 75 °/₀. Los tejidos de los animales jóvenes contienen más agua que los de los adultos; aun menos la hay en los tejidos de los viejos.

1. Símbolo para el hidrógeno.

Los riñones tienen de 82 á 83 % de agua, por lo tanto, más que la sangre, conservándose, sin embargo, en estado bastante sólido.

El organismo toma el agua del medio en que vive, ya en el estado en que ordinariamente se halla, ó ya contenida en diversos alimentos; una pequeña parte, no obstante, parece provenir de la oxidación del hidrógeno.

La expulsión se efectúa por los órganos *uropoéticos* [1], por el canal intestinal, por los aparatos respiratorios y por la piel. La evaporación ó transpiración del agua sirve, en parte, para mantener movimientos circulatorios, y en parte, para regular el calor del cuerpo.

Las substancias que se disuelven en el agua se llaman *cristaloideas* [2], como, por ejemplo, las sales; las que no se disuelven, sino que se hinchan ó aumentan de volumen, se denominan *coloideas* [3], como la albúmina del huevo, el cristalino del ojo, etc.

El *hidrógeno carbonado, metano, hidruro de metilo* ó *gas de los pantanos* (CH^4), se encuentra en los gases intestinales, principalmente después de una alimentación de legumbres. Vestigios de este gas se han observado también en el aire exhalado.

El *anhidrido carbónico* (CO^2) abunda en la sangre, en los órganos respiratorios y en el canal intestinal; en pequeñas cantidades se halla en la vejiga natatoria de los peces y en todos los tejidos del cuerpo animal, á causa de la oxidación del carbono y del desdoblamiento de ciertas combinaciones carbónicas. Su expulsión se efectúa principalmente por los órganos respiratorios y por la piel. Su acumulación en los tejidos produce estados anormales y aún la asfixia, si la cantidad del gas es considerable. En la atmósfera se encuentra dicho gas sólo en la proporción de $\frac{4}{10000}$ partes, siendo ya pernicioso si sobrepasa de 0,1 %. La respiración se dificulta habiendo 1 % de *anhidrido carbónico* en el aire.

El *ácido sulfhídrico* ó *hidrógeno sulfurado* (H^2S) se observa en los gases intestinales, sobre todo en el caballo, y en cantidades mínimas en el aire exhalado; en el último caso, proviene de los restos de alimento que se descomponen en la boca. Este gas se presenta accidentalmente en el organismo, así como el *hidrógeno carbonado.*

El *anhidrido silícico* ó *cuarzo* (SiO^2) abunda en las cáscaras y

1. gr. *ûron*: orina; *poiesis*: el acto de hacer, producir. 2. gr. *krystallos*: hielo; *êidos*: aspecto. 3. gr. *kólla*: gelatina, cola; *êidos*: aspecto.

esqueletos de *Protozoarios*, *Espongiarios* y *Pólipos;* además, en los pelos y plumas, en la sangre, la bilis, la orina, en los excrementos y en los huevos. Las cenizas de la clara del huevo contienen dicho cuerpo hasta un 7 por ciento de su peso. Los animales superiores se apoderan del *anhidrido silícico* por medio del alimento, principalmente con las semillas de las gramíneas; los inferiores, lo toman del agua del mar. El *anhidrido silícico* es un agente poderoso de la petrificación ó fosilización de los organismos.

ÁCIDOS INORGÁNICOS.

El *ácido clorhídrico* (HCl) se observa, en estado libre, en el estómago de los animales superiores, y en mayor cantidad en los *creófagos* [1] ó carnívoros, que en los *fitófagos* [2] ó *herbívoros*. Las glándulas salivares de los moluscos del género *Dolium* [3] segregan hasta 0,4 por ciento de este ácido.

El *ácido sulfúrico* (H^2SO^4) se encuentra, en estado libre, junto con el ácido *clorhídrico* y con sales sulfúricas, en determinadas glándulas salivares de los Moluscos de los géneros *Dolium* [3], *Cassis* [4], *Tritonium* [5], *Murex* [6], *Aplysia* [7], etc.; y de 2,5 hasta 4 por ciento en la saliva que ciertos animales expulsan con vehemencia, empleándola como medio de defensa.

El *ácido fosfórico* (H^3PO^4) se halla apenas en el cuerpo animal, á pesar de la abundancia de las sales fosfóricas que éste contiene. Se supone su existencia en la yema del huevo, en los músculos y en los nervios.

SALES HALOIDEAS.

El *cloruro de sodio* (NaCl) ó sal común, se halla en todos los líquidos y tejidos del cuerpo animal en cantidades más ó menos constantes y determinadas. Abunda en las mucosidades, en el jugo gástrico, en el sudor, en la saliva, en la orina y, por excepción, en el esqueleto de los tiburones. Su introducción en el cuerpo se efectúa con las materias alimenticias; su eliminación, por medio de

1. gr. *kréas:* carne; *phageîn:* comer. 2. gr. *phytón:* vegetal; *phageîn:* comer. 3. lat. *dolium:* barril. 4. lat. *cassis:* casco. 5. lat. *tritonium:* cuerno de Tritón (*Tritón:* mitol: dios del mar). 6. Nombre aplicado por *Plinio* al caracol de la púrpura. 7. gr. *aplysia:* suciedad, mugre.

las diversas secreciones. Es de importancia para la formación del jugo gástrico y de la bilis, y para la conservación de la albúmina y caseína en estado de disolución. Todos los tejidos tienden á mantener cierta cantidad determinada de *cloruro de sodio;* el exceso se elimina por la orina y por el sudor. La cantidad de sal aumenta ó disminuye en el organismo, según que se tome mucha ó poca.

El *cloruro de potasio* (KCl) acompaña generalmente á la sal anterior y parece que la sobrepasa en cantidad en los glóbulos sanguíneos, en los albuminatos de los músculos y en algunas secreciones, siendo de importancia para la nutrición y actividad de los músculos y de los órganos centrales del sistema nervioso. Esta sal, en gran cantidad, paraliza los nervios y músculos, como sucede también con el *cloruro de sodio,* pero en proporciones mayores.

El *fluoruro de calcio* ($CaFl^2$) se encuentra en muy pequeñas cantidades en los huesos y en los dientes, abundando más en el esmalte dentario, en los fósiles—en éstos á veces hasta 16 %—y en el esqueleto de los animales inferiores. Algunos corales tienen *fluoruro de magnesio* ($MgFl^2$), en vez de *fluoruro de calcio.* Vestigios de él se han observado en el cerebro, en la sangre y en la leche.

El *cloruro de amonio* (NH^4Cl) se observa con certeza sólo en el jugo gástrico del perro y de la oveja; su presencia en otras secreciones es dudosa.

SALES OXIGENADAS.

El *carbonato de sodio* ($NaCO^3$) aparece en mayores cantidades en la sangre y orina de los fitófagos, principalmente de los que se nutren de gramíneas, y en la saliva y linfa del caballo; en pequeñas, en los omnívoros, en los cuales abundan principalmente los fosfatos.

El *carbonato de potasio* (KCO^3) ha sido observado en la orina y en la sangre de los fitófagos, y en la saliva del caballo.

Los *carbonatos alcalinos* inician con su presencia oxidaciones; saponifican las grasas y mantienen en solución los albuminatos de la sangre. Proceden de las substancias alimenticias vegetales y, en primera línea, de los frutos.

El *carbonato de calcio* ($CaCO^3$) es una de las combinaciones más

abundantes en el reino animal. Se halla en estado cristalino y amorfo, y en toda clase de formas y concreciones, tanto en los animales inferiores como en los superiores. Constituye las cáscaras, masas fibrosas y granulosas, agujas, espinas, escamas, esqueletos, etc., de los *Protozoarios*, *Celenterados*, *Equinodermos*, *Gusanos*, etc. Las cáscaras de los caracoles, conchas y huevos, están formadas en su mayor parte por él. Se encuentra en los dientes y en el esqueleto de los *Vertebrados*, en la saliva del caballo, en la orina de los fitófagos, en las paredes de los vasos sanguíneos, etc. Esta sal se halla al principio disuelta en los líquidos, pero tiene tendencia á depositarse en los tejidos normales y anormales del cuerpo animal, y á formar incrustaciones después de la muerte. El *carbonato de calcio* se incorpora al organismo por medio de las substancias alimenticias y del agua, disolviéndose en ésta, en presencia del anhidrido carbónico.

El *carbonato de magnesio* ($MgCO^3$) acompaña muy á menudo á la sal anterior, encontrándose, además, en el esqueleto de los corales, en la orina de los fitófagos, etc.

Entre las sales fosfóricas abunda únicamente el *fosfato de calcio neutro* [$(PO)^2 Ca^3 O^6$], representando el constituyente principal de los huesos y dientes de los *Vertebrados*. Además, se encuentra en los pelos, cuernos y uñas, acompaña las combinaciones albuminosas y se halla también en las células. Como *fosfato de calcio biácido* [$(PO)^2 CaH^4 O^6$], no falta en la leche, en la orina, en el cerebro, en los nervios y en los músculos. Los *Invertebrados* contienen pequeñas cantidades de *fosfato de calcio* conjuntamente con el *carbonato de calcio;* sólo en algunos corales su cantidad asciende á 4 %.

El *fosfato de magnesio* [(PO^2) MgO^6] acompaña casi siempre al anterior, pero en muy pequeñas cantidades. Abunda sólo en los dientes de los *Paquidermos* [1] y en los huesos de los fitófagos. En estos últimos existe, como *fosfato amónico-magnésico* [(PO^4) $MgNH^4$], en los cálculos intestinales, y da á la orina la turbiedad característica. En los corales se encuentra de 0,2 hasta 16 %.

Los *fosfatos alcalinos* se encuentran por lo general en la sangre y en la carne, principalmente en la de los granívoros; el cuerpo se apodera de ellos mediante los alimentos, y los elimina por la orina y el excremento.

El *sulfato de calcio* ($CaSO^4 + 2H^2 O$) se ha observado en la piel

1. gr. *pachys:* grueso; *dérma:* piel.

de ciertos *Equinodermos* y *Tunicados*, en el esqueleto de los tiburones, en la cáscara de los huevos de algunas víboras y en la orina de los caballos enfermos.

Los *sulfatos alcalinos* se hallan solamente en cantidades notables en el esqueleto de los peces y de los reptiles.

Los *silicatos* se encuentran en cantidades considerables sólo en el esqueleto de los corales.

OTROS CUERPOS INORGÁNICOS.

El *hierro* (Fe) se halla constantemente en la sangre de los *Vertebrados* unido á la *hematina* de los glóbulos rojos, en la proporción del 8 por mil. En la sangre roja de los animales inferiores se encuentra disuelto en el suero. Como *sesquióxido* (Fe^2O^3) tiñe los dientes de los roedores, y se halla en la proporción hasta del 1 % en el *coral rojo* ó *noble*. En cantidades pequeñas y variables se le observa en el jugo gástrico, en el quilo, en las plumas, en los pelos, en el pigmento (materia colorante) negro del ojo, en los huevos de las aves, sobre todo en la yema, en la leche y en la orina. En el jugo gástrico del perro lo encontramos como *cloruro de hierro* (Fe^2Cl^2), y en la bilis como *fosfato de hierro*. En el bazo de los caballos enflaquecidos se observan corpúsculos amarillos formados de *óxido de hierro* y de *fosfato de hierro*.

El *cobre* (Cu) desempeña en la sangre de los animales inferiores el mismo papel que el *hierro* en la de los superiores; se encuentra, sobre todo, en los *Crustáceos* y en los *Moluscos*. En algunos casos se observa el *cobre* y el *hierro* juntos en el mismo líquido. En los animales superiores se halla el *cobre* por lo general en la bilis, en los cálculos biliarios y en la sangre del hombre, y en la bilis de los animales de la raza bovina. Ha sido observado también en las plumas de algunos papagayos ó loros y otras aves.

El *manganeso* (Mn) se halla en cantidades mínimas, acompañando al *hierro*, en los pelos y en la bilis. Su presencia es constante en la sangre y en los dientes de los rumiantes.

El *iodo* (I) se encuentra constantemente en todos los órganos de los *Espongiarios* y de los demás animales invertebrados marinos. También lo hallamos en los peces marinos, sobre todo en el hígado y en los huevos; abunda principalmente en las rayas y

en el abadejo ó bacalao. Habiendo sido observado últimamente el *iodo* en algunas clases de uvas y en los berros, no faltará tal vez en algunos animales terrestres.

El *bromo* (Br) acompaña por lo general al *iodo;* pero se encuentra sólo en muy pequeñas cantidades.

Del *litio* (Li), de la *plata* (Ag), del *plomo* (Pb), del *titano* (Ti) y del *arsénico* (As) se han hallado algunas veces sólo vestigios, que deben haber entrado accidentalmente en el cuerpo animal.

COMBINACIONES ORGÁNICAS.

Las combinaciones orgánicas del cuerpo animal representan substancias particulares, de las cuales se encuentran muy pocas en los vegetales. Observando, además de su constitución química, el papel que desempeñan y las transformaciones que sufren, se nota que las unas son *histogéneas* [1] ó *formadoras de tejidos*, que las otras son *substancias de secreción*, que tienen un objeto determinado y en ciertos casos de suma importancia, y que, por fin, otras son *materias de transformación regresiva*, que deben ser expulsadas del cuerpo.

Desde el punto de vista de su composición química, son: ternarias, cuaternarias ó más complexas, existiendo bajo la forma de moléculas de peso molecular muy elevado. Son numerosas y tienen una gran afinidad por el oxígeno, que toman continuamente, sufriendo modificaciones ó transformaciones. Su gran número es debido á las múltiples combinaciones del carbono con el hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

Pueden eliminarse como productos finales de la oxidación de materias nitrogenadas; v. gr.: la urea; los otros, como productos da la oxidación del carbono y del hidrógeno, por ejemplo, el anhidrido carbónico y el agua.

1. FORMADORAS DE TEJIDOS.

Las substancias *histogéneas ó formadoras de tejidos*, son casi todas combinaciones cuaternarias formadas de carbono, hidrógeno,

1. gr. *histôs :* tejido ; *genoá*: origen, nacimiento.

nitrógeno y oxígeno, á los cuales se agregan muy á menudo el azufre y el fósforo. Fueron llamadas antes *materias proteicas*, en la creencia de que todas contenían la *proteína*, constituída por los cuatro elementos organógenos mencionados y por el azufre y el fósforo.

1. Albuminatos.

Los *albuminatos* están formados químicamente por los cuatro organógenos y por el azufre y el fosfato de calcio. Al descomponerse dan productos amoníacales, y por medio de la combustión producen un olor á pelos ó cuernos quemados. Se hallan en todos los animales y en todos los estados de la vida, ya disueltos en otras substancias ó ya como materia bastante líquida ó semisólida, cristalizándose rara vez y teniendo la propiedad de absorber y retener con facilidad grasas, carbonatos y fosfatos de calcio. Casi todos se coagulan á temperaturas relativamente elevadas según la especie; los coágulos son solubles en los álcalis y en el ácido acético, y se dejan precipitar de sus soluciones por medio de los ácidos. El ácido nítrico los tiñe de color amarillo; por cocción en el ácido clorhídrico dan una solución de color de violeta; con el ácido sulfúrico y molíbdico se vuelven azules, y con azúcar y el mismo ácido, rojos, etc. Destiñen las soluciones débiles de sulfato de cobre; á las soluciones fuertes la fibrina les da una coloración verde que cambia en violeta por el tratamiento con hidrato de potasio, sodio, calcio ó bario.

Los albuminatos se precipitan de las soluciones ácidas por pequeñas cantidades de ferrocianuro de potasio, ó por las combinaciones clorosas ó sales sulfúricas, y asimismo por las sales y los cloruros de los metales pesados.

Los diferentes albuminatos pueden hallarse juntos en el mismo líquido del organismo animal, y pueden transformarse el uno en el otro. En muchos casos no se necesita más que la presencia del anhidrido carbónico, del aire ó del agua, para que se inicie el cambio de constitución. Sus caracteres son en muchos casos poco estables y su propiedad de difusión es muy exigua.

En estado líquido, los observamos propiamente como materias de regeneración ó nutrición en la sangre, en el quilo, en la linfa y en la leche. En estado semisólido, representan la quinta esencia de la parte nutritiva de nuestros alimentos. El cuerpo animal tiene

que obtenerlos ya formados, sea del reino vegetal ó sea del animal. Son eliminados, después de haber sufrido varias transformaciones, como productos de *transformación regresiva*.

Los principales albuminatos son los siguientes:

La *albúmina del suero ó serina*, que se encuentra en los líquidos de los órganos y en los de nutrición, especialmente en el suero de la sangre, y que se coagula á 70° C.

La *albúmina del huevo*, que constituye casi enteramente la clara del huevo de las aves, y que consta, según GAUTIER, de dos albuminatos, de los cuales el uno se coagula á la temperatura de 63°, el otro á 74° C. TARCHANOFF ha demostrado últimamente que la albúmina de los huevos de las *aves insesoras* [1], llamada por él *albúmina de tata*, se distingue por muchos caracteres de la albúmina de los huevos de las *aves nidífugas* [2]. Al coagularse no se pone blanca y opaca, sino que permanece hialina ó transparente como una substancia gelatinosa. Además, la *albúmina del huevo de las insesoras* se difunde y filtra con mayor facilidad, es más fluorescente, y el jugo gástrico la digiere 8 á 10 veces más pronto que la otra en estado coagulado. Durante la incubación, la *albúmina de tata* ó de las *aves insesoras* se transforma poco á poco en la común ó la del huevo de las *aves nidífugas*.

La *albúmina del huevo* de los reptiles es de difícil coagulación; en algunos casos no se solidifica por el calor, y parece ser un derivado. La albúmina alcalina y la en que falta el anhidrido carbónico, no se coagula tampoco por el calor.

La *globulina*, en su forma de *paraglobulina ó caseína del suero*, se observa en los glóbulos sanguíneos, en el suero de la sangre, en el quilo, en la saliva, en los líquidos del ojo, etc. Se enturbia por el calor sin formar copos, y se precipita por el anhidrido carbónico, disolviéndose el precipitado por el oxígeno.

Como *miosina* ó una especie de *fibrina muscular*, según KUEHNE, se halla la *globulina* como substancia líquida, coagulándose después de la muerte, y produciendo la rigidez cadavérica.

Como *vitelina*, la observamos en los huevos de las aves, reptiles y peces. Se han distinguido muchas variedades dándoles denominaciones especiales.

1. Aves cuyos pollos guardan por algún tiempo el nido, como la paloma, el loro, etc.
2. Aves cuyos pollos abandonan muy pronto el nido; por ejemplo, la gallina, el pato, etc.

La *fibrina* ó *coagulina* se conoce solamente en su estado coagulado; pues se solidifica inmediatamente al salir del cuerpo animal con los líquidos (sangre, quilo y linfa) que la contienen. La causa de la coagulación (véase más adelante) parece ser la falta de la pared activa del vaso que contiene el líquido. La sangre de los peces y anfibios, tiene poca *fibrina*, la que se coagula con lentitud y se disuelve más pronto. Existe también la *fibrina* en los *Invertebrados*. Se disuelve con facilidad en el ácido acético y en álcalis; no se disuelve en el ácido clorhídrico.

La *caseína* es la materia que forma el queso ó la masa coagulante de la leche, que la contiene de 3 á 5 %; pero se halla también en la sangre, en la pared de las arterias, en la yema del huevo, etc. Sólo una pequeña parte se coagula por el calor, formando con la albúmina la tela natatoria (vulgarmente: *nata)* de la leche cocida; pero su coagulación se efectúa por los ácidos ú otros ingredientes (el cuajo de los terneros, el jugo del *Cardo*, del *Tasis*[1], etc.). Tiene un papel importante como substancia nutritiva, parecida á la *legúmina* de las *Leguminosas*, con la que preparan los chinos una especie de queso vegetal.

La *caseína de las palomas*, segregada por el buche de estas aves y de otras, es parecida á la de la leche. Además de una especie de *caseína*, contiene grasa, agua y sales, y sirve para la nutrición de la cría.

El *amiloide*, descubierto por Virchow en el cerebro de caballos viejos, en el bazo y en el hígado, se halla también en algunos *Protozoarios* y *Celenterados*. Es muy resistente á la descomposición, y se parece al almidón por ciertas propiedades que manifiesta en la reacción química.

La *oxihemoglobina* se encuentra en los glóbulos rojos de la sangre arterial de los *Vertebrados* y en el suero, y en varios tejidos de muchos *Invertebrados*. Al pasar la sangre por los órganos pierde la *oxihemoglobina* una parte de su oxígeno y representa entonces la *hemoglobina*. Ésta se halla en la sangre venosa, dándole una coloración más obscura que la sangre arterial. En los órganos respiratorios, absorbe la *hemoglobina* otra vez el oxígeno, transformándose entonces en *oxihemoglobina*. Los cristales en que aparece la *oxihemoglobina* y que están unidos á la *globulina* de

1. *Tasis*: plantas de los géneros *Araujia*, *Morrenia*, etc., de la familia de las *Asclepiadáceas*.

los corpúsculos sanguíneos, pertenecen á varios sistemas, según la clase de animal; también tienen distintos grados de disolución, y muestran, en algunos casos, combinaciones químicas diferentes.

La *oxihemoglobina* se compone de la *hematina* y de la *globulina*, que se separan por el tratamiento con los ácidos. La sangre de los creófagos es más rica en este cuerpo que la de los fitófagos (la del perro tiene 13,8; la del conejo 8,4 %), y la de los animales de edad avanzada, más que la de los de poca edad. La coloración roja de los músculos se debe también á la *oxihemoglobina*, que está en relación directa con la energía vital. En las

Fig. 3.

CRISTALES DE HEMATINA

a del conejo
a' del turón
b del ratón
c del erizo
d del pez *Belone*
e del arenque
f del cuervo
f' del conejillo de la India
g, *g'* del hombre
h, *h'* cristales de la hematoidina.

Aves y en los *Mamíferos*, como clases de animales de mucha actividad y fuerza, y en los órganos más activos, como, por ejemplo, el corazón, la encontramos en cantidades considerables. Lo mismo se observa en el corazón de los peces y de los anfibios.

Se obtiene la *oxihemoglobina* por destrucción de los glóbulos sanguíneos, por congelación de la sangre, por el tratamiento con la electricidad, el éter, el alcohol, el cloroformo, etc.

La *hematina* ($C^{34}H^{35}FeN^4O^5$), que proviene de la descompo-

sición de la *oxihemoglobina* por medio de los ácidos, es roja y cristaliza principalmente en los sistemas hexagonal y rómbico (fig. 3). Al hierro que contiene, se le consideraba antes como la causa de la coloración roja de los glóbulos sanguíneos colorados; pero aunque se extraiga el hierro por medio del ácido sulfúrico concentrado, la *hematina* no pierde su color rojo.

La *hematoïdina*, que se observa en la sangre que ha salido anormalmente de los vasos, cristaliza en el sistema rómbico (fig. 3, *h* y *h'*); sus cristales muestran dicroísmo.

2. *Albuminoides.*

Los *albuminoides* ó *substancias albuminoideas*, se derivan de los *albuminatos*, que se encuentran en los tejidos y líquidos en estado coloide, raras veces cristaloide. Su papel fisiológico es de menor importancia que el de los albuminatos, y por esto muy pocos se hallan en el contenido celular, encontrándose más bien en las paredes celulares ó fuera de las células; hacen excepción las *peptonas*, que son las substancias regeneradoras de los tejidos.

Los principales *albuminoides* son los siguientes:

Las *peptonas*, que son albuminatos transformados por los agentes de la digestión, y que se distinguen de los verdaderos *albuminatos* por no precipitarse ya de las soluciones ácidas por el ferrocianuro de potasio, y sí por el ácido tánico, ácido fosfotúngstico, ácido fosfomolíbdico, y por el ioduro mercúrico-potásico; representan varias modificaciones, mostrándose como una especie de hidratos de los *albuminatos*.

La *sintonina, fibrina muscular* ó *parapeptona*, es un constitutivo semilíquido de las células contráctiles, sobre todo de los músculos estriados. Se forma de la *miosina* por medio del ácido clorhídrico, y es una especie de albúmina acidulada.

La *glutina, gelatina, cola* ó *colágeno*, se halla en casi todos los tejidos y se disuelve con facilidad.

En las substancias gelatinosas de los mamíferos la encontramos de 4 á 5 %; en las pieles y en los tendones, hasta 25, y en los huesos cartilaginosos, de 32 á 33 %.

No sirve propiamente como substancia de nutrición, por ser más oxidada que la *albúmina*, y no es transformable en ésta; pero tomada, evita la descomposición de los tejidos y economiza el gasto de la *albúmina*.

En estado puro, la *gelatina* es algo amarillenta, transparente, insípida, inodora y quebradiza. Su base es la *oseína* ó substancia orgánica gelatinosa de los huesos, que se transforma por cocción en la *gelatina*. Tratada por el ácido sulfúrico, da *leucina* y *glicina*.

La *condrina ó gelatina del cartílago*, se distingue de la precedente por tener menos nitrógeno en su constitución y por precipitarse por el ácido acético y el ácido láctico. Se halla en los cartílagos persistentes y en los de osificación antes de su endurecimiento, en la esclerótica del ojo, en la piel de los *Tunicados*, en algunos *Equinodermos*, etc. Su base es el *condrógeno* ó la substancia orgánica gelatinosa de los cartílagos. Tratado con el ácido sulfúrico, sólo da *leucina*.

La *elastina*, que es el constitutivo principal de las fibras y fajas elásticas del tejido conjuntivo de los mamíferos y que se encuentra, además, en la membrana externa de la vejiga natatoria de algunos peces, se disuelve sólo por cocción en una solución concentrada de lejía potásica.

La *queratina ó substancia córnea*, se halla en células epidérmicas, en pelos, plumas, escamas, uñas, cuernos, en la ballena, en la cáscara de las tortugas y en otras piezas duras de los animales superiores; en los corales, forma el eje central de ciertas especies. Se reblandece por cocción, pero sólo se disuelve bajo una fuerte presión, sin dar *glutina*. Por el ácido sulfúrico, da *leucina* y *tirosina*. Á causa de su resistencia, sirve de protección á los tejidos blandos, ó constituye armas de defensa.

La *quitina ó entomolina* ($C^{15}H^{26}N^2O^{10}$), es un glucósido y juega en los *Gusanos* y *Artrópodos* el mismo papel que la *queratina* en los *Vertebrados*. Constituye el esqueleto cutáneo, y en mayor proporción sus apéndices, y entra en la formación interna de los órganos de respiración, digestión y reproducción. Ha sido observada últimamente también en los *Cefalópodos* [1] y *Braquiópodos* [2]. Sólo es soluble en los ácidos concentrados (clorhídrico, nítrico y sulfúrico) y en el *licor de Labarraque ó de Javelle*.

La *mucina ó mucílago animal*, constituye en su mayor parte las secreciones mucilaginosas de las membranas mucosas, encontrándose también en la saliva, en los humores del ojo y de las articulaciones de los miembros, etc. Proviene de la descomposición de las

1. gr. *kephalé*: cabeza; *Cefalópodos* = vulg. pulpos marinos. 2. gr. *brachíon*: brazo; *pús, podós*: pie.

células de los aparatos de secreción; no puede ser reabsorbida; tiene propiedades algo fermentativas.

La *limacina* y la *helicina*, representan el constitutivo principal de la substancia mucilaginosa de los caracoles de los géneros *Limax* y *Helix;* se hallan probablemente en todos los *Moluscos*. Son generalmente hialinas.

La *neosina* es parecida á las anteriores y se encuentra en la saliva de las *salanganas* [1] ó golondrinas de la India (especies del género *Collocalia* [2] y en sus nidos construídos con algas ú otros vegetales, y la saliva. Se aprecian estos nidos como manjar exquisito, principalmente en la Gran China. Á los mercados de ese país llegan anualmente por el valor de un millón y medio de pesos fuertes.

La *fibroína* ó *materia sérica* ($C^{15}H^{23}N^5O^6$), constituye la parte interna de los hilos de la seda, y se encuentra en las glándulas seríficas del gusano de seda y de otras orugas, en estado semilíquido, endureciéndose al contacto del aire y al formar el hilo, en cuyo caso su parte externa se apodera de 2 átomos de hidrógeno y de 2 de oxígeno, transformándose en la *sericina*.

La *sericina* ó *glutina sérica* ($C^{15}H^{25}N^5O^8$), que se halla en la parte externa del hilo de seda, y que representa hasta 34 % de su peso, se disuelve más fácilmente en el agua hirviendo que la *glutina* común.

La *fibroína del cutis* se encuentra en el integumento de los animales superiores, y se extrae por medio del ácido acético.

La *coriina* se halla en la piel fresca, y es la substancia que une las fibras cutáneas.

La *espongina* ó *espongiolina* representa la substancia orgánica de las fibras ó del esqueleto de los *Ceraospongios* [3]. Se disuelve lentamente en lejía de sosa fría, y rápidamente por cocción.

La *conquiolina* es la substancia orgánica fundamental de las cáscaras de las conchas, que se pierde si permanecen mucho tiempo en el agua sin el animal, y que desaparece en los fósiles. Por ciertos caracteres, es parecida á la *condrina*, por otros, á la *quitina*, y por otros, finalmente, á la *queratina*. Es soluble en los ácidos concentrados y álcalis. No da *glutina* por cocción.

La *nucleína* ($C^{29}H^{49}N^3P^3O^{22}$), se encuentra en el cerebro y en

1. De la Isla *Salang*, cerca de Malaca. 2. gr. *kollâo*: pego, construyo pegando; *kaliá*: nido, casilla. 3. gr. *kéras*: cuerno; *sponggiá, spongia*: esponja.

el hígado del hombre, en los nucléolos de los glóbulos sanguíneos de las aves y de las serpientes, y en los órganos de reproducción de ciertos peces. Se disuelve en los ácidos concentrados.

En el cerebro, en los nervios, en los órganos eléctricos del pez torpedo, en la yema del huevo, en el caviar y en los glóbulos sanguíneos, se han observado las dos materias siguientes, cuyo papel fisiológico es aún desconocido:

La *lecitina*, que contiene mucho fósforo y tiene el aspecto de la cera y el lustre de la seda, se disuelve fácilmente en éter y alcohol, y substituye la grasa en las masas nerviosas. Es en parte *neurina fosfórica*, en parte una grasa neutra (*ácido esteárico* con *ácido fosfórico*).

La *cerebrina* no contiene fósforo, y constituye junto con la *lecitina*, la substancia que se llamaba antes *protagón*.

3. Grasas.

Todas las grasas del cuerpo animal son mezclas de varias especies: representan en su mayor parte *triglicéridos;* contienen menos oxígeno que los hidratos de carbono; funden á temperaturas inferiores á 100° C; hierven á 300°. Todas son solubles en el éter, y algunas en el alcohol. Se oxidan al aire libre (se ponen rancias); en el cuerpo animal entran en oxidación con menos facilidad que los *albuminatos*.

Las *grasas* aparecen unidas á los álcalis, saponificadas ó libres, formando en el último caso pequeñas gotas, como, por ejemplo, en la sangre, en el quilo, en la linfa, en la leche, en el hígado, en la yema del huevo, en numerosos animales inferiores, etc. En muchos casos se hallan depositadas en células especiales del tejido conjuntivo, constituyendo los *tejidos grasos* ó *adiposos*. Forman, sobre todo, el *cuerpo adiposo* de los insectos durante su estado de larvas, el *panículo adiposo* (capa de grasa ó tocino) de los mamíferos, y masas considerables en los riñones, en la cavidad del ojo, en los huesos, en la cola de las *ovejas esteatópigas* [1], en la giba de los camellos y en los gluteos de los Hotentotes, etc. Se encuentran casi en todos los líquidos y tejidos, y muy á menudo en contacto con materias colorantes.

1 gr. *stéar*, gen. *stéatos*: grasa, sebo; *pyga*: cola.

El organismo recibe la *grasa* ya formada como tal, ó procedente de la transformación de los hidratos de carbono (glucosa, azúcar, almidón, etc.) y de los albuminatos.

La *grasa* protege ciertos órganos contra presiones y choques; evita la irradiación del calor y la percepción rápida de los cambios bruscos de la temperatura, y comunica soltura y suavidad á los tejidos. Sirve, además, como reserva de materia nutritiva á los animales invernantes, en las enfermedades y trabajos excesivos, y en todos los casos sirve como materia de respiración. También contribuye á la formación de tejidos de diferentes clases, lo que se observa principalmente en la metamorfosis de los insectos.

Las grasas principales son las siguientes:

La *oleína ó glicerina trioleica*, que representa una grasa líquida y se halla mezclada con otras. En el aceite de las ballenas, aves acuáticas y peces es el principal constitutivo;

La *palmitina ó glicerina tripalmítica*, que es una grasa semisólida á la que pertenece en su mayor parte la manteca. Representa el constitutivo principal de la grasa del cerdo, de los creófagos, de los paquidermos y del hombre;

La *estearina ó glicerina tristeárica*, que es sólida y quebradiza á la temperatura ordinaria, y que abunda en la grasa que llamamos *sebo*. Se halla principalmente en los rumiantes y en los roedores;

Los *ácidos grasos* en estado libre, se encuentran en muy pequeñas cantidades en el cuerpo animal. Observamos principalmente el *ácido oleofosfórico* en el cerebro, en la medula espinal, en el hígado, en los riñones, y, sobre todo, en los peces de carne compacta y coloreada, como, por ejemplo, en los salmones;

Y finalmente, los *jabones*, que se hallan en el cuerpo animal en todos los líquidos, á causa de su fácil solubilidad, son *álcalis oleicos, palmíticos* y *esteáricos*.

4. *Formadores de tejidos sin nitrógeno.*

La *celulosa animal ó tunicina*, que antes se había observado sólo en los *Tunicados* y en los quistes de ciertos infusorios, ha sido encontrada últimamente también en la cáscara de los *Crustáceos*, en los tendones y la capa interna del esqueleto cutáneo de los *Insectos* y otros *Artrópodos*, y en algunos *Moluscos*. Es insoluble en el

agua, en el alcohol, en los ácidos diluídos y en los álcalis. Cocida en el ácido sulfúrico, da la *dextrosa,* pero con menos rapidez que la *celulosa vegetal.*

El *almidón* [$(C^6H^{10}O^5)^{10-12}+H^2O$] es muy raro en el reino animal. Se le ha observado en el hígado, en las cápsulas renales, en los huevos de gallina y en las tortugas.

II. PRODUCTOS DE SECRECIÓN.

1. Secreciones fermentativas.

La *ptialina* es un fermento que se halla en la saliva junto con la *mucina,* y que transforma el almidón ó las materias amiláceas en *dextrina* y *dextrosa.* El engrudo es transformado más pronto que el almidón crudo, cuya inversión varía según la especie vegetal de que proviene. Así se transforma muy pronto el del maíz, mientras que el de la papa ó batata exige mucho tiempo. La *ptialina* transforma también el *glicógeno* en azúcar, pero lentamente. Pierde su propiedad fermentativa á la temperatura de +60°C, mientras que la *diastasa* se muestra aún activa á esta temperatura.

Muchos pueblos se aprovechan de la propiedad fermentativa de la saliva, ó propiamente de la *ptialina,* para la fabricación de ciertas bebidas fermentadas.

La *pepsina* es un fermento espurio que segregan las glándulas digestivas del estómago *(glándulas de Wasmann),* y que se halla en el jugo gástrico. Su papel consiste en la transformación de los albuminatos coagulados y sus derivados en *albuminatos* ó *albuminoides solubles* ó en *peptonas.* Puede conservarse en estado seco ó en disolución. En los animales de temperatura variable (reptiles, anfibios y peces), obra todavía á una temperatura de 0°; en los de temperatura constante (mamíferos y aves), pierde su propiedad digestiva en temperaturas inferiores á 10°C. La *pepsina* es también antiséptica. Fuera del jugo gástrico ha sido observada en los músculos y en la orina.

Distinto de la *pepsina* es el *cuajo* contenido en el cuajar de los rumiantes en su primera edad y cuando no pacen. No disuelve la *albúmina,* pero precipita la *caseína.*

El *fermento lácteo* se halla también en el jugo gástrico; transforma el *azúcar de leche* en *ácido láctico.*

La *pancreatina ó tripsina*, segregada por el páncreas, tiene á la vez las propiedades de la *ptialina* y de la *pepsina*, transformando el almidón inmediatamente en *dextrosa*, y disolviendo los albuminatos. Por otra parte, desdobla las *grasas* en *glicerinas* y en *ácidos grasos*, y produce, en presencia de carbonato de sodio, su emulsión.

La *nefrozimosa* es un fermento descubierto hace poco en la orina. Transforma el almidón en azúcar; no se coagula á la temperatura de 100° C.

2. *Secreciones biliarias.*

A las secreciones biliarias pertenecen muchas substancias, que son, por una parte, los *ácidos biliarios* y sus productos de desdoblamiento ó derivados; por otra, los *pigmentos ó materias colorantes de la bilis*. Los primeros productos que se han estudiado en los *Vertebrados*, se hallan unidos, en los vertebrados terrestres, al sodio, y en los acuáticos, al potasio. Son ricos en nitrógeno y en azufre, y sus disoluciones, así como las de sus sales, son de sabor amargo, y dan una reacción de color púrpura con el ácido sulfúrico y el azúcar. Se forman en el hígado, y son distintos, según la especie de animal que los segrega, encontrándose también varios de dichos productos en una sola especie animal. El *ácido taurocólico* se halla en la bilis del hombre, de los carnívoros y rumiantes, de las aves, reptiles, anfibios y peces; el *hioglicocólico*, en el cerdo y el ganso; el *glicocólico*, en el buey, etc.

La *taurina*, que es un derivado de algunos *ácidos biliarios*, contiene hasta 25 % de azufre, y se encuentra en los pulmones y riñones de los mamíferos, en la carne del caballo, en todos los órganos de los tiburones y rayas, en los músculos de los moluscos, etc.

Entre los *pigmentos biliarios* se halla principalmente la *bilirubina* en los cálculos biliarios, y la *biliverdina* en la bilis de las culebras *Boa* [1] y *Python* [2]. Parece que no deben su origen á la *hemoglobina*. Forman por sí solos los cálculos biliarios, ó juntamente con la *colestearina*.

La *colestearina* es una substancia no azoada, que cristaliza en láminas blancas de lustre de nácar. Es uno de los constitutivos de la bilis, pero se encuentra también en cantidades considerables

1. Nombre adoptado por PLINIO. 2. Nombre de la culebra que mató Apolo en Delfos.

en los nervios, en el cerebro, en la sangre, en los huevos, en la exudación sebácea cutánea, en la grasa de la lana, etc., sea libre, sea unida á los ácidos. No se conoce su papel fisiológico.

3. Pigmentos.

Además de las materias colorantes mencionadas como productos biliarios, se observan las dos siguientes:

La *luteína* ó *hemoluteína*, que cristaliza en láminas rómbicas, se encuentra en el suero de la sangre, y en la yema del huevo, en la manteca y otras grasas, en la retina del gato, etc. Es una substancia amarilla y albuminosa, que sólo entra en combinación con muy pocos cuerpos, y que tiene mucha semejanza con la *bilirubina*.

La *melanina*, que es el pigmento negro de la coroidea; se halla además en el integumento de muchos animales, especialmente de los anfibios y de los caracoles, en los pulmones, y en la red de Malpighi de los negros. Á los *Cefalópodos* ó pulpos marinos, que la segregan en gran cantidad, les sirve la *melanina* para enturbiar ú obscurecer el agua y escapar de esta manera á sus perseguidores.

4. Secreciones cerarias.

Entre las diferentes *ceras*, que segrega cierta clase de órganos en los insectos, y que están mezcladas en muchos casos con *pigmentos*, deben mencionarse las siguientes:

La *cera de la abeja de miel*, constituída por la *miricina* y la *cerina*.

Fig. 4.

Flata limbata F. con hilos de cera.

La *cera de la China*, que proviene en parte del *Fulgórido* [1]: *Flata* [2] *limbata* [3] F., cuyo insecto la segrega en forma de hilos (fig. 4), que se reproducen después de haber sido quitados. Los Chinos crían esa pequeña cigarra y la esquilan, si es permitida esta expresión, en épocas determinadas.

Se conocen muchas otras exudaciones cerarias que deben su origen á distintas clases de abejas, chicharras, pulgones ú otros insectos, y cuya composición química varía según la especie.

La *cetina*, *cetacina* ó *espermaceti*, es una substancia cerosa que se

1. Insectos del aspecto de la *Fúlgora* ó *Linternaria*. 2. lat. *flato:* soplo, toco un instrumento de viento; 3. lat. *limbata:* bordada.

encuentra en las fosas frontales y nasales de los cachalotes y en algunas cavidades del cuerpo de los delfines, y que se emplea en la fabricación de velas y en algunos medicamentos. Es un alcohol cetílico con varios ácidos grasos y grasas líquidas; es blanca, inodora, cristalina, y funde á 49° C.

5. *Azúcares.*

Entre los *azúcares* que se encuentran en el cuerpo animal, observamos principalmente la *dextrosa*, el *azúcar de leche*, la *trehalosa*, la *inosita*, la *escilita* y el *glicógeno*. Todos son hidratos de carbono, de sabor dulce y fácilmente solubles en el agua. Los tres primeros son aptos para la fermentación. El jugo gástrico los transforma en ácido láctico y en ácido paraláctico.

La *dextrosa*, *glucosa* ó *azúcar de uva* ($C^6H^{12}O^6$), se halla en el quilo, sangre, linfa, en los músculos, en la miel, en las exudaciones sacaroideas de los pulgones, etc. Proviene directamente del reino vegetal ó de la transformación del almidón (véase pág. 50). El cuerpo lo absorbe ó lo transforma en ácido láctico, y finalmente, en ácido butírico. Sirve de materia de respiración y para la formación de la grasa.

El *azúcar de leche* ($C^{12}H^{22}O^{11}+H^2O$), ha sido observado sólo con certeza en la leche, en que se halla disuelto. Es menos soluble que el anterior y da por fermentación el ácido láctico.

La *trehalosa* ó *micosa* ($C^{12}H^{22}O^{11}+2H^2O$), que no fermenta por completo, pero que cristaliza bien, proviene de la *trehala* ó *tricala*, que es el capullo de la crisálida del gorgojo *Larinus nidificans* Guib., Cop. En la Francia meridional se emplean los gorgojos *Rhinacyllus odontalgicus* (Oliv.) Dej. y *R. antiodontalgicus* (Gerbi), como medicamento para el mal de muelas, tal vez por contener una materia parecida á la *trehalosa*.

La *inosita* ($C^6H^{12}O^6+2H^2O$), se halla en la carne de los caballos, en la sangre y en la orina de la raza vacuna, y además en el cerebro, en los pulmones, en los músculos del corazón, en el hígado y en el bazo. No se conoce aún su papel fisiológico.

La *escilita* ($C^6H^{12}O^6$), tiene mucha semejanza con la substancia anterior, y se encuentra en todos los órganos de los tiburones y rayas, sobre todo, en el hígado, en el bazo y en los riñones.

El *glicógeno* ($C^6H^{10}O^5$), es la substancia que forma el azúcar

en el hígado, empleando para su función, á lo menos en los creófagos, las substancias albuminosas. En sus propiedades, se acerca en parte al almidón, en parte á la dextrina, hallándose disuelto, ó depositado en las células en forma de pequeños granos, que no se disuelven ni en el éter ni en el alcohol; tratados por la tintura de iodo, se enrojecen. La *ptialina* y *pancreatina* lo transforman en *dextrosa;* esta clase de inversión se efectúa también en la carne que queda depositada por algún tiempo. El *glicógeno* se

Fig. 5.

a Leucina *b* Tirosina *c* Creatina *d* Creatinina

encuentra en los embriones de los animales superiores, principalmente rumiantes y roedores, en todos los órganos; en los adultos, en primer lugar, en el hígado, en segundo, en los músculos. Abunda, además, en los *Moluscos,* formando, según Bizio, 14 % de la substancia seca; y no falta en los huevos de las aves y en las larvas de animales inferiores. El cuerpo lo consume por la actividad muscular, de manera que el corazón y otros músculos muy activos lo contienen en menor cantidad que los poco activos ó los que están en reposo. En los animales invernantes, aparece en grandes cantidades en el hígado durante el letargo.

La *dextrina* ($C^6H^{10}O^5$), es una substancia parecida á la goma, aparece principalmente en la sangre pulmonar, y abunda más en los fitófagos que en los creófagos. En el hígado y en la carne del caballo sustituye, al parecer, al *glicógeno.* Proviene del almidón y es invertida muy pronto en *dextrosa.*

III. MATERIAS DE TRANSFORMACIÓN REGRESIVA.

En los líquidos de los tejidos, así como en los de la nutrición, se hallan varios cuerpos, sea disueltos ó sea sólidos, que provienen de las materias anteriormente indicadas por oxidación, por desdoblamiento, y, tal vez también, por reducción; y que sufren aún transformaciones, para ser más tarde eliminados. Pueden ser dispuestos como sigue:

1. *Substancias nitrogenadas ó amidales.*

Los *ámidos* son cuerpos indiferentes que provienen de los albuminatos ó albuminoideos en que el hidrógeno del grupo del amoníaco es sustituído por un radical monatómico, diatómico ó triatómico. Representan los precursores de la urea.

La *leucina* cristaliza en agrupaciones esferoidales ó se deposita en glóbulos formados de capas concéntricas, y se encuentra en las glándulas salivares, en el páncreas, en los pulmones, en el hígado, etc., de los animales superiores, y en el estómago é intestino de muchos *Artrópodos*. Procede de los albuminatos y albuminoideos por influencia del jugo pancreático (fig. 5).

La *tirosina* se halla juntamente con el cuerpo anterior, en el páncreas y en el bazo de los mamíferos; además se la encuentra en la carne ahumada del cerdo y en muchos insectos, sobre todo, en la cochinilla (*Coccus cacti*[1] L.).

La *creatina* se encuentra en los músculos estriados y lisos de casi todos los animales, aumentando con la actividad muscular, por lo que se halla en cantidades considerables en los animales fatigados ó en la carne cansada. Se la ha observado también en el cerebro, en la sangre y en la orina.

La *creatinina* fué observada en los riñones y en la orina de los animales superiores, y en el órgano eléctrico de las rayas. Probablemente no faltará en los músculos, ni en la sangre.

La *guanina* ($C^5H^5N^5O+H^2O$), se halla en el páncreas é hígado de los *Vertebrados* y en diferentes órganos de ciertos animales del mismo tipo, así como también en algunos *Invertebrados*. Los excrementos de las aves acuáticas contienen grandes cantidades de este

1. gr. *kókkos:* cáscara; gr. *káktós*, lat. *cactus:* cacto, nopal, tuna.

cuerpo amorfo, que es por consiguiente un constitutivo esencial del guano. Abunda también en las heces de las arañas y en las escamas de los peces, comunicándoles un lustre de nácar.

La *urea* (CH^4N^2O), se encuentra en la orina de los mamíferos, principalmente de los creófagos, y en la de algunos peces, en todos los órganos de los tiburones y rayas, y en las glándulas cutáneas de los sapos. En cantidades mínimas ha sido observada en la bilis, sangre, linfa, quilo, cerebro, etc., de los mamíferos. Se disuelve con facilidad en el agua, cristaliza en prismas cuadráticos, y se combina fácilmente con ácidos y sales metálicos.

2. *Ácidos nitrogenados.*

El ácido *úrico* ($C^5H^4N^4O^3$) abunda en la orina de los mamíferos creófagos, y en los terneros que no han pacido aún; pero falta en los fitófagos adultos. Se encuentra, además, en la sangre

Fig. 6.

a Cristales de un cientopiés.
b Concreciones de una garrapata.
c Cristales de oxalato de calcio.
d Concreciones del grillo topo.
e Cristales de un bómbice.
f Cristales de ácido úrico de un molusco.
g Conc. de fosfato de calcio de un molusco.
h Concreciones de carbonato de calcio del caballo y conejo.
i Cristales de fosfato amónico-magnésico de los rumiantes.
k Cristales y concreciones de ácido úrico del hombre y de los mamíferos.
l Cristales de urea del hombre.
m Crist. de carbonato ácido-úrico del caballo.

de los tiburones, rayas y cangrejos, en la carne del yacaré ó caimán (*Alligator* [1]), y en los órganos uropoéticos de peces, caracoles, etc. La orina del hombre contiene como 2 % de este

1. lat. *alligator:* atador, el que liga.

ácido, y la cantidad que se expulsa en 24 horas representa 30 gramos más ó menos. Las combinaciones del *ácido úrico* con otros cuerpos, principalmente las sales, se hallan en la orina de las aves, reptiles, moluscos, insectos, etc.

El *ácido hipúrico* ($C^9H^9NO^3$), se halla en grandes cantidades en los fitófagos, pero falta en los creófagos; en los omnívoros, aumenta con las substancias alimenticias vegetales. Proviene principalmente de las capas epidérmicas de las partes de los vegetales que están fuera de la tierra. Ha sido observado también en los excrementos de las tortugas y de las mariposas ó de sus larvas.

El *ácido quinurénico* ($C^{10}H^7NO^3+H^2O$), ha sido encontrado en los orines de la raza canina.

3. Ácidos no nitrogenados.

a) Volátiles.

El *ácido fórmico* (CH^2O^2), sólo se halla en vestigios en la sangre, sudor, orina, bazo, páncreas, cerebro y en los músculos de los animales superiores; abunda en los *Artrópodos*, principalmente en las hormigas y en los pelos urentes de muchas orugas. Sirve en los insectos como medio de defensa; las abejas lo agregan á la miel para impedir su fermentación.

El *ácido acético* ($C^2H^4O^2$), se encuentra en el sudor, en varias glándulas y en el jugo muscular de los animales superiores.

El *ácido butírico* ($C^4H^8O^2$), aparece en la manteca y en el sudor de los mamíferos y en las glándulas anales de los *coleópteros bombarderos* de la familia de los *Carábidos* [1], sirviendo á éstos para defensa. En los mamíferos, se forma también este ácido durante la digestión en el intestino ciego con preferencia.

Los ácidos *caprónico* ($C^6H^{12}O^2$), *caprílico* ($C^8H^{16}O^2$), y *cáprico* ($C^{16}H^{20}O^2$), aparecen en la manteca y en cantidades sumamente pequeñas en la sangre y en el sudor.

El *ácido cimicínico* ($C^{15}H^{28}O^2$), ha sido observado en la secreción fétida *(cimicina* [2]*)* que despiden las glándulas pectorales de las chinches.

1. gr. *kárabos*: una clase de escarabajo. 2. lat. *cimex*: chinche.

b) No volátiles.

El *ácido láctico* ($C^3H^6O^3$) y sus sales son muy comunes en el cuerpo animal, hallándose casi en todos los líquidos y órganos. Proviene de los azúcares.

El *ácido paraláctico*, isómero del precedente, se encuentra en la carne. Los cristales de sus sales tienen otra forma que las de su isómero.

El *ácido oxálico* ($C^2H^2O^4$), se halla en el excremento de las orugas y en la orina, después de haberse alimentado el individuo de cierta clase de vegetales (*acedera, vinagrillo,* etc.) ó haber tomado vinos y cervezas espumosos. Como *oxalato de calcio* se encuentra en los vasos de Malpighi de los insectos y en pequeñas cantidades en la orina del caballo (fig. 6).

El *ácido carmínico* ($C^{17}H^{18}O^{10}$), es el principio colorante que se halla en la cochinilla *(Coccus Cacti)*, y en otros *Cóccidos*.

4. Cuerpos indiferentes, nitrogenados.

Á este grupo de substancias pertenecen las materias colorantes de la orina, como, por ejemplo, la amarilla *(uroxantina)*, las azules *(urocianina* y *uroglaucina)*, y las rojas *(urorodina, urobilina* y *uroeritrina)*, y muchos otros pigmentos que dan coloraciones más ó menos vivas al pico, á las plumas, á las patas y á los huevos de las aves, á las cáscaras y huevos de los moluscos, cangrejos, etc.

La *clorófila* se encuentra, ya sea difundida en varios *Protozoarios* y *Gusanos*, ó ya en las algas que se hallan en simbíosis (véase pág. 10) con esos animales.

5. Combinaciones ciánicas.

El *sulfocianato de potasio* (KCNS), aparece en la saliva de las glándulas submaxilar y parótida, notándose también vestigios en la orina. Sus soluciones toman una coloración roja, tratadas por el cloruro de hierro con un poco de ácido clorhídrico.

MATERIA FORMADA.

PROTOPLASMA.

Las substancias anteriormente indicadas, que forman el cuerpo animal, se encuentran en uno de los tres estados de cohesión; algunas se hallan, sin embargo, en dos estados: ya como substancias gaseosas y líquidas, ya como líquidas y sólidas. Agrupándose de varias maneras ó penetrando la una á la otra, constituyen las partículas, los corpúsculos, las telas y los miembros del organismo, que se han llamado respectivamente *microsomas, células, tejidos* y *órganos,* según la sencillez ó la complicación de su composición y estructura, y según su función. La substancia fundamental de todo eso es el *protoplasma.*

El *protoplasma* [1], *sarcoda* [2], *ó plasma primordial,* se compone de más de cuarenta materias, entre las cuales figuran: la *vitelina,* la *miosina,* las *peptonas,* los *peptonides,* la *pepsina,* la *nucleína,* la *lecitina,* la *guanina,* la *sarcina,* la *xantina,* la *colestearina,* la *paracolestearina,* el *glicógeno,* el *azúcar,* la *resina etálica, pigmentos,* los ácidos: *oleínico, esteárico, palmitínico* y *butírico, glicerinas,* el *carbonato de amonio,* el *anhidrido carbónico, carbonatos, fosfatos* y *sulfatos,* el *magnesio,* el *fierro,* algunas combinaciones del *sodio* y del *potasio,* varias combinaciones del *calcio* con *grasas,* y el *agua.*

El *protoplasma* es una substancia viva, que constituye por sí sola, los organismos más inferiores, y que desempeña toda clase de funciones, sin la existencia de órganos especiales. En los demás seres animados lo observamos en las células, donde no es menos activo. Se mueve, se nutre, crece, produce, dividiéndose, otros seres ó células semejantes, y está dotado de sensibilidad.

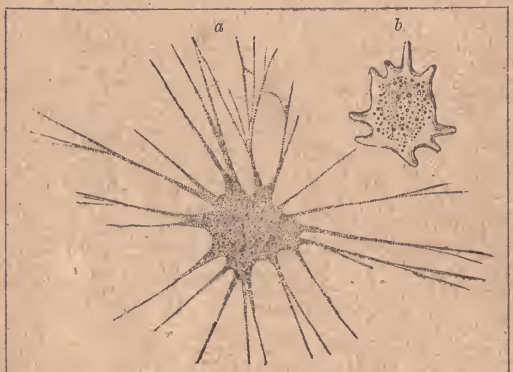
Por lo general el *protoplasma* es incoloro, transparente, coloideo y de poca cohesión. Se disuelve por los álcalis; se precipita por los ácidos; el oxígeno, la influencia de varios gases y cambios de temperatura producen alteraciones sensibles en su constitución molecular ó microsomática. En contacto con otras substancias orgánicas,

1. gr. *prôtos*: lo primordial; *plásma*: lo formado. 2. gr. *sarkoeidés*: carnoso, parecido á carne.

por lo general las disuelve. Tiene la propiedad manifiesta de formar en su interior vacuolos ó lagunas.

A simple vista parece una substancia homogénea; con gran aumento se muestra faviforme, espumoso, fibrilar, ó formado por pequeños tubos, contenientes de la parte líquida, de pigmentos, partículas no digeridas y pequeños corpúsculos representados, en parte, por gotas de grasa. Estos últimos establécen corrientes, entrando en los apéndices que largan y recogen los organismos protoplasmáticos (fig. 7), volviendo al centro, ó describiendo círculos en la parte periférica ó central, etc. Temperaturas elevadas (ya 40° en muchos casos) y bajas, gases irrespirables, corrientes eléctricas intensas ó prolongadas, etc., hacen desaparecer la circulación de los corpúsculos, pero que se establece de nuevo, vueltas las condiciones normales, con tal que no se haya producido la muerte del *protoplasma*. Una temperatura algo elevada é influencias eléctricas módicas, activan la circulación de los corpúsculos del *protoplasma*.

Fig. 7.



a *Amoeba verrucosa* Ehrbg., sin corrientes de corpúsculos en los apéndices obtusos.

b *Amoeba porrecta* Schultze, con corrientes de corpúsculos en los apéndices agudos y en parte ramificados.

En los casos en que el *protoplasma* es más ó menos homogéneo en todas sus partes, los animales constituídos por esta substancia y sin organización, no tienen forma determinada. En vista de esto y de las alteraciones y cambios que se observan en su forma, se les ha llamado *Amorfozoarios* [1], *Amibeas* [2] ó *Protistas* [3]. Con el endurecimiento parcial ó total de la capa externa del *protoplasma*, se establecen las formas determinadas en los animales inferiores.

En los jugos nutritivos de los animales superiores ó en ciertos

1. gr. *ámorphos:* sin forma; *zoon*: animal. 2. gr. *ámoibé:* cambio. 3. De *Protco*, Dios marino mitológico que continuamente variaba de forma.

tejidos y en las secreciones patológicas, se encuentran corpúsculos que tienen mucha semejanza con las *Amibeas* libres de las aguas. Se les da el nombre de *células ameboidales* [1], y á ellas pertenecen los glóbulos incoloros de la sangre, los corpúsculos linfáticos, los corpúsculos del tejido conjuntivo, los corpúsculos del pus, etc. También aumentan su actividad con la moderada elevación de temperatura y son aptos para muchas funciones.

MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DE LA CÉLULA.

El protoplasma, en su mayor parte, se presenta diferenciado: tiene la parte externa endurecida, como una especie de pellejo, y la interna, líquida; en esta forma se presenta como corpúsculo. A éste se le ha dado el nombre de *citoda* [2]; si su organización es más elevada, que es lo común, se le llama *célula* [3].

Las *células* forman aglomeraciones *(colonias)* y fusiones, constituyendo así el cuerpo animal; sólo los *Protozoarios* carecen de ellas ó están representados por una sola célula.

Esos corpúsculos microscópicos pueden ser considerados como organismos elementales, en vista de sus múltiples funciones, ó ser mirados como una especie de laboratorios químico-fisiológicos, en que se efectúan procedimientos variados, principalmente en cuanto á la absorción, la transformación y la secreción de las materias. Observamos en las *células* cambios de forma, movimientos, fusión con otras, varias clases de reproducción y la muerte. Una sola célula puede dar lugar al desarrollo de un nuevo animal, lo que sucede respecto al *huevo* ú *óvulo* (fig. 8), que en su estado primitivo es una *célula*.

Fig. 8.

HUEVO DE UN PESCADO.

La membrana vitelina corresponde á la membrana celular, el vitelo al plasma, en éste se halla la vesícula germinativa equivalente al núcleo, y en esta última la mancha germinativa ó los nucléolos.

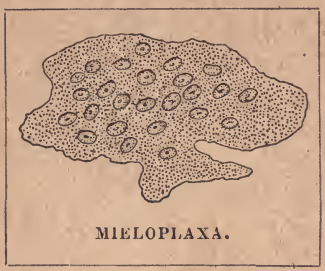
La *célula* consta de un pellejo *(membrana celular)* más ó menos consistente, de un contenido *(plasma ó contenido celular)* generalmente líquido, de un corpúsculo *(núcleo)* semi-sólido que se halla

1. lat. *amoeboidalis:* alternante. 2. gr. *kytos:* que encierra algo. 3. lat. *cella, cellula:* celda, celdilla.

en el *plasma*, y de algunos pequeños granos *(nucléolos)* contenidos en el *núcleo*. Hay *células* que carecen de algunos de estos elementos, como, por ejemplo, las *células ameboidales*, en que falta la *membrana;* á esta clase de *células* se les llama también *primordiales*, sobre todo si no tienen la facultad de cambiar de lugar.

Las *dimensiones* de las *células* varían según la clase de animal, órgano ó tejido; aun en el mismo complexo celular se observan distintos tamaños. Á las más pequeñas pertenecen las células de la sangre *(glóbulos sanguíneos)* del hombre que tienen sólo un diámetro de 0,007 á 0,008 de milímetro. Más grandes ya son las células nerviosas del hombre, que miden 0,02 á 0,09 mm, y aun de mayor tamaño son las de las glándulas salivares de los insectos, que alcanzan 0,2 mm de diámetro. Á las células más grandes pertenecen los *óvulos* ó las *células ovulares*. El óvulo humano tiene 0,2 de milímetro de diámetro, y la yema del huevo de las aves, que en verdad no es más que una *célula*, es un gigante. Muy grandes son también las *mieloplaxas* [1] ó *células gigantes* (fig. 9) de la corteza de las medulas de los recién nacidos; éstas contienen un gran número de núcleos y provienen probablemente de la fusión de muchas células.

Fig. 9.



MIELOPLAXA.

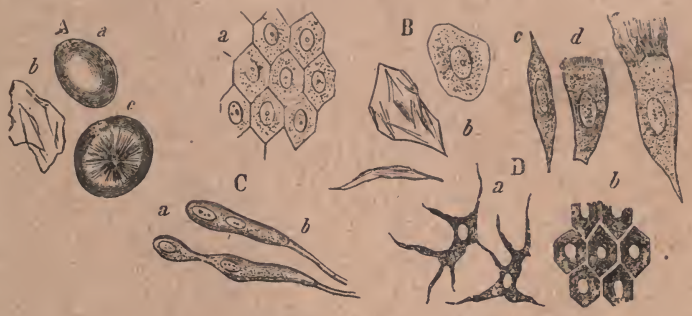
En cuanto á la *forma*, las *células* son al principio más ó menos esferoidales; por el contacto ú otras influencias, sufren más tarde modificaciones, mostrándose del aspecto de discos *(células disciformes)*, láminas ó escamas *(laminares)*, cilindros *(cilíndricas)*, copas *(cupuliformes)*, conos *(cónicas)*, cuñas *(cuneiformes)*, husos *(fusiformes)*, látigos *(flageladas)*, horquillas *(bifurcadas* y *trifurcadas)*, estrellas *(estrelladas)*, etc. (fig. 10); las de muchos ángulos ó caras se llaman *poligonales* ó *poliédricas*.

La *membrana celular*, representada generalmente por protoplasma endurecido ó transformado, ó raras veces por la celulosa (véase pág. 49), que la constituye en los vegetales (véase pág. 7), es tenue, lisa ó granulosa, ó algunas veces muy escabrosa (fig. 11), variando según la clase de células, tejidos ó animales.

1. gr. *myelós:* medula; *plax:* placa.

Posee en muchos casos pequeños canales ó poros que son infundibuliformes [1], y llamados *micrópilas* [2] en los óvulos.

Fig. 10.



FORMAS DE CÉLULAS.

A CÉLULAS ADIPOSAS	*a* llena, *b* tratada por álcalis, *c* con cristales de ácidos grasos.
B CÉLULAS EPITELIALES	*a* pavimentosas ó laminares hexagonales de la epidermis del embrión. *b* laminares irregulares de la epidermis de adultos. *c* bifusiforme de la red de Malpighi. *d* subcilíndrica con elementos bacilares. *e* cuneiforme con pestañas vibrátiles.
C CÉLULAS EBÚRNEAS	*a* estrangulada, *b* fusiforme del embrión humano.
D CÉLULAS PIGMENTOSAS	*a* estrelladas ó ramificadas de la lámina fusca del ojo. *b* pavimentosas hexagonales de la coroidea.

En lugar de la *membrana* propiamente dicha, se observa en muchas células la parte externa más compacta, una *substancia cortical*, que se confunde paulatinamente con el contenido y que puede ser considerada como membrana en formación; en algunos casos una parte de la *célula* está revestida de la *membrana*, la otra lleva la *substancia cortical*.

Fig. 11.

CÉLULA ESCABROSA.

El *contenido* ó *plasma celular* está representado por el protoplasma y tiene las propiedades de éste. Además de los pequeños granos, gotas de grasa y pigmentos ya mencionados, puede contener cristales ú otras concreciones sólidas.

1. Infundibuliforme: de forma de embudo. 2. gr. *mikrós:* pequeño; *pyie:* puerta.

El *núcleo celular*, que se compone de protoplasma más ó menos condensado, en el que se observan principalmente albuminatos (sobre todo, la *protamina*, la *nucleína*, *la cromatina* y la *lecitina)*, y combinaciones grasas y fosfóricas, tiene de 0,001 á 0,1 de milímetro de diámetro y es generalmente esferoidal ó de forma de elipsoide (fig. 10); pero lo encontramos también disciforme (en uñas), cilíndrico (en músculos lisos), y estrellado ó ramificado (en el recto de algunos bómbices y esfinges). Representa un corpúsculo sólido ó un cuerpo vesicular; en el último caso consta de propia substancia cortical ó membrana y del contenido *(jugo ó plasma nuclear)*. En el *jugo* se ven en muchos casos fibras protoplasmáticas ó una masa reticulada, ó un ovillo de fibras. Su posición es central ó parietal; en las células alargadas es muy á menudo terminal.

El *núcleo* juega un papel importante en la reproducción y digestión de la célula y puede ser considerado, por consiguiente, como una parte esencial de la misma. Sin embargo, hay células que carecen de *núcleo* ó que lo tienen sólo en cierta época de su vida. Los glóbulos sanguíneos rojos de los mamíferos sólo tienen el *núcleo* en su juventud, y en los corpúsculos linfáticos se deshace con facilidad y es reabsorbido. Hay también células que poseen dos núcleos transitorios, ó muchos permanentes, como las mieloplaxas (fig. 9).

Los *nucléolos*, cuya combinación química y papel fisiológico son casi desconocidos, se presentan generalmente de forma esferoidal, refractan más la luz que la substancia nuclear que los rodea, y varían en número ó faltan en algunas células.

La vida ó actividad de la célula se manifiesta en una serie de hechos, de que notamos los *movimientos*, la *absorción*, el *cambio de materia* y la *secreción*, el *crecimiento*, la *unión ó fusión*, la *reproducción* y la *muerte*.

Los fenómenos de *movimiento* de la célula, debidos á la contractilidad del protoplasma, se muestran en el cambio de forma y de lugar. Los glóbulos incoloros de la sangre, los corpúsculos del tejido conjuntivo fibroso y los de la córnea, las células de los *Espongiarios*, etc., cambian continuamente de forma y en muchísimos casos también de lugar. Se asemejan por estas propiedades á las *amibeas*, lo que les ha proporcionado el nombre de *células amceboidales* (véase pág. 61), además del de *migratorias* que llevan. Así proviene, verbigracia, el pus de glóbulos incoloros de sangre emigrados.

Esos *movimientos ameboidales* se observan en células que carecen de membrana total ó parcialmente; en las que tienen membrana se notan movimientos poco marcados en la misma membrana, como en los corpúsculos de la leche, ó más manifiestos en el contenido celular. Los movimientos de éste pueden ser de *circulación* y de *rotación*. A la primera categoría pertenecen las corrientes de los pequeños corpúsculos (véase pág. 60); á la segunda, el movimiento que describe el *contenido* al rededor de un eje dado. La elevación de temperatura, activa por lo general la contractilidad de las células. Los glóbulos incoloros de la sangre de los anfibios devoran pedazos de glóbulos rojos, y los glóbulos rojos de la sangre humana se apoderan con vehemencia de partículas de materias colorantes, si se hallan expuestos á temperaturas algo más elevadas que la común. También la electricidad, la irritación nerviosa y las influencias mecánicas y químicas favorecen esa clase de función celular.

El *movimiento* ó la *contractilidad celular* es en ciertos casos parcial, por ejemplo, en las *células epiteliales vibrátiles* (fig. 10 B *e*), en que sólo se mueven las pestañas, ó en las *células pigmentosas* del integumento de muchos anfibios y reptiles, que largan apéndices y efectúan de esta manera ciertos cambios de color.

Los movimientos undulatorios se efectúan por pequeños lóbulos ó membranas muy tenues en los espermatozoides [1] ó zoospermios de algunos animales (fig. 12), que facilitan su locomoción; ó se debe ésta á la movilidad de un apéndice ó *flagelo*.

Fig. 12.

ESPERMATOZOIDES CON MEMBRANA UNDULATORIA

a de una salamandra.
b de un sapo.

Un trabajo importante de la célula es el *cambio de la materia*. Las substancias que absorbe, que transforma y que segrega la célula, tienen que encontrarse en disolución ó en estado coloideo. Las disoluciones son absorbidas con facilidad, llamándose este acto *imbibición*, mientras que las substancias coloideas necesitan para su entrada en la célula una presión que es mayor que la tensión de su contenido; á esta clase de absorción se ha dado el nombre de *filtración*.

1. gr. *spérma*, gen. *spérmatos:* semilla; *zoon:* animal; *eidos*: aspecto, forma.

Además, en cuanto al pasaje de las substancias, se trata de *difusión en general* y *en especial*, de *efusión*, de *transpiración*, de *interdifusión*, de *endósmosis* y de *exósmosis*.

Con el nombre de *difusión en general* se comprende el movimiento de líquidos y gases, que dura hasta que se han puesto en equilibrio ó se han mezclado íntimamente. Las substancias que efectúan la *difusión*, pueden encontrarse una al lado de la otra, sin ser separadas por paredes, ó pueden existir éstas y ser representadas por las membranas de las células, por capas gelatinosas semisólidas, endurecidas, etc. La difusión de los cuerpos cristaloideos se efectúa con el pasaje del agua.

La *difusión en especial* comprende el pasaje de los líquidos por pequeños poros en membranas gruesas; la *efusión*, por pequeños orificios de membranas tenues; la *transpiración*, por vasos capilares, y la *interdifusión ó difusión recíproca*, cuando con la entrada de una substancia, hay salida de otra, como equivalente.

Endósmosis se llama la entrada de un líquido poco denso en otro de mayor densidad; *exósmosis*, se denomina el fenómeno contrario.

Los *equivalentes endosmóticos* varían según la substancia y la temperatura; así corresponde, á 0 grados, á una parte (peso) de sal común, cuatro partes y media de agua, y á una parte de potasa cáustica, doscientas partes de agua. El valor de los equivalentes dados es doble á la temperatura de + 25°, y triple á la de + 46° C, aumentando la difusión con la elevación de la temperatura.

La difusión desempeña un papel importante en la respiración y absorción: produce movimientos y activa de esta manera muchas funciones.

La *capacidad de absorción* de las membranas porosas varía también mucho. Así pasa con facilidad el agua por la pared de la vejiga urinaria, y no el alcohol, y por esta razón 100 partes de vejiga seca de toro absorben en 24 horas 268 volúmenes de agua pura, ó 133 volúmenes de agua saturada de sal común, pero sólo 17 volúmenes de aceite, etc.

En cuanto á la función del *cambio de la materia*, se puede decir nuevamente, que las células son una especie de laboratorios químicos, en que se efectúa, bajo la influencia de la actividad del protoplasma, toda clase de procedimientos sintéticos y analíticos. Muchas materias sólo al pasar por la membrana celular ya sufren transformaciones radicales.

Las *secreciones* que expiden las células, son ya innecesarias

para el cuerpo y deben ser expulsadas, ya sirven en parte para su construcción. Las primeras se llegará á conocer más tarde; á las segundas pertenecen principalmente la *substancia cuticular* y la *substancia intercelular*. Ésta llena los intersticios entre las células ó las reune, componiéndose de mucina, glutina, condrina, celulosa, etc.; aquélla constituye la membrana celular y se distingue apenas en muchos casos de la otra. Las substancias córneas ó quitinosas deben ser miradas, en parte, como substancias cuticulares, en parte, como intercelulares.

Hay células que producen en su interior secreciones de forma determinada, verbigracia, las *células urentes*, en cuyo contenido se desarrolla un *nematocisto* [1] ó cápsula que contiene un *pelo urente* simple ó pestañado (fig. 13). Los *nematocistos* se observan en los *Celenterados* (medusas ó aguas vivas, etc.), á los cuales sirven de armas de defensa.

El *crecimiento* de la célula, que se efectúa por la absorción y la transformación de la materia necesaria, tiene lugar de dos maneras: por *intususcepción* y por *aposición*. *Intususcepción* [2] se llama el aumento de volumen por intercalación periférica é interna de nuevas partículas, que puede tener lugar con regularidad en todas partes, ó que se opera sólo en una que otra parte, produciéndose en este caso un cambio en el diámetro primitivo ó formándose células de forma irregular. Bajo el nombre de *aposición* [3] se comprende el crecimiento de la célula por superposición de las partículas ó la formación de nuevas capas.

Fig. 13.

NEMATOCISTOS.

a Cápsula con el pelo urente en parte afuera, en parte adentro arrollado.
b Una parte del pelo 500 veces aumentada para hacer visibles los pequeños pelos dispuestos en espiral.

Todas las células crecen en mayor ó menor grado. Con facilidad se observa el aumento de tamaño en las *células ovulares*. Así tiene el *óvulo* de la gallina al principio apenas el diámetro de 0,1 de milímetro, alcanzando más tarde el volumen enorme de la yema del huevo, por todos conocida.

La *unión* de las células tiene lugar de dos maneras: por *fusión*

1. gr. *nema*, gen. *nímatos*: hilo; *kyste:* quiste, vejiga. 2. lat. mod. *intussusceptio:* intercalación. 3. lat. *appositio*: sobreposición.

y por *reunión*. En la *fusión* se observa la unión de las células por medio de sus apéndices ó paredes, desapareciendo en muchísimos casos la forma ó naturaleza celular del tejido ó cuerpo que se ha originado; estas fusiones de células llevan el nombre técnico de *sinquitios*[1]. La *reunión* se efectúa por la aglomeración de células en una substancia segregada generalmente por ellas mismas, y que es la substancia intercelular ya mencionada en la página anterior, y que puede endurecerse por medio de materias córneas, quitinosas, calcáreas, silíceas, etc., y constituir con las células una masa muy variada en consistencia y estructura.

La *multiplicación* ó *reproducción* de las células se lleva á cabo por la *formación libre*, por la *división*, ó por la *brotación*.

En la *formación libre* ó *multiplicación endógena*[2], el contenido celular se divide en dos ó más partes, formándose nuevas células *(células hijas)* dentro de la célula adulta *(célula madre)*. La membrana de esta última puede persistir, ó ser absorbida ó rota y agregada á la substancia intercelular. Citaremos como ejemplos, la multiplicación de las células de los cartílagos (fig. 14), y la segmentación del vitelo de los óvulos ó huevos.

Fig. 14.

Multiplicación endógena en cartílagos embrionarios.

En la *multiplicación por división* propiamente dicha, distínguense entre *división directa* y *división indirecta*.

Fig. 15.

a *b* *c* *d*

a b c Glóbulos sanguíneos de la gallina en división.
d Células seminales de la lombriz intestinal en brotación.

La *división directa* es una especie de *estrangulación*, en la que la célula se atenúa en su parte media, donde se rompe finalmente, originándose, por consiguiente, dos células, que crecen y se multiplican luego de la misma manera. Esto se observa, por ejemplo, en los glóbulos sanguíneos de la gallina (fig. 15 *a b c*). Esta clase de división se llama también *división amitótica*[3], por carecer el núcleo de estructura filamentosa.

1. gr. *syn:* junto; *kytos:* cavidad, lugar. 2. gr. *éndon:* adentro; *génesis:* origen, producción. 3. gr. *á:* sin; *mítos:* hilo.

La *división indirecta, mitótica ó carioquinética*[1] se efectúa también por partición del núcleo y protoplasma, distinguiéndose de la anterior por la estructura del núcleo y el procedimiento complicado que se observa en la división. En este caso, la substancia protoplasmática del núcleo es al principio una masa reticulada, transformándose más tarde en un hilo ó en un conjunto de filamentos. Antes de la partición, el hilo se corta, disponiéndose sus fragmentos, ó los filamentos mencionados, paralelamente entre sí y cortándose luego por la mitad. Después de la división se refunden las fibras ó filamentos de cada mitad, formando el núcleo de las dos nuevas células, las cuales son separadas por un tabique divisorio *(lámina nuclear ó celular)*, que se forma inmediatamente después de la división del núcleo. Esta lámina celular es la pared primitiva que separa las dos células nuevas y que se desarrolla más tarde en muchos casos como verdadera membrana celular.

Fig. 16.

Huevos en yemación del gusano *Gordius aquaticus* L.

En la *brotación ó yemación*, que en rigor no es otra cosa que una división incompleta, el contenido celular echa una especie de brotes y yemas, que forman generalmente racimos ó raquis, lo que se ve en las células ovulares y seminales de algunos gusanos (fig. 15 *d* y fig. 16), en las células incoloras del bazo y en muchos otros cuerpos glandulares.

En todos los casos de formación de nuevas células mencionados, además del contenido celular ó plasma y del núcleo, tienen intervención muy activa unos pequeños corpúsculos, los *centrosomas*.

Los *centrosomas*[2] son corpúsculos esferoidales sumamente pequeños, que pueden ser coloreados por la zafranina y gencianina. Se hallan, por lo general en número de uno, cerca del núcleo, partiéndose muy pronto en dos, de los que cada uno se dirige á los polos opuestos del núcleo, cuando la célula está para dividirse.

Mientras que antes se creía deber atribuir al núcleo el impulso para la división, hoy se inclinan los biólogos á mirar á los centrosomas como iniciadores de la división celular.

1. gr. *káryon*: nuez, núcleo; *kineticós*: que pone en movimiento; *kinesis*: motilidad, movimiento. 2. gr. *kéntron*: aguijón, impulso, estímulo, centro; *sôma*: cuerpo.

La *muerte* de la célula es debida á causas mecánicas y químicas. Las células se gastan poco á poco por frotamientos, ó se desprenden del cuerpo, como lo observamos en la epidermis y en las mucosas, ó sufren destrucciones por choques, etc.; por otra parte, el contenido de la célula está sujeto á muchas alteraciones, que se deben á influencias externas ó á reglas determinadas de la economía animal, y que pueden suspender las funciones de la célula ó producir su muerte. En todos casos, las transformaciones ó alteraciones que sufren las células, están en alguna relación con los procesos vitales del organismo.

La muerte natural de las células se produce por *atrofia*, por *endurecimiento*, por *engrasamiento*, por *pigmentación* y por *licuación*.

La *atrofia* tiene por causa la insuficiencia de la alimentación: la célula gasta más de lo que recibe, se enflaquece, y por fin, desaparece; la consecuencia de esto es la atenuación del tejido, del órgano ó del individuo, si la atrofia se produce en grande escala.

El *endurecimiento* de las células tiene lugar por pérdida de agua ó por cargarse de queratina, quitina, materias calcáreas, silíceas, etc. Esto sucede principalmente en la parte externa del animal, formándose de esta manera una capa ó un esqueleto cutáneo, que resguarda sus tejidos ú órganos delicados; en su interior se originan del mismo modo los huesos y cartílagos, que sirven de apoyo ó de adherencia á otros órganos.

Fig. 17.

Células epiteliales de la mucosa intestinal, con burbujas mucilaginosas y vacuolos.

En el *engrasamiento* se llenan las células de grasa, formando los tejidos adiposos, y en la *pigmentación* de materias colorantes, dando origen á las células pigmentosas de la coroidea y otros tejidos.

Mientras que en los casos mencionados las células pierden su agua ó se cargan de materias más ó menos sólidas, en la *licuación* sucede lo contrario: la célula toma gran cantidad de agua, se hincha y finalmente revienta.

Á la licuación de las células se deben en parte las secreciones líquidas de las membranas mucosas (fig. 17).

TRATADO DE LOS TEJIDOS.

HISTOLOGÍA.

Las células que componen el cuerpo animal, tienen sus funciones determinadas. Las unas sirven para efectuar movimientos, las otras para producir secreciones, para el transporte de ciertas materias, para la nutrición de otras, ó para la formación de piezas externas ó internas compactas, que sirven de abrigo ó de apoyo. Según su objeto, se desarrollan ó experimentan las transformaciones necesarias, acumulándose las células de la misma categoría, como aglomeraciones en la substância intercelular, ó como fusiones, para constituir masas ó complexos, que se llaman *tejidos*. La ciencia que trata de éstos lleva el nombre de *Histología*[1].

Según la naturaleza de las células y la substancia intercelular, los *tejidos* pueden ser divididos: 1) en *tejidos de células simples, en substancia intercelular líquida y abundante;* 2) en *tejidos de células simples ó poco transformadas en substancia intercelular más ó menos sólida,* y 3) en *tejidos de células transformadas sin substancia intercelular propiamente dicha.*

I. CÉLULAS SIMPLES EN SUBSTANCIA INTERCELULAR LÍQUIDA.

Á esta categoría de tejidos, que se presentan como líquidos continentes de gran número de células libres, pertenecen: la *sangre,* el *quilo* y la *linfa.*

1. La sangre.

La *sangre,* substancia nutritiva del cuerpo animal, se compone de la parte líquida ó *plasma sanguíneo,* y de la sólida: las *células ó glóbulos sanguíneos.* Por existir estos últimos antes del líquido y por tomar parte muy activa en su formación, hay razón

1. gr. *histós*: tejido; *lógos*: tratado.

para considerar al *plasma* como *substancia intercelular*, y á la *sangre* en general, como *tejido*.

Hay tres clases de *glóbulos sanguíneos* en los *Vertebrados*: los *rojos*, los *incoloros* y los de Bizzózero.

Fig. 18.

A del hombre: *a* gl. rojos vistos de faz y de perfil; *b* formando un rollo; *c* gl. incoloros; *d* gl. incoloros con apéndices ameboidales.
B de aves.
C de la rana.
D de la raya: *a* gl. rojos; *b* gl. incoloros.
E del proteo: *a* gl. rojos con el núcleo entero, en división, y dividido; *b* gl. incoloros.

Los *glóbulos rojos* de los *Mamíferos* son disciformes circulares, con excepción de los de los *Camélidos*, que son elípticos; carecen generalmente de núcleo en los adultos, son de color amarillo rojizo, y tienen una depresión en la parte central de las dos caras. Los de las *Aves*, *Reptiles*, *Anfibios* y *Peces*, es decir, los de los animales ovíparos, poseen un núcleo y son elípticos; hacen excepción las lampreas de los géneros *Myxine*[1] y *Petromyzon*[2], que tienen los glóbulos rojos disciformes circulares (fig. 18).

Los *glóbulos rojos* varían mucho de tamaño en los *Vertebrados*. Son sumamente pequeños en los *Mamíferos*, y mucho mayores en los *Anfibios* y *Peces*. En el almizclero miden sólo 0,002 mm de diámetro (ó pueden ser puestos en serie, sobre un milímetro, 483), en la cabra 0,004, en el caballo y la oveja 0,005, en el toro y cerdo 0,006, en el perro 0,007, en el hombre de 0,007 á 0,008, en el elefante 0,009 mm; en la gallina tienen 0,012 de milímetro de largo por 0,007 de ancho, en la paloma 0,014 por 0,006, en el

1. gr. *myxinos*: pez mucilaginoso. 2. gr. *pétros*: piedra; *myxein*: chupar.

lagarto 0,016 por 0,01, en la rana 0,022 por 0,0116, en el proteo 0,058 por 0,034, en el tiburón 0,03 por 0,017.

Su número en un milímetro cúbico, es en el hombre de 4 1/2 á 5 millones; en los mamíferos en general, de 3 á 18, en las aves, por término medio, 3, en los peces de esqueleto óseo, lo más, 2, y en los de esqueleto cartilaginoso, apenas 1/4 de millón.

Los *glóbulos rojos* sirven de vehículos de transporte al oxígeno y á otras materias que deben ser distribuídas por el cuerpo; su coloración amarilla ó rojiza es debida á la hemoglobina. Tienen la propiedad de acumularse en rollos (fig. 18 A *b*). Se originan, en los adultos, de los glóbulos incoloros transformados, ó de la multiplicación por división; lo último se observa en la gallina (fig. 15 *a b c*).

Los *glóbulos incoloros* existen en mucha menor cantidad en la sangre que los *rojos*, pero su número varía también. En el hombre, en ayunas, por cada glóbulo incoloro hay 800 á 1000 rojos; después de la comida se duplica el número de los primeros. Son células ameboidales que tienen la superficie granulosa, que cambian continuamente de forma (fig. 18 A *c d*, D *b* y E *b*) y de lugar arrastrándose, y por lo tanto, no son llevados sólo pasivamente por la corriente del plasma sanguíneo, como sucede con los glóbulos rojos. Poseen un núcleo, y miden en el hombre de 0,004 á 0,010 de milímetro de diámetro.

Los *glóbulos de Bizzózero* son discos incoloros de un medio ó tercio del diámetro de los glóbulos rojos, y que fueron descubiertos por el Prof. Bizzózero, en el año 1882. Han sido aún muy poco estudiados. Al parecer, están en alguna relación con la coagulación de la sangre.

Hay también glóbulos sanguíneos en los *Invertebrados*, que son disciformes, esferoidales, elípticos, fusiformes, etc. (fig. 19). Poseen siempre un núcleo. Tienen el contenido homogéneo ó granuloso. Varían mucho en dimensión en los distintos grupos y géneros, y también hasta en el mismo individuo; así los hay en los *Moluscos* de 0,002 á 0,01 mm de diámetro. En los *Artrópodos* muestran movimientos propios: una especie de natación espontánea.

Fig. 19.

Glóbulos sanguíneos de *Artrópodos* y de *Moluscos*.

Los glóbulos sanguíneos de los *Invertebrados* presentan rara vez

la materia colorante; ésta se halla generalmente disuelta en el plasma, cuando hay sangre coloreada.

El *plasma, líquido ó licor sanguíneo,* es en los *Vertebrados* una substancia incolora y clara. Al salir del organismo ó de los vasos sanguíneos, se corta ó, como se dice vulgarmente: la *sangre se cuaja.* Este fenómeno es debido á la coagulación de la *fibrina* (véase pág. 43), que se encuentra disuelta en el *suero,* constituyendo conjuntamente con éste el *plasma.*

La *fibrina* se coagula, según las demostraciones de BRUECKE, por la falta de la pared viva de los vasos. Forma al principio fibras y luego el *coágulo, crasamento ó placenta sanguínea,* donde quedan encerrados los glóbulos sanguíneos. El líquido que se junta después de la coagulación de la fibrina ó formación del *coágulo,* es el *suero.*

El *coágulo* de los peces y anfibios tiene menos resistencia que el de los mamíferos y aves, disolviéndose pronto y dejando los glóbulos en libertad. En algunas tortugas, los glóbulos se precipitan rápidamente, formándose, por consiguiente, un coágulo incoloro, como el de la *sangre flogística.* Las serpientes son las que en su coágulo tienen la mayor cantidad de materia sólida, por no alimentarse sino raras veces de substancias líquidas.

El *suero* es casi transparente, incoloro ó algo amarillento y opalizante; sólo en algunas tortugas es de un amarillo intenso, y en muchos gusanos es rojo, verde, azul, amarillo, etc. Contiene de 88 á 92 % de agua, y además: anhidrido carbónico, oxígeno, nitrógeno, albúmina, grasas, azúcares, colestearina, creatina, y varias clases de sales oxigenadas y haloideas.

La sangre es alcalina en el organismo, pero da muy pronto la reacción ácida, una vez fuera de él. Es de color rojo en los *Vertebrados,* á causa de los glóbulos rojos, y generalmente incolora en los *Invertebrados.* Hay algunos gusanos (*Dujardinia*[1] y *Sipunculus*[2]), y moluscos (*Arca*[3], *Planorbis*[4], etc.), que tienen los glóbulos coloreados; en otros se halla la materia colorante disuelta en el suero, ó su color depende en muchos casos del alimento que toman.

La sangre tiene olor específico, según la clase de animal, y este olor se pronuncia más si se agrega á la sangre una pequeña can-

1. Del nombre propio DUJARDIN (véase pág. 30). 2. lat. *sipunculus* ó *siphunculus*: pequeño tubo. 3. lat. *arca*: arca. 4. lat. *planus*: plano; *orbis*: círculo.

tidad de ácido sulfúrico y se la calienta. Así percibimos en la sangre de los *Aligatóridos* (yacarées ó caimanes) y en algunas aves de rapiña, verbigracia, en el *cuervo ó gallinazo [Cathartes atratus* (Bart.) (Strickl.[1])] el olor de almizcle. El olor propio de la sangre de la cabra es debido al ácido caprónico. Algunos animales segregan las substancias olorosas por glándulas especiales, como el cervatillo moscado ó almizclero y la zibeta.

Un análisis cuantitativo de la sangre humana, respecto á las substancias principales que la componen, nos da en 100 partes: agua, 78 á 79; glóbulos sanguíneos, 13 á 14; albúmina, 7; fibrina, 0,22; grasas, 0,16 á 0,20, y substancias extractivas y sales, 0,68 á 0,74.

Debe llamar nuestra atención la pequeña cantidad de fibrina, que á pesar de esto, transforma la sangre en una masa compacta, si ella sale del organismo.

En los estados anormales, la sangre muestra diversas modificaciones, variando la cantidad de sus constitutivos.

La *sangre flogística*[2], que se observa en congestiones é inflamaciones agudas (pulmonía, pleuresía, etc.), ha aumentado su fibrina y disminuído sus glóbulos sanguíneos. Esta clase de sangre se coagula lentamente, precipitándose los glóbulos y formándose así un coágulo que tiene su parte superior incolora, la que se llama *costra flogística*.

En la *sangre disuelta*, se observa disminución en la fibrina y aumento en los glóbulos, como en la *discrasia*[3] *hemorrágica*[4]. Esta sangre se coagula con rapidez, pero el coágulo tiene poca consistencia.

En la *hidremia*[5], la sangre contiene gran cantidad de agua, á causa de la pérdida de las substancias albuminosas, por supuraciones, por albuminuria, etc., ó por haber sido insuficientemente alimentada.

En la *anhidremia* se observa lo contrario: la sangre es muy pobre en agua. Este estado proviene de las evacuaciones profusas, como sucede en el cólera asiático.

La *sangre clorótica*[6] se muestra empobrecida en hemoglobina, sin que por esto haya disminuído el número de los glóbulos rojos, lo que se observa en la clorosis.

1. gr. *cathartés*: purgador; Bart. = BARTRAM; Strickl = STRICKLAND; lat. *atratus*: vestido de negro, de luto. 2. gr. *phlogistós*: quemado. 3. gr. *discrasia*: mezcla á través, transudación. 4. gr. *haimorragía*: flujo de sangre. 5. gr. *hydor*: agua; *haima*: sangre. 6. gr. *chlorós*: verdoso, amarillo, pálido.

En la *leuquemia*[1], *ó sangre blanca,* se produce un aumento en el número de los glóbulos incoloros y una disminución en el de los rojos, lo que produce la palidez extrema, característica en dicha enfermedad.

Además, la sangre puede cargarse de un pigmento negro, como en la *melanemia*[2]; de grandes cantidades de glucosa ó azúcar *(sangre diabética),* como en la *diabetes*[3]; de materias biliarias *(sangre ictérica*[4]*),* como en la *ictericia,* ó materias úricas, como en la *uremia*[5].

La sangre de muchas aves, tortugas y lagartijas contiene parásitos, que pertenecen á los *Protozoarios,* y de los que unos viven en el plasma, los otros en los glóbulos sanguíneos.

La cantidad de sangre en el cuerpo humano, es en las criaturas como un 5, y en los adultos como un 8 por ciento de su peso, de manera que un individuo que pese 75 kilogramos, tiene cerca de 6 kilogramos de sangre.

2. El quilo.

El *quilo* ó *jugo lácteo* es la substancia histógena que proviene de la transformación de la parte servible de la materia alimenticia, bajo la influencia de las secreciones fermentativas (véase pág. 50).

Es algo viscoso, salado, blanquizco y turbio, del aspecto de leche agria ó coagulada. La turbiedad, que es debida á los *corpúsculos ó glóbulos quilíficos,* á pequeñas gotas de grasa y á diversas partículas no digeridas, es más notable en los creófagos que en los fitófagos.

Los *corpúsculos quilíficos* no se distinguen bien de los glóbulos incoloros de la sangre; tienen las mismas propiedades y se transforman también en glóbulos rojos. El hígado y el bazo parecen ser los órganos en que principalmente tiene lugar esta transformación.

3. La linfa.

La *linfa* es en su mayor parte un producto de secreción de las paredes de los vasos capilares ; una pequeña cantidad procede

1. *leukós*: blanco ; *haima*: sangre. 2. gr. *mélas*: gen. *mélanos*: negro ; *haima*: sangre. 3. gr. *diabétes*: que atraviesa. 4. gr. *icterikós*: con ictericia ó amarillez. 5. gr. *uron*: orina ; *haima*: sangre.

del plasma sanguíneo que ha perdido las substancias nutritivas y que se ha cargado, en cambio, de agua, anhidrido carbónico y sales. Es amarillenta, algo opalizante y más alcalina que la sangre; se coagula con menos rapidez que ésta y contiene corpúsculos elementales, llamados *glóbulos linfáticos*. Se junta en los intersticios de los tejidos, y es llevada de ahí á la sangre, por vasos especiales (véase: *Sistema linfático).*

Los *corpúsculos ó glóbulos linfáticos* parecen ser idénticos á los glóbulos quilíficos y á los glóbulos incoloros de la sangre. Son más grandes en los *Mamíferos* que en los demás *Vertebrados;* se forman en los vasos linfáticos, y desempeñan un papel importante en la nutrición, especialmente en la absorción de las partículas de grasa.

II. TEJIDOS MÁS Ó MENOS CONSISTENTES.

Á este grupo pertenecen los tejidos formados de células simples ó poco transformadas y reunidas en una substancia intercelular más ó menos sólida, á veces muy abundante. Comprende los *epitelios* y el *tejido conjuntivo.*

I. EPITELIOS.

Con el nombre de *epitelios*[1], se designa á las capas ó telas de células que cubren las superficies de los órganos externos é internos; en el último caso se les da también el nombre de *endotelios*[2]. Pueden estar representados por una sola capa de células *(epitelios simples),* ó por varias capas (*epitelios compuestos* ó *estratificados*), sin estar el límite bien marcado entre las dos clases de epitelios.

Las *células epiteliales,* que constituyen las membranas en cuestión, son primitivamente esferoidales ó elipsoides, y adquieren más tarde diversas formas, sea por presión, ó sea por crecimiento excesivo en una ú otra dirección. Generalmente son laminares, cilíndricas y cuneiformes; á veces, como en la coroidea, son hexagonales ó poliédricas regulares (fig. 10, D *b).* Tienen núcleo. Se desprenden con facilidad, renovándose continuamente.

1. gr. *epí*: arriba; *thelé*: teta, pezón, membrana tenue. 2. gr. *endón*: adentro.

Según la clase de células que constituyen las membranas epiteliales y según su función, se distinguen tres clases de epitelios, que son los siguientes: 1) el *epitelio pavimentoso*, 2) el *epitelio cilíndrico* y 3) el *epitelio vibrátil*. Á ellos se agregan aún *las secreciones cuticulares* y *córneas*.

1. Epitelio pavimentoso.

Este epitelio está formado por células más ó menos laminares y por lo general poligonales, que se ligan de tal manera, que presentan el aspecto de un pavimento ó mosaico. Constituye planicies simples, de una sola capa de células, ó membranas ó masas estratificadas, en cuya formación han entrado varias capas celulares superpuestas.

El *epitelio pavimentoso simple* reviste principalmente, como *endotelio*, los órganos internos, verbigracia, los vasos sanguíneos, los conductos glandulares, las membranas serosas, etc. (fig. 10 B *a b*), y presenta un aspecto granuloso, cuando los núcleos celulares son algo salientes.

El *epitelio pavimentoso compuesto* constituye, por ejemplo, la parte externa del integumento. Su capa superior ó exterior representa la *epidermis* propiamente dicha; las demás capas están formadas por células de forma variada, que sólo más tarde constituyen una especie de escamas ó láminas, las cuales reemplazan las células epidérmicas que se desprenden. Por lo general, las células de la capa epidérmica se endurecen: se hacen córneas ó queratinosas, y á veces muy escabrosas (fig. 11); protegen los órganos que cubren.

2. Epitelio cilíndrico.

Las células que constituyen el *epitelio cilíndrico*, son alargadas, generalmente cilíndricas, cuneiformes ó fusiformes, y colocadas verticalmente, de manera que su mayor diámetro forma un ángulo recto con la capa que cubren. Su extremidad libre presenta un borde estriado, compuesto de elementos bacilares[1] (fig. 10 B *d*), y no de canales poríferos[2], como se creía anteriormente.

1. lat. *bacillum*: palito. 2. lat. *poriferus*: que lleva poros.

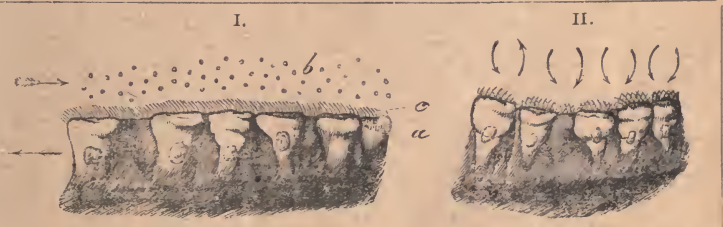
Como epitelio cilíndrico *simple*, lo observamos en la epidermis de los *Moluscos;* como *compuesto*, en los órganos de digestión, en los conductos salivares y en la uretra. Por transiciones intermedias viene á representar el epitelio pavimentoso.

3. Epitelio vibrátil.

El *epitelio vibrátil* se compone de células cilíndricas, fusiformes, cuneiformes, etc., cuya extremidad libre ó superficie está provista de pestañas vibrátiles (fig. 10 B *e*).

Las *pestañas* ó *cilias* [1], prolongaciones del protoplasma, varían en número. En los canales semicirculares del órgano del oído de las lampreas y en los poros de las esponjas, obsérvanse células con una sola pestaña; constituyen en este caso el *epitelio flagelado*.

Fig. 20.



CÉLULAS VIBRÁTILES Y SUS MOVIMIENTOS

vistos debajo del agua.

I. Células (*a*) con pestañas (*c*) que por sus movimientos empujan las partículas (*b*) en dirección de la flecha superior; si el epitelio vibrátil (*a*) fuese libre y muy pequeño, marcharía en dirección de la flecha inferior.
II. Cada célula vibrátil produce movimientos giratorios, de manera que las partículas se mueven en dirección de las flechas, describiendo un remolino.

Los movimientos de las pestañas son rápidos, de 120 á 300 por minuto, y comparables á las undulaciones que produce el viento en un campo de trigo; algunas veces son en forma de remolino. Cesan en gases irrespirables, restableciéndose al contacto del oxígeno. Tienen por objeto el transporte de corpúsculos de pigmento, de mucosidades, de gotas de grasa, de glóbulos sanguíneos

1. lat. *cilium*: párpado, pestaña.

y de otros pequeños cuerpos ó partículas que se hallan en los líquidos del organismo (fig. 20).

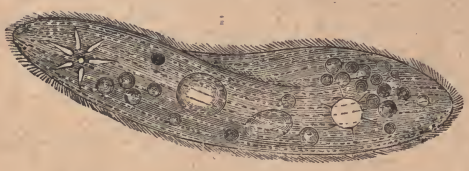
Fig. 21.

Epitelio vibrátil del pulmón humano.

El *epitelio vibrátil* es en algunos casos *pavimentoso*, por ejemplo, en las cavidades del cerebro de los *Mamíferos;* pero por lo general sus células son *cilíndricas*. Como *simple*, se halla en los órganos respiratorios de los *Moluscos;* como *compuesto*, en las vías respiratorias y en los órganos genitales de los *Vertebrados* (fig. 21).

Abunda en los animales acuáticos inferiores, cubriendo su integumento (fig. 22) y revistiendo por lo general sus conductos de respiración y de digestión. Á estos animales les facilita la locomoción, la aprehensión de las materias alimenticias y el transporte de los líquidos internos. En los *Gusanos* este tejido epitelial es más escaso, y en los *Artrópodos* falta por completo.

Fig. 22.



INFUSORIO:
Paramaecium Aurelia Müll.

4. Formaciones cuticulares y córneas.

Hay epitelios que segregan substancias compactas, formando una membrana ó *cutícula*. La capa celular que produce á ésta, se llama *matriz de la cutícula*.

La *cutícula* es variable en su estructura, y posee en muchos casos poros, para la salida del protoplasma; éste, al salir, constituye apéndices, que son permanentes, como las pestañas, ó retráctiles, como los *pseudopodios* [1] (fig. 23). Estos últimos pueden ser lanzados y recogidos, según la voluntad del animal.

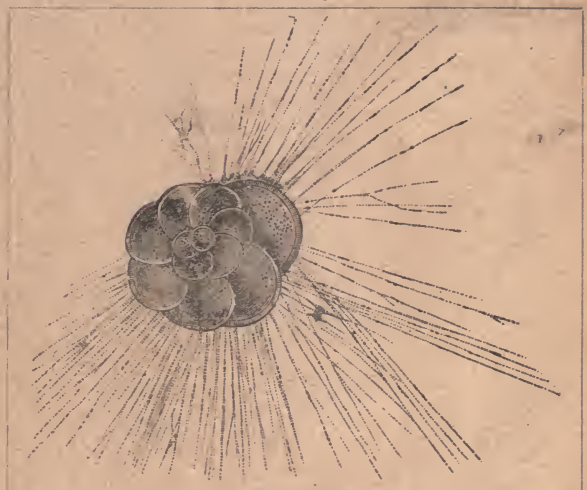
Las *secreciones cuticulares* pueden representar capas tenues ó gruesas, ó adquirir formas especiales. En el primer caso, constituyen el integumento ó esqueleto cutáneo de los *Gusanos* y *Artrópodos;* en el segundo, formar los pelos, cerdas, escamas, man-

1. gr. *pseudos*: falso; *pús*, gen. *podós*: pie.

díbulas, etc., de estos últimos. La substancia constituyente es principalmente la quitina [1] (véase pág. 46); pero también las sales calcáreas, sobre todo, el carbonato y el fosfato de calcio, pueden tomar parte en la formación de la *cutícula*, como se ve en los *Crustáceos* ó cangrejos.

Las *formaciones córneas* se distinguen de las *cuticulares* propiamente dichas, por no ser secreciones cuticulares de células, sino células verdaderamente endurecidas ó transformadas en una masa compacta, é implantadas en una substancia intercelular de la misma naturaleza, pero escasa. La queratina [2] (véase pág. 46), es la substancia química que produce el endurecimiento.

Fig. 23.



RIZOPODARIO:
Rotalia veneta Schultze,
con pseudopodios de un tercio de su longitud.

Como en las secreciones cutáneas, también en las formaciones córneas pueden desarrollarse capas, por ejemplo, la epidermis, ó bien piezas ú órganos especiales en partes determinadas del cuerpo animal, como las uñas, los cuernos, los pelos y las cerdas de los mamíferos, las plumas de las aves, y el carey de las tortugas.

II. TEJIDO CONJUNTIVO.

La denominación de *tejido conjuntivo* es un nombre colectivo para varias especies de tejidos, á las cuales se les ha llamado también *tejidos de las substancias conjuntivas* ó simplemente *substancia conjuntiva*.

1. gr. *chitón*: traje, coraza, cáscara. 2. gr. *kéras*, gen. *kératos*: cuerno.

Mientras que en los epitelios la substancia intercelular es sumamente escasa ó desempeña un papel secundario, en los tejidos de este grupo es, al contrario, muy abundante, sobrepasando mucho á la masa celular en cuanto á su cantidad. Es, por otra parte, muy espesa en comparación con la de la sangre, del quilo y de la linfa. En vista de estas propiedades puede reunir (por esto se le llama *tejido conjuntivo*) ó sostener los demás tejidos, ó llenar los intersticios que se encuentran entre ellos.

Como clases especiales, distinguimos en el tejido conjuntivo: 1) el *tejido conjuntivo celular* ó *vesicular*, 2) el *tejido gelatinoso*, 3) el *tejido fibroso* ó *conjuntivo* propiamente llamado, 4) el *tejido cartilaginoso*, 5) el *tejido óseo*, y 6) el *tejido dentario*.

1. Tejido conjuntivo celular ó vesicular.

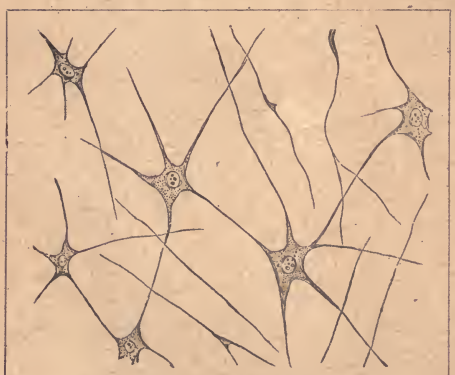
Este tejido conjuntivo se caracteriza por sus células grandes, casi vesiculares, y contenidas en una substancia intercelular escasa, de manera que ésta no sobrepasa la masa de las células, distinguiéndose por esto perfectamente de los demás tejidos de este grupo.

Se encuentra con frecuencia en los *Invertebrados*, principalmente en los *Moluscos*; en los *Vertebrados* se le observa en la cuerda dorsal.

2. Tejido gelatinoso.

El *tejido gelatinoso* ó *mucilaginoso*, se compone de células estrelladas con núcleos, implantadas en una substancia intercelular abundante, casi líquida ó semilíquida y mucilaginosa. Las células forman una especie de red, anastomosándose en parte por sus apéndices (figs. 24 y 25). La substancia intercelular llena las mallas de esta red, representa una masa gelatinosa y microgranulosa, y no da por cocción ni gelatina (glutina), ni mucina verdadera; en los *Tunicados* se compone de celulosa.

Fig. 24.



Tejido gelatinoso de los Celenterados.

Este tejido abunda mucho en los animales inferiores, principalmente en los *Celenterados,* en los que la substancia intercelular es sumamente acuosa.

Fig. 25.

Tejido gelatinoso del embrión.

En los *Vertebrados* lo encontramos en el cuerpo vítreo del ojo, en los canales mucilaginosos y órganos eléctricos de los peces y, sobre todo, en los embriones como forma primitiva de otros tejidos conjuntivos, en que se transforma poco á poco (fig. 25).

Á este tejido pertenece también el cristalino del ojo, que se compone de células fibrosas, hexagonales, tubulares ó cuneiformes, é incoloras.

3. Tejido fibroso ó conjuntivo propiamente dicho.

En el *tejido fibroso, ó conjuntivo* en el sentido estricto, la substancia intercelular tiene estructura fibrosa y posee muy pocas células (fig. 26).

Fig. 26.

a Tejido fibroso con corpúsculos conjuntivos en los intersticios de los hacecillos.
b Fibras elásticas de los tendones.

Las fibras se hallan aglomeradas y constituyen hacecillos *(hacecillos conjuntivos).* Están dispuestas paralelamente, en undulaciones (fig. 26), ó se cruzan en todas direcciones, formando redes. Tratadas por el ácido acético, se hacen coloideas y transparentes, perdiéndose la estructura fibrosa del hacecillo ó de la substancia intercelular. Dan por cocción gelatina verdadera ó glutina, y un residuo que se parece á los albuminatos.

Las células, llamadas *corpúsculos conjuntivos,* son elípticas, fusiformes, estrelladas ó ramificadas, se hallan en las lagunas ó intersticios de la substancia intercelular fibrosa, y son en muchos casos ameboidales y por consiguiente consideradas, en parte, como corpúsculos incoloros sanguíneos inmigrados. Son libres ó unidas por sus

apéndices; á veces se transforman ó degeneran, mostrando contornos simples ó dobles, perdiendo el núcleo, ó teniéndolo sólo con una capa de protoplasma desvanecido, ó desapareciendo por completo y dejando los vacíos (fig. 27).

El *tejido conjuntivo fibroso* tiene distribución vasta en los animales superiores. Se le observa como substancia intersticial en los órganos, ó como parte más ó menos esencial de las membranas fibrosas, de los tendones, del periostio, de la córnea y esclerótica del ojo, de la membrana dura del cerebro, del integumento, etc.; en el cutis de éste se hallan las fibras reunidas por la coriína [1] (véase pág. 47), que se disuelve por el agua de cal ó de barita. Tampoco falta este tejido en los *Equinodermos*, *Gusanos*, *Artrópodos*, *Moluscos* y *Tunicados*.

Fig. 27.

TEJIDO CONJUNTIVO DEL CUTIS DE UN MOLUSCO HETERÓPODO.

a y *s* Corpúsculos conjuntivos muy ramificados.
x Célula con núcleo y de contorno doble.
u Célula con dos núcleos y de contorno simple.
k Núcleo con protoplasma que se deshace.
n Ramificaciones y terminaciones de nervios.

Este tejido muestra varias modificaciones, originadas por el desarrollo de fibras especiales, por pigmentación, por engrasamiento y por quitinización.

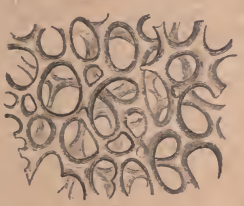
Si el tejido conjuntivo contiene fibras especiales, que se distinguen de las otras por ser más elásticas, por refractar mucho más la luz y

1. lat. *corium:* cutis, cuero.

por resistir á los ácidos y álcalis, se le da el nombre de *tejido conjuntivo elástico* (fig. 26 *b*). Lo encontramos en el ligamento de la nuca, en las fajas amarillas de la columna vertebral y en la membrana elástica de las arterias.

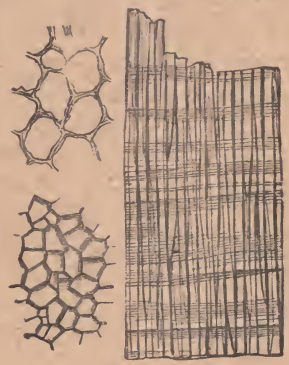
Por el engrasamiento del tejido conjuntivo, se forma el *tejido adiposo ó graso*, que es muy común en los *Vertebrados*, y al que pertenece también el *cuerpo adiposo* de los *Artrópodos* y la substancia fosforescente de las luciérnagas[1] y de los tucos[2].

Fig. 28.



Tejido conjuntivo calcáreo de la espina de un erizo de mar. (Corte transversal). Aum. 120/1.

Fig. 29.



a Corte longitudinal de la cáscara de un molusco bivalvo. *b* Corte transversal. *c* Substancia conjuntiva de una almeja, librada de la materia calcárea por medio del ácido clorhídrico. Aum. 120/1.

Además, se originan masas adiposas por la acumulación de células grasas (fig. 10 A), las cuales representaban al principio gotas aisladas de grasa, que más tarde se revestían de un pellejo albuminoso *(membrana haptógena)*[3] ó que proceden del engrasamiento de las células comunes. En el animal vivo, la grasa es líquida, y la célula es tensa ó turgente, lustrosa, transparente, con los contornos bien marcados y una parte de la membrana engrosada, que corresponde al núcleo (fig. 10 A *a*); al enfriarse, la célula adquiere una forma irregular angulosa (fig. 10 A *b*); en algunos casos contiene cristales esteáricos (fig. 10 A *c*). Calentadas las células adiposas, la grasa se desprende, para reunirse en gotas.

El *tejido adiposo* es en muchos animales coloreado, á saber: en el salmón, en el dorado y en otros peces, y en muchas aves, tortugas y mamíferos. La coloración es parecida á la de la yema

1. Coleópteros *Lampíridos* de los géneros *Photinus*, *Photuris*, etc. 2. Coleópteros *Elatéridos* del género *Pyrhophorus*. 3. gr. *háptein*: cocer, atar, enlazar; *geneá*: origen.

del huevo y debida á pigmentos (véase págs. 49 y 52). En los animales inferiores, la grasa no se halla en el tejido conjuntivo, sino que se encuentra en forma de pequeñas gotas libres repartidas por el cuerpo.

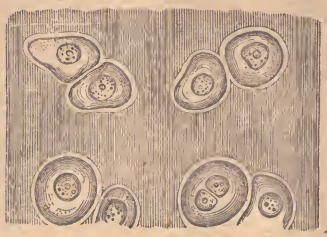
El *endurecimiento del tejido conjuntivo* por medio de materias calcáreas, por la queratina y la quitina, se observa principalmente en los *Invertebrados*, y sobre todo en los *Equinodermos* y *Moluscos* (figs. 28 y 29).

Sin embargo, esta modificación del tejido conjuntivo no falta tampoco en los *Vertebrados:* las aletas y barbas de muchos peces, principalmente las de los tiburones, salmones y bagres, y los tendones cutáneos de las aves, lo demuestran con evidencia. Estos tejidos conjuntivos calcáreos ó quitinosos, resisten mucho á la descomposición, asemejándose por esto á los huesos.

4. Tejido cartilaginoso.

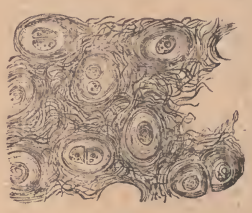
El *tejido cartilaginoso* se compone de células simples, rodeadas de capas concéntricas é implantadas en una substancia intercelular por lo general abundante y bastante sólida. Constituye los *cartílagos*.

Fig. 30.



Cartílago hialino de un mamífero.

Fig. 31.



Cartílago fibroso de la epiglotis.

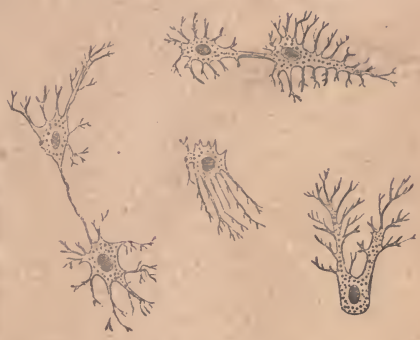
La substancia intercelular de este tejido, da por cocción la condrina[1] (véase pág. 46), en lugar de la glutina[2] del tejido anterior y contiene, además, mucha agua, fosfato y carbonato de calcio y cloruro de sodio. Es casi homogénea ó microfibrosa, como en el *cartílago hialino* (fig. 30), ó contiene fibras conjuntivas, re-

1. gr. *chóndros:* cartílago. 2. lat. *glutinosus:* pegajoso.

cibiendo el nombre de *cartílago fibroso ó amarillo* (fig. 31). Este último puede presentar muchas variedades, según la naturaleza, el número y la distribución de las fibras, obteniendo las denominaciones de *cartílago elástico, conjuntivo, reticulado,* etc.

Las *células cartilaginosas* son generalmente esferoidales, elipsoides ó fusiformes, raras veces estrelladas ó ramificadas, como en la laringe de la vaca, en algunos peces y moluscos (fig. 32). Su plasma es más ó menos granuloso y contiene á veces grasa, como en el cartílago laríngeo de los roedores. Poseen núcleos. Se revisten, por secreción, de capas concéntricas, formando las *cápsulas cartilaginosas*, dentro de las cuales se multiplican endogéneamente una ó varias veces (véase pág. 68), cubriéndose de cápsulas más tarde también las células hijas (figs. 30 y 31).

Fig. 32.



Células cartilaginosas ramificadas del cartílago del molusco cefalópodo *Octopus*.

Los cartílagos, según su duración ó los cambios que experimentan, se dividen en *cartílagos persistentes* y en *cartílagos provisorios* ó *de osificación*. Los primeros se conservan durante toda la vida del organismo como verdaderos cartílagos, por ejemplo, los de la nariz y de la oreja, mientras que los segundos se transforman más tarde en huesos, cuando pierden una parte de la materia orgánica, reemplazándola por materias calcáreas.

Fig. 33.

Cartílago parenquimático del molusco *Pterotrachea cornata* Forsk.

Llámase *cartílago parenquimático*[1] el que carece de substancia intercelular propiamente dicha. Se le

1 gr. *pár, pará*: al lado, junto; *énchyma*: derrame.

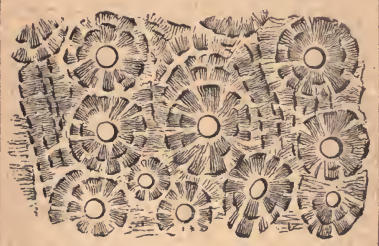
encuentra en la cuerda dorsal de los peces y de los embriones de mamíferos, en las branquias de peces, y en algunos cartílagos del órgano del oído. Formado por células ramificadas lo observamos en el aparato bucal de algunos moluscos (fig. 33).

5. *Tejido óseo.*

El *tejido óseo* está formado por una substancia orgánica, la *osceína*, y por la materia mineral. La primera es muy parecida á la condrina, pero no se transforma por cocción tan pronto en gelatina; la segunda está representada por el fosfato y carbonato de calcio, por el carbonato y fosfato de magnesio y por un poco de fluoruro de calcio. El peso específico del *tejido óseo* depende de la cantidad de estas sales, y varía de 1 á 2, 4. Su color es en algunos peces (*Belone*[1] y *Lepidosiren*[2]) verde.

No se presenta como una masa compacta, sino que es bastante esponjoso, por tener pequeñas cavidades y canales de distintas dimensiones. Las cavidades ovales y radiadas provienen de las *células* ó *corpúsculos óseos*, que están provistos de muchos apéndices, los cuales se esparcen en la substancia intercelular, y por lo general se anastomosan en ella. Estas células se pierden más tarde, dejando en su lugar las cavidades y los núcleos, como documentos de su anterior existencia. Con la edad avanzada del individuo, se pierde también el líquido celular y es reemplazado por el aire, lo que hace que en la vejez los huesos sean más quebradizos y estén más sujetos á la fracturación que en la juventud, en cuya época son muy elásticos.

Fig. 34.



Corte transversal del hueso. Aum. 300/1.

La *osificación* se inicia, cargándose el *cartílago provisorio* de materias calcáreas y formándose una nueva generación de células estrelladas ó ramificadas en una substancia primeramente semisólida, el *osteoblastema*[3], que luego se solidifica. Las células en este estado, llevan el nombre

1. gr. *belóne:* aguja, pez de cuerno ó aguja. 2. gr. *lepis*, gen. *lepídos:* escama; *Seirén:* sirena. 3. gr. *ostéon:* hueso; *blástema:* materia de germinación.

de *osteoblastas*. En los huesos verdaderos la secreción de la materia mineral tiene lugar al rededor de toda la célula, de manera que ésta queda encerrada; en las células óseas de algunos peces y en las células dentarias, la secreción se efectúa sólo á un lado, entrando estas células solamente por sus apéndices en la masa sólida; á estas últimas se ha designado con el nombre de *odontoblastas* [1].

En algunos casos, la osificación se efectúa directamente en el tejido conjuntivo común, sin necesidad del cartílago, como lo observamos en algunas piezas del cráneo. Conocida es también la osificación de los tendones de las aves viejas.

Fig. 35.

Corte longitudinal del hueso humeral.

Los canales arriba mencionados, están rodeados de capas concéntricas de la substancia calcárea: las *láminas óseas* (figs. 34 y 35). Esos canales, que están en comunicación entre sí, contienen los vasos sanguíneos, los cuales proporcionan materias nutritivas á los huesos; se les da el nombre de *canales de* Havers ó *canales medulares*.

6. Tejido dentario.

El tejido que constituye los dientes, muestra tres variedades: la *dentina*, que representa la masa principal; el *esmalte*, que cubre la corona del diente, y el *cemento*, que reviste su raíz (figs. 36 A y 55).

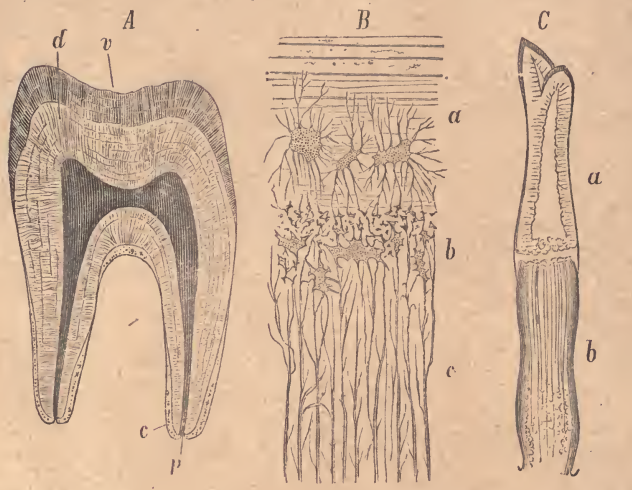
El *cemento dentario* ó *substancia ósea dental*, es muy parecida al tejido óseo; pero sus cavidades son menos regulares y sus canales menos abundantes que los del hueso.

La *dentina*, *marfil* ó *substancia eburnea*, se asemeja también al hueso, pero es más compacta, contiene sólo como 10 % de agua y posee muchos canales regulares. Éstos presentan pequeños tubos óseos que encierran fibras onduladas, ramificadas en parte, é implantadas en una substancia fundamental homogénea (fig. 36 B *e*).

1. gr. *odús*, gen. *odóntos:* diente; *blástē:* germen, brote.

La parte periférica interna de la dentina, que muestra generalmente cavidades ó células irregulares, ha recibido el nombre de *substancia interglobular* (fig. 36 B *b*); y *vasodentina* se llama la parte de la dentina que se halla en el centro del diente y que

Fig. 36.



A Corte transversal de una muela.
v Esmalte.
d Dentina con la pulpa dentaria en su cavidad central.
c Cemento.
p Orificio de la raíz para la entrada de los vasos y nervios.

B Corte transversal de la raíz de un colmillo.
a Cemento con células grandes.
b Substancia interglobular.
c Canales de la dentina. Aum. 300/1.

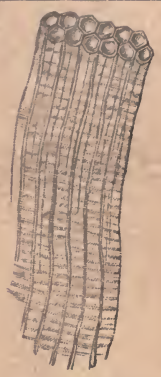
C Corte longitudinal del diente de una salamandra.
a Corona, formada sólo por la dentina.
b Raíz.

está atravesada por vasos sanguíneos; la observamos en los peces, en algunos reptiles y roedores y en el elefante. En los mamíferos en general, los dientes tienen una cavidad central grande, que lleva la *pulpa dentaria*, ó la substancia conjuntiva en que se hallan los vasos sanguíneos y los nervios.

El *esmalte dentario* ó *substancia vítrea*, es blanca, lustrosa, compacta y muy quebradiza; es la substancia más dura del cuerpo animal y conteniendo sólo 0,2 % de agua. Se compone de prismas calcáreos cuadrangulares ó hexagonales, algo undulados y dispuestos paralelamente, mostrándose como una especie de empa-

lizada (fig. 37); estos prismas, á su vez, están formados por elementos fibrosos, dispuestos transversalmente, y sólo de fácil examen durante el desarrollo del diente.

Fig. 37.



Prismas de esmalte. Aum. 800/1.

El esmalte no reviste siempre toda la corona del diente: se halla solamente en la parte anterior de la corona de los dientes de los roedores y rumiantes; falta exteriormente por completo en los dientes de los *Desdentados* y en los colmillos ó defensas del elefante, mientras que en las muelas de los elefantes, rumiantes, roedores, etc., se prolonga al interior, formando repliegues y constituyendo de esta manera los *dientes complicados y laminares.*

El esmalte de los roedores es amarillo y el de los rumiantes negruzco; la primera coloración es debida al óxido de hierro, la segunda al óxido de manganeso (véase pág. 39).

III. TEJIDOS DE CÉLULAS TRANSFORMADAS.

En los tejidos de este grupo, al que pertenecen el *tejido muscular* y el *tejido nervioso,* las células han sufrido una transformación hasta tal punto, que su naturaleza verdadera ha desaparecido casi por completo y quedan sólo vestigios de su anterior existencia. Hacen excepción las *células ganglionares* del tejido nervioso.

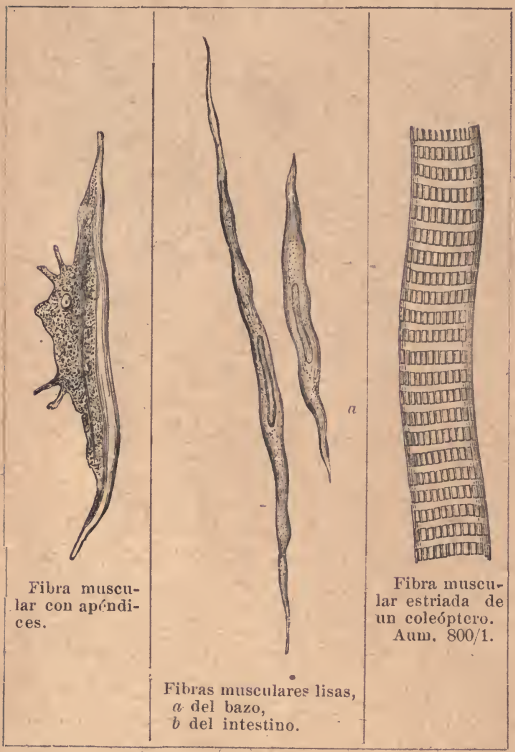
A los tejidos de este grupo se les ha dado también el nombre de *tejidos de relación* ó *correlación,* á causa de la conexión íntima que tienen entre sí, por hallarse siempre juntos ó en contacto, por originarse ambos al mismo tiempo y, sobre todo, por ser los intermediarios entre el individuo y el mundo exterior. En los *Celenterados,* principalmente los *Antozoarios* [1], no se hallan aún las dos clases de tejidos bien separadas ó diferenciadas, sino juntas, representando un tejido primitivo, á la vez muscular y nervioso. Á éste se le ha llamado *tejido neuro-muscular* [2].

1. gr. *ánthos*: flor; *zóon*: animal. 2. gr. *neuron*: nervio.

1. Tejido muscular.

La contractilidad, que se manifiesta tan marcadamente en el protoplasma, alcanza un gran poder en este tejido, y esto, á causa de la transformación total ó parcial de sus células en una substancia contráctil. Las masas contráctiles que se forman así, representan los *músculos*, vulgarmente : *carne;* y las células que las constituyen, las *fibras musculares*. Éstas son simples ó compuestas, según proceden de una sola célula ó de varias, formándo conjuntos ó hacecillos.

Fig. 38. Fig. 39. Fig. 40.



Fibra muscular con apéndices.

Fibras musculares lisas, *a* del bazo, *b* del intestino.

Fibra muscular estriada de un coleóptero. Aum. 800/1.

Según los elementos morfológicos y las propiedades fisiológicas, clasifícase este tejido en *tejido muscular liso* y en *tejido muscular estriado.*

Fisiológicamente se distinguen los dos, por reaccionar ó contraerse el tejido muscular liso sólo un momento después del impulso nervioso dado, y por funcionar aún algún tiempo después de haber ya cesado la irritación nerviosa; los músculos estriados, por el contrario, desarrollan su actividad desde el primer momento de la irritación, y la suspenden también en el acto de cesar el impulso.

a) Músculos lisos.

Los *músculos lisos* están formados por las *fibras musculares lisas* (figs. 38 y 39). Éstas representan células largas bifusiformes ó teniiformes [1], cuyo protoplasma ha sido transformado en substancia contráctil, de estructura microfibrosa, en parte faviforme. Sólo una pequeña parte del protoplasma se ha conservado en su estado primitivo y rodea al núcleo, el cual se halla en el interior ó encima de la substancia contráctil, y muestra refracción doble. En algunas fibras se observan varios núcleos dispuestos en serie; otras, los de los gusanos intestinales, presentan protuberancias y apéndices laterales (fig. 38).

Las *fibras musculares lisas* abundan principalmente en los órganos vegetativos (los de la nutrición y de la reproducción), y no están subordinadas á la voluntad del animal, razón por la cual se les llama también *fibras* ó *músculos involuntarios*.

b) Músculos estriados.

Los *músculos estriados* están constituídos por fibras que provienen de la transformación de muchas células reunidas y que se caracterizan por estrías ó zonas de distinta refracción (fig. 40).

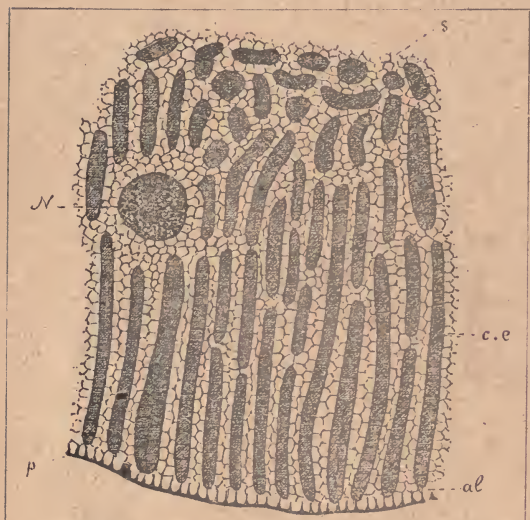
Las *fibras musculares estriadas* que se ven á simple vista en la carne, tienen como un tercio de milímetro de diámetro y están formadas por muchas otras, que se distinguen sólo por el microscopio, por ser su diámetro de 3 á 5 centésimos de milímetro. Las primeras son las *fibras secundarias*, y las segundas las *fibras primarias* ó *fibrillas musculares*. Cada *fibra secundaria* es, por consiguiente, un conjunto ó hacecillo de *fibras primarias*, procedentes de la transformación de células. Esa fibra secundaria ó hacecillo, se halla envuelto en una substancia conjuntiva, que le forma una especie de cubierta, llamada *perimisio* [2].

Según los recientes estudios de Buetschli y Schewiakoff, cada *célula muscular* ó *fibrilla* se compone de dos clases diferentes de protoplasma: la *substancia contráctil*, que constituye los *elementos contráctiles*, y el protoplasma común, en el cual se hallan implan-

1. lat. *taenia*: cinta. 2. gr. *perí*: al rededor; *mysis*: apretón.

tados los elementos contráctiles y que ha recibido los nombres de *sarcoplasma, sarcoglía*[1] *ó substancia intermedia.*

Fig. 41.

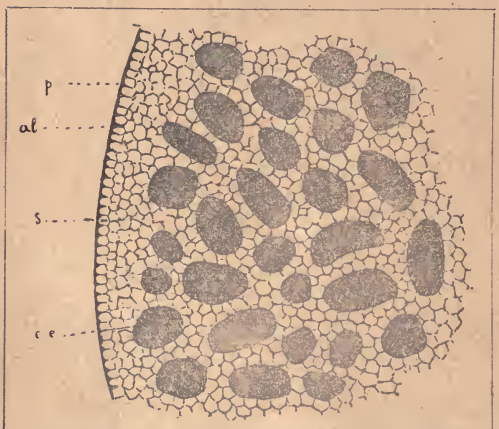


Corte transversal de la fibrilla muscular de un cientopiés. *ce* elementos contráctiles; *s* sarcoplasma; *N* núcleo; *al* cubierta alveolar; *p* película.

Los *elementos contráctiles* son columnitas ó laminillas cilíndricas ó prismáticas, ó una especie de fajas, siempre dispuestas en dirección longitudinal de la célula muscular y, según la clase de animal ó de músculo, de 0,002 á 0,0015 milímetros de diámetro (figs. 41 á 43).

El *sarcoplasma* rodea de todos los lados á los elementos contráctiles, de manera que éstos se hallan implantados en aquél (figs. 41 y 42 *s*). Es de estructura faviforme, alveolar ó esponjosa, y por lo común muy irregular; sus celdillas ó alvéolos miden de 0,0006 á 0,0015 mm de diámetro.

Fig. 42.



Corte transversal de la fibrilla muscular de un cangrejo. *ce* elementos contráctiles; *s* sarcoplasma; *al* cubierta alveolar; *p* película.

Además de los elementos contráctiles, se hallan en el sarcoplasma los *núcleos*, de 0,01 á 0,017 mm de largo por 0.004 á 0,01 mm de ancho, y rodeados del todo por las celdillas sarcoprotoplasmáticas (fig. 41 *N*).

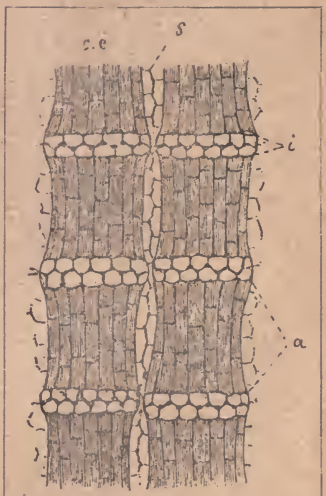
1. *sárx, sarkós*: carne; *glía*: gelatina, cola.

Estos núcleos se encuentran muy cerca de la superficie de la célula muscular ó en su interior.

La capa externa *(cubierta alveolar)* del sarcoplasma de las células musculares, tiene las celdillas sobrepuestas; su pared externa, la *película* (figs. 41 y 42 *p*), refracta más la luz que las partes alveolares adyacentes.

Los elementos contráctiles son también de estructura alveolar y bastante complicados. Se componen de dos ó más celdillas sobrepuestas en dirección de la longitud de la fibra muscular, y de corte circular, elíptico ó poligonal. Varias de estas series de celdillas colocadas las unas al lado de las otras, constituyen las pequeñas columnas, laminillas ó fajas arriba indicadas (figs. 41 y 42). Estas columnitas y sus series de celdillas proporcionan á la fibra muscular las estrías longitudinales (fig. 43).

Fig. 43.



Corte longitudinal radial de una parte de la fibrilla muscular de un ciempiés.
a discos anisotrópicos; *i* discos isotrópicos.

Obsérvase, además, que hay dos capas diferentes de elementos contráctiles: la una de mayor espesor y más opaca; la otra corta y más lustrosa y transparente. La primera representa los *discos anisotrópicos* [1] (fig. 43 *a*); la segunda los *isotrópicos* [2] (fig. 43 *i*). Estas dos capas de refracción diferente, dan á la fibra muscular las estrías características transversales (fig. 43).

Dada la complicación de las fibras musculares estriadas, se explicará la extrema contractilidad que poseen.

Los *músculos estriados* están sujetos á la voluntad del individuo, y se les da por esto el nombre de *músculos voluntarios;* hacen excepción los del corazón, y los de los troncos de las venas de los *Batracios* [3].

Son rojos, en los *Vertebrados*, é incoloros ó apenas coloreados, en los animales inferiores; pero en éstos sus elementos morfológicos son más grandes que en aquéllos.

1. gr. *anisótropos:* de desigual carácter. 2. gr. *isótropos*: de igual carácter. 3. gr. *bátrachos*: rana.

Los músculos estriados contienen, en su composición, 75 % de agua y además: oxígeno, anhidrido carbónico, cloruro de sodio, ácido fosfórico en combinación con el potasio y el sodio, magnesio, calcio, fierro, sintonina, miosina, albuminatos solubles, grasas, colágeno, hematina, ácidos grasos volátiles, ácidos fórmico, acético y butírico, elastina, queratina, sarcina, xantina, azúcar, y algunos fermentos muy parecidos á la pepsina y á la ptialina. Como productos de la transformación regresiva se observan en los músculos: creatina, creatinina, y los ácidos inosínico, láctico, úrico, etc. Se halla, además, el glicógeno en los músculos embrionarios, la inosita en los del corazón en general y en la carne del caballo, como también la taurina y la dextrina (véase págs. 48, 50 y 51).

La actividad del músculo consiste en su contractilidad. Juntamente con este fenómeno tiene lugar cambio de materia y producción de calor; se efectúan oxidaciones, formándose principalmente el anhidrido carbónico y el ácido láctico. La acumulación de los productos de oxidación produce el cansancio muscular y, al parecer, el sueño. En el músculo que se halla en reposo, la respiración es lenta y el cambio de materia muy poco enérgico, por lo cual las materias acumuladas pueden y deben ser transformadas ó expulsadas durante el reposo, para que el músculo vuelva nuevamente á ser apto para el desempeño de sus trabajos.

2. *Tejido nervioso.*

El *tejido nervioso,* que tiene por objeto la conducción de las impresiones, la traducción de éstas en sensibilidad y en movimiento y la producción de las manifestaciones voluntarias, consta de dos clases de elementos: las *fibras nerviosas* y las *células nerviosas* ó *ganglionares.*

Las *fibras nerviosas,* que nacen en las células nerviosas, se dividèn, como las de los músculos, en *secundarias* y en *primarias.* Una *fibra secundaria* de 1 milímetro de diámetro, puede estar compuesta hasta de 10,000 *fibras primarias* y alcanzar la longitud de 1 metro. Las *fibras primarias* son de dos clases: las de *contornos obscuros* y las *claras* (fig. 44). Las primeras (fig. 44 *a*) se componen de una capa externa ó estuche, el *neurilema* [1], y del contenido ó cuerpo transparente semilíquido y coloideo,

1. gr. *neuron*: nervio: *lémma*: piel, cubierta.

llamado *medula nerviosa*. Esta última se coagula fuera del cuerpo animal, mostrando entonces una capa periférica quebradiza, semifarinácea, que es la *vaina medular, limitante*, ó *de Schwann;* y una parte central cilíndrica albuminosa, que lleva el nombre de *cilinderaxis* ó *eje central*. La *vaina medular* representa la medula ó *mielina*, y se compone de colestearina, lecitina, cerebrina, albúmina y grasa. En vista de los contornos dobles que muestra la mielina coagulada, á las fibras que la poseen se les da la denominación de *fibras nerviosas de contornos dobles* ó *de medula*.

Fig. 44.

Fibras primarias nerviosas *a* de bordes obscuros ó contornos dobles, *b* el cilinderaxis en parte fuera de la vaina medular, *c* claras de contornos simples.

Las *fibras nerviosas claras* ó *sin medula* (fig. 41 *c*), que se hallan principalmente en el nervio simpático, son por lo general microfibrosas, tienen á veces muchos núcleos y pueden carecer del *neurilema*, representándose como simples *cilinderaxis*.

En los animales inferiores no se observan las fibras de contornos obscuros; pero en los *Artrópodos* se hallan, en cambio, tubos nerviosos que contienen haccecillos de nervios, y, además, las fibras claras.

Una diferencia de estructura entre las fibras nerviosas *motorias* y *sensitivas*, no ha podido constatarse hasta ahora.

La terminación de los nervios ofrece mucha variedad, como se verá más tarde. Por lo general se dividen dicotómicamente [1], tomando parte en la división el neurilema, la vaina medular y el cilinderaxis. Á veces la ramificación es sumamente complicada, y la extremidad del nervio se presenta como un manojo de fibras. Las extremidades próximas á la periferia del cuerpo son las más ramificadas.

Las *células nerviosas*, que se llaman también *células ganglionares*, por abundar principalmente en los *ganglios* [2] ó hinchazones nérveas, son corpúsculos esferoidales ó elipsoidales, algo achatados,

1. gr. *dícha*: doblemente; *tomé*: corte. 2. gr. *gágglion:* hinchazón nudular.

en el hombre de 0,002 á 0,099 mm de diámetro, y provistos de apéndices, los cuales son el comienzo ó base de las fibras nerviosas (fig. 45). Según la carencia ó el número de apéndices, se les denominan *apolares*, *unipolares*, *bipolares* ó *multipolares*.

Fig. 45.

Células ganglionares
a apolar esferoidal,
b unipolar ó fusiforme,
c bipolar, y
d multipolar

Los apéndices de las células nerviosas son en parte sencillos y relativamente gruesos, en parte delgados y muy ramificados, del aspecto de raíces fibrosas. Los primeros se ligan paulatinamente con las fibras nerviosas ó representan el verdadero origen, la base de éstas; los segundos se acercan á otras células nerviosas, á otros apéndices ó terminan libremente. La substancia gris de la medula espinal está constituída en su mayor parte por una especie de red de células ganglionares y sus apéndices.

Es difícil precisar el concepto de la célula nerviosa ó, dicho con otras palabras: distinguir bien entre una célula nerviosa y una fibra nerviosa. No se puede determinar en qué parte el apéndice de la célula deja de ser *apéndice* y comienza á ser *fibra nerviosa*. En vista de esto, modernamente se consideran á las células y su fibra correspondiente, como unidades nerviosas, denominándolas *neurones* [1], y admitiendo, que todo el sistema nervioso esté representado por estas unidades, de que cada uno de por sí conste de la célula, de la fibra nerviosa y de la extremidad dendrítica [2].

Las células nerviosas son, á la par de las fibras, verdaderos elementos nerviosos, y hay motivo de atribuir á ellas la función de la sensibilidad, los impulsos motores y las funciones psíquicas.

Los apéndices dendríticos de las fibras terminan libremente, cerca de la lámina motora de una fibra muscular, ó próximo á otra célula ó á otro apéndice dendrítico, de manera que la transferencia nerviosa se efectúa solamente por el contacto y no por unión

1. gr. *neuron*: nervio. 2. gr. *dendritikŏs*: de aspecto de árbol.

íntima. Teniendo un neurón varios apéndices, se comprende que estará en relación con tantos otros neurones cuantos apéndices tenga.

La substancia plástica de las células nerviosas es generalmente incolora; obsérvanse, sin embargo, las coloraciones amarillenta, fuscescente ó rojiza, sobre todo en los animales inferiores. Posee un núcleo, varios nucléolos, y tiene la particularidad de descomponerse rápidamente. Carece de membrana propiamente dicha, pero muestra una parte cuticular ó cortical más compacta. Á veces las células nerviosas se hallan envueltas por el *neurilema*, que reviste sus apéndices y que se prolonga para formar el estuche de las fibras nerviosas primarias. Éstas se introducen en el cuerpo de la célula glanglionar, ó á lo menos lo hace el *cilinderaxis*.

La actividad de las fibras nerviosas y de las células ganglionares consiste sin duda, en parte, en el movimiento molecular que producen las sensaciones recibidas, en parte, en los cambios químicos que tienen lugar á causa de ciertas influencias. Este último fenómeno se observa, por ejemplo, en la retina del ojo.

LOS ÓRGANOS Y SUS FUNCIONES.

MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA COMPARADAS.

Los tejidos, de que se acaba de tratar, forman los *órganos* [1], á los cuales, á su vez, les corresponde el desempeño de las *funciones* del cuerpo animal (véase pág. 4).

En los animales más inferiores, por ejemplo, los *Protozoarios* [2], no se observa la organización que tiene por base la estructura celular: en muchísimos casos no hay órganos de ninguna clase, efectuándose todas las funciones por medio del protoplasma, de cuya complicada composición se ha tratado ya (pág. 59).

Desde los *Celenterados* [3] hasta los *Vertebrados*, es decir, en todos los ocho tipos de animales que conjuntamente se llaman *Metazoarios* [4], las funciones dependen de la aglomeración y com-

1. gr. *órganon*: instrumento, órgano. 2. gr. *prôtos*: lo primordial; *zôon*: animal. 3. gr. *koilos*: hueco; *énteron*: entraña. 4. gr. *metá*: atrás, que sigue; *zôon*: animal.

binación de las células ó sus derivados: los *órganos*. Hay en éstos división de trabajo, teniendo cada *órgano*, su función determinada, y como tal, también relación y parte activa en la función total del individuo. Los órganos asumen, en cuanto á sus funciones, cierta clase de independencia y forma que les proporciona una individualidad parecida á la de las células. Y no puede ser de otra manera, pues, su trabajo no es en realidad sino la manifestación total del trabajo de las células.

Los órganos del ser animal forman una unidad, la cual es justamente el *organismo animal;* y la suma del trabajo de los órganos, la actividad ó las diversas funciones continuas ó rítmicas de estos órganos en conjunto, constituye la *vida del animal.*

Los órganos que se observan en los seres de la escala zoológica, representan distintas categorías ó tienen su objeto determinado en la economía del animal.

Unos tienen por objeto tomar materias del ambiente, transformarlas y asemejarlas *(asimilar)* á las del cuerpo del animal ó sea á su propia materia, para reemplazar las substancias y fuerzas gastadas en el desarrollo de la actividad. Estos representan los *órganos de la nutrición,* y su trabajo comprende la *función de nutrición* en el sentido más vasto.

Á otros les corresponde el trabajo de la propagación de la especie, que tiene lugar cuando el individuo se halla desarrollado, y en cuya función se emplea una parte de la materia formada. Representan en este caso los *órganos de la reproducción.*

Por existir estas dos clases de funciones en el reino vegetal y en el animal, se les ha dado el nombre de *funciones vegetativas.*

Las *funciones animales ó de correlación,* que son, con pocas excepciones, sólo del dominio animal, comprenden la *sensibilidad* y la *locomoción.*

Los *órganos de la sensibilidad,* los nervios y ganglios, proporcionan al ser animal ciertas sensaciones y, en los grados superiores del desarrollo, el conocimiento de los objetos que lo rodean y el de muchos estados subjetivos del mismo individuo.

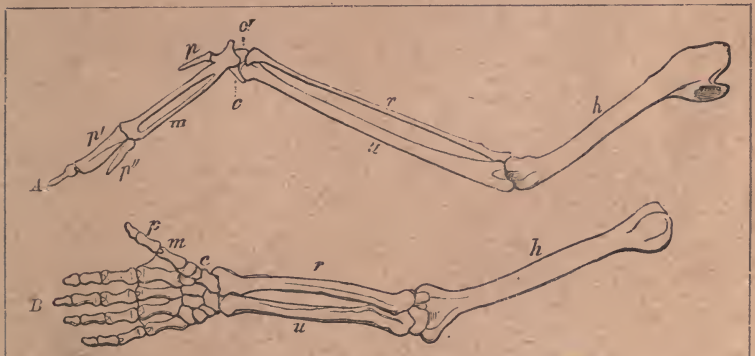
Los *órganos de la locomoción* facilitan el transporte del animal de un lugar al otro, proporcionándole muchas ventajas sobre el vegetal. En los animales más inferiores, la contractilidad del protoplasma suple la falta de órganos especiales para esa función.

Los órganos que desempeñan la misma clase de función, pueden ser muy parecidos ó muy diferentes. La mayor semejanza se ob-

serva en el mismo tipo ó grupo de animales, en que se muestra una relación genética ó de común descendencia. Cuanto más se alejan los tipos por su construcción y aspecto general, tanta mayor divergencia ofrece su organización especial. No hay una serie continua de animales en la escala zoológica, sino muchas interrupciones y una variedad extrema, que también se refleja fielmente en sus órganos y funciones. Sin embargo, por el estudio comparativo se llega á conocer ciertas series de órganos muy semejantes, los cuales desempeñan la misma clase de función. Como se han desarrollado los organismos sucesivamente, y obedecen todos á las mismas leyes generales de la naturaleza, su semejanza se explica sin dificultad alguna.

La Morfología comparada, al tratar de los órganos, habla de *homologías* y de *analogías*, ó de *órganos homólogos* y *órganos análogos*.

Fig. 46.



A Esqueleto del ala de la cigüeña. *B* Esqueleto del brazo del hombre. { *h* húmero, *u* ulna ó cúbito, *r* radio, *c*,*c*' carpo, *m* metacarpo, y *p*,*p*' *p*'' falanges ó dedos.

Llámanse *órganos análogos* todos los miembros ó partes de los distintos animales que desempeñan la misma clase de función ó que tienen el mismo valor fisiológico, aunque se distingan morfológicamente, ó no tengan en su forma y estructura ninguna semejanza, ó apenas muy remota, como, por ejemplo, las patas del caballo y las de la mosca.

Órganos homólogos son, al contrario, todos aquellos que tienen semejanza morfológica, que muestran la estructura general parecida, desempeñando la misma clase de función ó no, como el brazo del hombre y el ala de una ave (fig. 46).

Por otra parte, tratándose de homologías en general, se hacen subdivisiones, distinguiendo tres clases de órganos homólogos: los *homotípicos,* los *homodinámicos* y los *homonómicos.*

Los *órganos homotípicos* [1], ó simplemente *antímeros* [2], tienen la mayor semejanza entre sí, hallándose opuestos en los dos lados del cuerpo, como los ojos derecho é izquierdo, los dos brazos, riñones, etc., del mismo individuo. En los animales radiados, por ejemplo las estrellas de mar, los radios son los *antímeros,* como lo son también los demás órganos de disposición semejante.

Como *órganos homodinámicos* [3], ó *metámeros* [4], se señala á los órganos que tienen generalmente menor semejanza que los anteriores y que están dispuestos en el eje longitudinal del cuerpo, siguiendo uno detrás del otro en todo el cuerpo ó en la línea media, como los segmentos de los *Artrópodos* ó las vértebras de los *Vertebrados,* ó que se hallan en el mismo costado, como el brazo y la pierna derechos.

Los *órganos homonómicos* [5] ó *parámeros* [6], tienen también entre sí mucha semejanza morfológica, encontrándose colocados en el eje transversal del cuerpo ó en una parte del eje longitudinal, ó en ciertos órganos, como los dedos de los animales superiores y los radios ó espinas de las aletas de los peces.

Además, se trata de *homología completa* y *homología incompleta.* En la primera, el órgano, ha conservado su primitiva posición y relación, á pesar de ciertas modificaciones de forma y tamaño sufridas; por ejemplo, los huesos del brazo en los anfibios, reptiles, aves y mamíferos. En la *homología incompleta,* un órgano en relación con otro homólogo, muestra estructura más complicada que este último ó es de organización inferior. El corazón en la serie de los *Vertebrados* da un ejemplo de la homología incompleta.

Los órganos que desempeñan varias funciones, reciben el nombre de *órganos vicarios;* por ejemplo, la cavidad gastrovascular de los *Celenterados* y la trompa del elefante.

Los órganos homólogos ó análogos repetidos ó reunidos para el desempeño de una función, constituyen un *aparato* ó un *sistema de órganos,* verbigracia, el canal intestinal con sus órganos auxiliares, que representa el aparato ó sistema de digestión.

Dispuestas las funciones y los sistemas en grupos, se obtiene el cuadro siguiente:

1. gr. *homós*: igual; *typos*: tipo. 2. gr. *antí*: en frente; *méros*: parte, miembro. 3. gr. *homós*: igual; *dynamis*: poder, fuerza. 4. gr. *metá*: después, atrás; *méros*: parte. 5. gr. *homós*: igual; *nómos*: lo atribuído, uso, ley. 6. gr. *pará*: al lado, junto; *méros*: parte.

I. FUNCIONES vegetativas.	A. Nutrición	Que se efectúa: a) por el canal intestinal y órganos auxiliares y vicarios.	1. *Digestión.*
		b) por los vasos sanguíneos y demás órganos correspondientes.	2. *Circulación.*
		c) por los órganos respiratorios.	3. *Respiración.*
		d) por el integumento y los órganos de secreción.	4. *Secreción.*
	B. Reproducción	Que se efectúa: por los órganos de reproducción, ó de otra manera.	5. *Reproducción.*
II. FUNCIONES animales.	C. Sensibilidad	Que se efectúa: por los nervios y masas nerviosas.	6. *Sistema nervioso.*
	D. Locomoción	Que se efectúa: a) por los músculos.	7. *Sistema muscular.*
		b) por el esqueleto.	8. *Sistema óseo.*

I. FUNCIONES VEGETATIVAS.

A. NUTRICIÓN.

A causa de las funciones del organismo, las substancias de su cuerpo están sujetas á cambios ó mutaciones continuas, bajo el trabajo celular y las influencias externas é internas recíprocas de la materia.

Por la actividad del cuerpo y la transformación de la materia, se forman substancias inservibles y en muchos casos nocivas para el organismo; éste las expulsa entonces en estado gaseoso, líquido ó sólido. Pero con este procedimiento tendría que extinguirse poco

á poco la energía vital, si no se proporcionaran al cuerpo nuevas fuentes de actividad, ó nuevo material de construcción, el cual pueda ir combinando y deshaciendo, con el objeto de sacar de él la manifestación de las fuerzas: mantener la vida. Este es el objeto de la *nutrición.*

Por otra parte, la *nutrición* tiene por objeto el aumento de la masa del cuerpo en cierta época de la vida, por ejemplo, en la juventud, cuando tiene lugar el crecimiento y desarrollo del individuo. En esta época toma y retiene el individuo mayor cantidad de materia de la que gasta en sus funciones y elimina como inservible. Una vez adulto, se establece un equilibrio entre la cantidad de la materia tomada y la gastada ó expulsada. En la edad avanzada sucede lo contrario que en la juventud: el cuerpo, por tener debilitados y gastados sus órganos, no puede restaurarse, y aun cuando tomara grandes cantidades de alimento, aprovecharía sólo muy poco; sus órganos, poco á poco, van perdiendo la facultad de funcionar, hasta que ésta cesa por completo, produciéndose el estado que llamamos *muerte.*

Como *nutrición,* en el sentido más amplio, se comprende el conjunto de todas las funciones, por las cuales el organismo se desarrolla y mantiene sus manifestaciones vitales. Como *nutrición* en el sentido estricto, se consideran sólo los actos de apoderarse de las materias necesarias líquidas y sólidas, y de transformarlas y asimilarlas.

La manera más sencilla de nutrición es la *endosmótica* [1], en la cual el animal, careciendo de órganos de nutrición, toma por su integumento el jugo de otro organismo en que vive. Observámosla en muchos parásitos del tipo de los *Gusanos* y en algunos *Protozoarios.*

Al lado de ésta se coloca la manera de nutrición, en la que todo el animal ó cualquier parte de él funciona como aparato de digestión. Esta clase de nutrición tiene lugar en los animales protoplasmáticos que carecen de órganos especiales y cuya substancia fundamental obra al mismo tiempo como disolvente y absorbente, apropiándose de lo necesario y eliminando lo superfluo ó nocivo.

En el mayor número de los animales la nutrición es, por el contrario, muy complicada, y está sujeta á varios actos mecánicos

1. gr. *éndon:* dentro; *osmós:* empuje, acción de impeler.

y químicos, que tienen su relación íntima y su significación determinada.

Las materias tomadas deben ser desmenuzadas y transformadas. Las inservibles eliminadas y las servibles llevadas á la sangre. He aquí la *función de digestión.*

La sangre tiene que ser distribuída por todo el cuerpo, para que éste obtenga las substancias necesarias para su conservación y actividad. Este acto comprende *la circulación de la sangre* ó la nutrición propia y fisiológicamente dicha.

Al circular la sangre, pierde su oxígeno y se carga de materias inservibles, sobre todo de anhidrido carbónico. Para eliminar este último y apropiarse nuevamente del oxígeno, pasa por órganos especiales, en que se efectúa el cambio de los dos gases. Este acto constituye la *respiración.*

Otras substancias inservibles, principalmente los productos de oxidación de las materias azoadas, las elimina el cuerpo por glándulas especiales, que constituyen por su actividad la *función de secreción.*

I. ALIMENTOS.

Las substancias necesarias para el desarrollo del cuerpo y su conservación, reciben el nombre de *materias nutritivas, alimenticias* ó simplemente *alimentos.*

La necesidad del alimento se pronuncia en el ser animal por el *hambre* y la *sed.*

Aunque la manifestación del *hambre* debiera pronunciarse en cada célula activa, la observamos principalmente en el estómago é intestino, siendo, al parecer, los nervios sensitivos de estos órganos, sobre todo el nervio neumogástrico ó vago, los transmisores principales de la sensación de hambre.

La *sed* se manifiesta principalmente cuando se seca la pared posterior de la faringe, y es transmitida, como sensación, por los nervios (vago, trigémino y glosofaríngeo) que pasan por allí. Puede ser de naturaleza local ó tener su causa en la carencia de agua para los líquidos nutritivos del cuerpo.

Los animales de temperatura variable *(sangre fría),* soportan mejor el hambre y la sed que los de temperatura constante *(sangre caliente).* Lo mismo se observa respecto á los creó-

fagos, á los adultos y viejos y á los de vida poco activa, mientras que los fitófagos, los jóvenes y los animales de mucha actividad ó cambio de materia rápido, sufren mucho más y perecen más pronto si no se satisfacen las exigencias del cuerpo.

Como alimento, en el sentido más vasto, se comprende á todas las materias, así orgánicas como inorgánicas, que necesita el cuerpo para su desarrollo y el reemplazo de las substancias gastadas.

Como *alimento*, en el sentido estricto, sólo se mira á las substancias orgánicas, que el organismo asimila.

Á las *materias alimenticias inorgánicas* pertenecen: el aire atmosférico, el agua, los cloruros de sodio y de potasio, los fosfatos y carbonatos, el hierro, el manganeso, el anhidrido silícico, el fluoruro de calcio, etc., siendo el oxígeno del aire el único que se toma como elemento libre.

Las *materias alimenticias orgánicas* se dividen en tres grupos: los *albuminatos* y *albuminoides*, las *grasas* y los *hidratos de carbono*.

Á los *albuminatos* y *albuminoides* (véanse págs. 41 y 45), que son substancias azoadas, se les ha dado también el nombre de *materias alimenticias plásticas*, por ser las materias que propiamente forman el plasma del cuerpo. Á las otras, que no son azoadas y cuyo papel principal es mantener la respiración y constituir las masas adiposas del cuerpo, se les han llamado *materias de respiración* ó *formadoras de grasa*. Estas dos divisiones no pueden ser circunscritas con exactitud, por las muchas transformaciones que sufren las materias y el papel múltiple que desempeñan.

Los *albuminatos* ó *materias nitrogenadas* (véase pág. 41), son de suma importancia para el cuerpo animal y no pueden ser sustituídos por otras substancias; pero entre sí se reemplazan perfectamente las diversas clases de albuminatos, aunque provengan las unas del reino animal y las otras del vegetal. Á ellas pertenecen las diversas especies de albúminas, la fibrina, la caseína, la legúmina, etc.

El cuerpo los aprovecha de la mejor manera, absorbiéndolos pronto y no transformándolos en peptonas, sino en pequeña parte; y esto último á causa de su descomposición y eliminación por los órganos uropoéticos y respiratorios.

Los *albuminoides* ó derivados de albuminatos (véase pág. 45)

desempeñan, como materia nutritiva, un papel secundario, por ser muy poco aptos para la oxidación. Su papel consiste principalmente en evitar la descomposición de los albuminatos que contiene el cuerpo, el que á expensas de la descomposición y eliminación de los albuminoides puede conservar por algún tiempo sus depósitos de albuminatos.

Las *grasas* no son menos necesarias para la nutrición del organismo animal, y tienen que ser tomadas también del reino animal ó vegetal, aunque el cuerpo tenga la facultad de formarlas de los albuminatos y de hidratos de carbono (véase pág 48). Las principales son: la palmitina, la estearina y la oleína.

A los *hidratos de carbono*, que son combinaciones del carbono con el agua, pertenecen las diversas especies de azúcar (véase pág. 53), el almidón, la inulina, la manita, la goma y mucina vegetal, la celulosa, etc. En el trayecto del canal intestinal casi todos son transformados en dextrosa y llevados en esta forma á los tejidos, donde son inmediatamente oxidados, con producción de calor. Sólo una pequeña parte es transformada en grasa y depositada como *materia de reserva*. En vista de que el hígado tiene la propiedad de formar una especie de azúcar, el *glicógeno* (véase pág. 53), y proporcionarla á la sangre, podría aún cuestionarse la necesidad de los hidratos de carbono como alimento de ciertos animales.

La celulosa, que es de difícil digestión y debe ser sometida á una fermentación intensa en el cuerpo animal, es, como alimento, de gran importancia para los fitófagos, que tienen el canal intestinal muy largo, por cuya razón queda expuesta durante mayor tiempo á la fermentación. De los productos de ésta son aprovechados por el organismo, el ácido acético y el ácido butírico; 260 gramos de celulosa equivalen á 100 gramos de grasa, más ó menos.

En el alimento que toma el organismo animal, las substancias mencionadas se hallan en proporciones muy variadas, abundando generalmente los hidratos de carbono y las grasas. Hace excepción el huevo, en el que los albuminatos sobrepasan en cantidad á las demás substancias orgánicas.

La carne y las semillas de las leguminosas (guisantes, habas, lentejas, garbanzos, porotos, etc.) contienen mucha substancia albuminosa, en comparación con las demás materias alimenticias, que son más ricas en hidratos de carbono ó en grasas. La leche, entre las substancias animales, y los cereales, entre los cuerpos

vegetales, ocupan como alimentos la posición intermedia, en cuanto á las proporciones de materias azoadas y no azoadas que contienen.

La relación entre las substancias azoadas y no azoadas de algunas materias alimenticias es la siguiente:

Carne de oveja	1	por	1,2.	Harina de trigo	1	por	4,6.
Carne de vaca	1	»	1,7.	Harina de avena	1	»	5.
Carne de conejo	1	»	2.	Harina de centeno y cebada.	1	»	5,7.
Carne de cerdo	1	»	3.	Papas ó batatas	1	»	10.
Arvejas ó guisantes	1	»	2.	Arroz	1	»	12.

La cantidad de las diversas sales que contienen los alimentos, varía también considerablemente: en la carne se encuentran principalmente los fosfatos y las sales potásicas, mientras que en la leche abundan el cloruro de potasio y el fosfato de calcio. Hay las mismas clases de sales en los trigos, las papas y batatas, y sobre todo, en las hortalizas ó verduras. Por otra parte, el agua que contiene cloruros, carbonatos y fosfatos en disolución, proporciona al cuerpo las sales que necesita. Las aguas de manantiales contienen por lo general mayores cantidades de las sales indicadas que las fluviales, y son, por consiguiente, más á propósito para el organismo.

Si se toman en cuenta los principales componentes de algunas materias alimenticias que son del uso común del hombre, se obtiene, según Moleschott, el cuadro siguiente:

Se hallan en 100 partes de:

COMPONENTES	CARNE DE			Huevos de gallina	LECHE	Harina de trigo	PAPAS
	MAMÍFEROS	AVES	PECES				
Agua	72,9	73,0	74,1	73,5	86,2	15,0	76,0
Albuminatos	17,4	20,3	13,7	19,4	3,9	13,3	1,0
Substancias colágenas	3,2	1,4	4,4	—	—	—	—
Grasa	3,7	1,9	4,6	11,6	5,0	1,7	—
Hidratos de carbono	—	—	—	—	4,3	68,7	22,0
Substancias extractivas	1,7	2,1	1,7	0,4	—	—	—
Sales	1,1	1,3	1,5	1,1	0,6	1,3	1,0

Habiendo tanta variabilidad en los alimentos respecto á su valor como substancia nutritiva, se comprende que las raciones diarias tienen también que variar, según la clase de alimento, para que el organismo conserve su estado normal. El hombre, por ejemplo, si toma materias ricas en albuminatos y grasas ó hidratos de carbono, consume relativamente poca cantidad de estos alimentos, mientras que alimentándose sólo de pan, tendría que consumir de esta materia 1,5 kilogramos por día, para satisfacer las exigencias de su cuerpo.

Un perro de 25 á 30 kilogramos de peso, necesita 580 gramos de carne por día, ó como equivalente, 20 huevos de gallina; si se le alimenta sólo con pan, requiere grandes cantidades de esta substancia, la cual contiene muy poca materia azoada, que, por otra parte, no puede ser totalmente aprovechada por dicho animal.

El hombre, por su raciocinio y experiencia, ha llegado á reconocer la utilidad de cierta clase de preparación ó elaboración en los alimentos naturales, y ha formado un *arte gastronómico*[1] ó *ciencia*, como dicen los gastrónomos, en vista de la importancia que atribuyen á sus pasiones materiales.

Así, por ejemplo, se hace la carne más digestible, licuando la grasa por temperaturas elevadas, disolviendo en parte el tejido conjuntivo fibroso, ablandando las fibras musculares por el ácido acético que contienen, agregando sales de que escasean, etc. En el caldo se toman las demás substancias, por ejemplo, una parte de la grasa, de los albuminatos, de la gelatina, de las sales y del ácido paraláctico.

La preparación, á la que la cocina somete las substancias vegetales, tiene por objeto ablandar la celulosa y el almidón, invertir una parte de este último en azúcar, y ésta, en parte en alcohol y en anhidrido carbónico.

Además de las materias alimenticias propiamente dichas, el hombre toma otras que carecen de substancias nutritivas ó que tienen sólo vestigios de ellas. Éstas pueden dividirse en *substancias estimulantes* y en *artículos de fantasía*. Las primeras, á las que pertenecen la sal común y todos los condimentos, irritan los órganos del aparato digestivo, provocando la secreción de los jugos digestivos; son, por consiguiente, de influencia benéfica, pero sólo

1. gr. *gaster*: vientre; *nómos*: lo atribuído, uso, ley; ó de *nomós*: pastoreo.

si se les toma en pequeñas dosis, en caso contrario producen efectos nocivos en el organismo. Como *artículos de fantasía* señalaremos las bebidas alcohólicas y el te, el café, el mate y, finalmente, el tabaco y otras substancias narcóticas (opio, haschisch, coca, betel, etc.), sin negarles virtudes medicinales ó benéficas en casos especiales y en usos moderados.

La cantidad de alimento diario que exige el organismo animal, varía mucho, según la edad, el sexo, el trabajo corporal é intelectual, el estado del cuerpo, las influencias climatéricas, las costumbres, etc. En vista de esto, hay también alteraciones y relaciones en cuanto á las cantidades tomadas, eliminada y reservada, que deben tomarse en cuenta, si se trata de averiguaciones respecto á las exigencias del cuerpo animal.

Un hombre adulto que trabaja, necesita diariamente, por término medio:

	Según Moleschott,	según Voit,	según Liebig
Albuminatos.....	130 grm.	133 grm.	75,74 grm.
Grasa.....	84 „	103 „	447,86 „
Hidratos de carbono..	404 „	324 „	
Sales	30 „	— „	—
Agua.....	2800 „	— „	—

Las conclusiones de Moleschott fueron hechas según la alimentación de varias personas; las de Voit por las raciones de las tropas militares de Baviera; y las de Liebig por las de las de Hessen.

El valor de los alimentos no se expresa por la cantidad ó masa que puede ser oxidada por su equivalente de oxígeno, como se creía antes, sino por la suma de energía que contienen. Con el alimento se proporciona al cuerpo una cantidad determinada de fuerza, destinada á reemplazar la que pierde diariamente por su trabajo mecánico, por la irradiación del calor, etc., de manera que lo que se llama *cambio de materia*, es en realidad, *cambio de fuerza*. En vista de esto, los *valores isodinámicos* [1] de los alimentos no son sino la expresión de su *contenido de energía*, y pueden ser calculados é indicados numéricamente por las calorías que producen. Así equivale, según Voit, el *cambio de fuerza* de un trabajador mediano que consume diariamente 118 gramos de albuminatos, 56

1. gr. *isos*: igual; *dynamis*: fuerza, poder.

gramos de grasa y 500 gramos de hidratos de carbono, á: 484+521+2050=3055 calorías por día.

Según experimentos modernos, 100 partes de grasa producen la misma cantidad de calor que 229 de almidón, que 235 de azúcar de caña, que 255 de azúcar de uva, que 213 de sintonina y que 235 de carne muscular, siendo, entonces, estas cantidades entre sí isodinámicas.

Según la clase de alimento de que se mantienen los animales, los dividimos en *fitófagos, creófagos, saprófagos, coprófagos, omnívoros* y *parásitos.*

Los *fitófagos* [1], que se nutren de substancias vegetales, son muy numerosos, y se subdividen: en *herbívoros* [2], que comen toda clase de hierbas; en *granívoros* [3], que se alimentan de granos ó semillas; en *frugívoros* [4] ó *carpófagos* [5], cuyo alimento consiste en diversos frutos suculentos ó secos; en *poéfagos* [6], que comen gramíneas.

Como el alimento de los *fitófagos* tiene que contener también substancias azoadas ó albuminosas, y éstas (la legumina, el gluten, etc.) se hallan sólo en pequeñas cantidades en los vegetales, estos animales tienen que consumir una cantidad considerable de materia vegetal, para mantener sus funciones y su cuerpo en estado normal.

Los *creófagos* [7] ó *sarcófagos* [8] se nutren de carne. Se les da el nombre de *carnívoros* [9], *rapaces* ó *animales de rapiña,* si se apoderan de otros animales vivos, como el tigre y el cóndor.

Los *saprófagos* [10] ó *ptomatófagos* [11] consumen cadáveres putrefactos ú organismos que se hallan en descomposición, constituyendo de esta manera una especie de policía natural, que reporta un inmenso beneficio para los demás seres, purificando la atmósfera y las aguas.

Los *coprófagos* [12], que se alimentan de los residuos de los demás animales, tienen, como los anteriores, también su importancia en la economía de la naturaleza.

Los *omnívoros* [13] comen de todo lo que hay, no respetando en muchos casos ni lo que les es nocivo, aun á sabiendas. Los tipos de este grupo son el hombre y el cerdo.

1. gr. *phytón*: vegetal; *phagêin*: comer. 2. lat. *herba*: hierba; *vorare*: comer, devorar. 3. lat. *granum*: grano. 4. lat. *frugivorus*: que come frutos. 5. gr. *karpós*: fruto; *phagêin*: comer. 6. gr. *póe*: gramínea; *phágo*: como. 7. gr. *kréas*: carne; *phágo*: como. 8. *sárx*: carne. 9. lat. *caro*, gen. *carnis*: carne; *vorare*: devorar, tragar. 10. gr. *saprós*: podrido. 11. gr. *ptóma*, gen. *ptómatos*: caída, muerte. 12. *kópros*: estiércol. 13. lat. *omnia*: todo; *voro*: trago, devoro.

Los *parásitos* [1] son aquellos organismos que encuentran hospedaje al lado de otros, participando de la mesa de éstos, ó siendo tan impertinentes y desvergonzados, que se alimentan de las carnes y jugos de los que les dan hospitalidad y amparo. Basta recordar las tenias, chinches, pulgas y piojos.

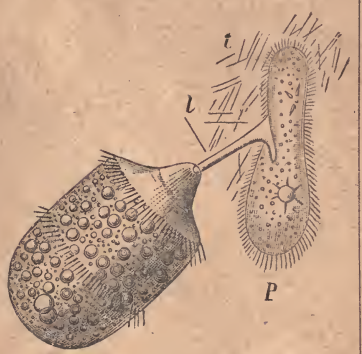
Los *parásitos* se dividen en *fitoparásitos* [2] y *zooparásitos* [3], y en *ectoparásitos* [4] ó *epizoarios* [5] y *entoparásitos* [6] ó *entozoarios*.

Los primeros son parásitos de los organismos vegetales, como el *Tylenchus* [7] *tritici* [8] Needh. Bast. ó *anguílula* del *trigo;* los segundos son los parásitos de los animales. Los *ectoparásitos* ó *epizoarios* viven en contacto con los organismos ó en su integumento, como la pulga y el *bicho colorado* (*Tetranychus* [9] *molestissimus*), y los *entoparásitos* ó *entozoarios,* dentro del organismo, por ejemplo, la tenia ó lombriz solitaria.

II. ÓRGANOS DE APREHENSIÓN.

Los animales protoplasmáticos se apoderan del alimento por cualquier parte de su cuerpo, envolviéndolo ó haciendo la disolución y absorción por medio de los apéndices ó pseudopodios que alargan y recogen. En los *Protozoarios* que poseen una capa cuticular ó cortical, funcionan las pestañas ó cilias como órganos prehensiles, las que por sus movimientos atraen la materia alimenticia, como se observa en muchos infusorios y algunos gusanos. Entre éstos, los *Rotatorios* [10] poseen lóbulos pestañados que les facilitan la captura del alimento.

Fig. 47.



Didinium nasutum (Müll.) Stein agarra por su lengua retráctil (*l*) un *Paramecium* (*P*) que había cazado con sus tricestos (*t*) ó flechas urentes.

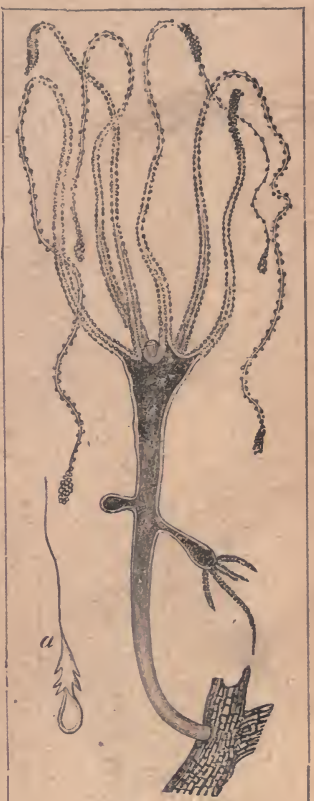
Algunos infusorios, por ejemplo el *Didinium* [11] *nasutum* [12] (Müll.),

1. gr. *parásitos*, lat. *parasitus*: el que vive á expensas de otros, parásito. 2 gr. *phytón*: vegetal. 3. gr. *zôon*: animal. 4. gr. *ektós*: fuera, afuera. 5. gr. *epí*: arriba; *zôon*: animal. 6. gr. *entós*: dentro, adentro. 7. gr. *tyle*: rodete; *ágckos*: espada; 8. lat. gen. de *triticum*: trigo. 9. gr. *tétra*: *cuatro*; *onyx*, gen. *ónychos*: uña. 10. lat. *rota*: rueda. 11. gr. *di*: dos; *díne*: remolino. 12. lat. *nasutus*: con naso.

poseen una especie de flechas urentes (*tricestos* [1]), que hacen salir con vehemencia, para apoderarse de su presa, es decir, de otros infusorios (fig. 47).

En los *Celenterados*, en algunos *Equinodermos* y *Gusanos*, en los *Moluscoideos* y en los *Cefalópodos* entre los *Moluscos*, existen tentáculos al rededor de la boca, que desempeñan el papel de órganos de aprehensión (fig. 48).

Fig. 48.



CELENTERADO: *Hydra fusca* L. sesil en una planta acuática.
a Nematocisto.

Otros gusanos y moluscos tienen la faringe retráctil que usan como lengua; y los *Moluscos odontóforos* [2] tienen la lengua áspera, especie de rallo: la *rádula* [3], que les sirve para hacer perforaciones en otros moluscos ú objetos duros.

En los animales articulados ó los de organización superior, sirven generalmente las extremidades anteriores como aparatos prehensiles, habiendo, por otra parte, mandíbulas, patas mandibulares, lengua, trompa, ventosas, etc., que funcionan como órganos de aprehensión especiales ó vicarios.

La lengua desempeña también el papel de órgano aprehensor en los *Vertebrados*, ya especialmente, ya sólo como auxiliar, lo que se ve en las ranas, el camaleón, las aves *carpinteros*, el oso hormiguero, la vaca, la jirafa, etc. En el elefante funciona la trompa como órgano de aprehensión, y en todos los *Vertebrados* constituyen las mandíbulas más ó menos prolongadas y provistas de dientes, un aparato poderoso de esta clase.

El agua la toman los animales superiores sea por succión,

1. gr. *thrix*, gen. *trichós*: pelo; *oistós*: flecha. 2. gr. *odús*, gen. *odontós*, diente; *phoréo*: llevo. 3. lat. *radula*: raspador.

como el caballo, la vaca y la paloma, sea por lincción[1] ó lámbito[2], como el perro y el gato, ó sea llenando la boca y levantándola, para que caiga por su propio peso en el esófago y estómago. En muchos *Artrópodos* existen órganos especiales en combinación con el esófago, y en los *Celenterados* hay *vasos acuíferos*[3] para la absorción y conducción del agua.

III. ÓRGANOS DE LA DIGESTIÓN.

Tratándose de los *Metazoarios* ó animales cuyo cuerpo está formado por complexos celulares ó tejidos, y que tienen una organización más ó menos complicada, según el grupo que representan, se considera como *aparato de la digestión* al canal intestinal y ciertos órganos auxiliares, sin tener en cuenta las funciones vicarias que desempeñan algunas de sus partes ó estos últimos órganos.

El *canal intestinal* ó *digestivo*, en el sentido más vasto, se extiende desde el *orificio de ingestión*[4] ó boca, hasta el de *egestión*[5] ó ano. Los órganos auxiliares comprenden los de la boca (dientes, lengua, glándulas salivares), el páncreas y el hígado.

Fig. 49.

INFUSORIO:
Prorodon teres Ehrbg.
Con la boca provista de repliegues bacilares y con vacuolos en el interior.

Entre los *Protozoarios*, la mayor parte de los *Infusorios* tiene un canal intestinal rudimentario, que consta á veces sólo de una simple cavidad bucal ó de ésta y del orificio de egestión (fig. 49). En el género *Didinium* el canal intestinal une los dos orificios y hay, además, una lengua protráctil y los *tricestos* ó flechas urentes (fig. 47).

Cuando el aparato digestivo consta sólo de los dos orificios, el alimento entra por la boca al contenido protoplasmático gelatinoso donde es digerido; la materia inservible se junta al princi-

1. lat. *linctio* y 2. *lambitus*: acción de lamer. 3. at. *aqua*: agua; *fero*: llevo. 4. lat. *ingestio*: introducción. 5. lat. *egestio*: extracción, expulsión.

pio en los vacuolos y es arrojada luego por el orificio de egestión, ó por la boca, si falta aquél. Los dos orificios pueden estar muy próximos, ó bien separados, hallándose cada uno en uno de los dos polos del cuerpo (fig. 49).

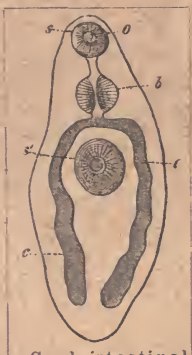
Fig. 50.

Corte vertical del Celenterado *Cereus coriaceus* Cuv.
c cavidad estomacal, *h* sus paredes, *d* cavidad del cuerpo propiamente, *a*, *b*, *g*, *h*, repliegues mesentéricos, *e* filamentos mesentéricos, *f* órganos de reproducción.

En los *Celenterados* funciona como canal intestinal toda la cavidad *gastro-vascular*, ó sólo una parte de ella, que sirve además como órgano de circulación y, en parte, de reproducción y respiración (fig. 50).

Por la boca pasa el alimento á la *caridad gastrovascular*, donde es transformado; ó bien su digestión se efectúa en un saco ó tubo estomacal (fig. 50 *c*), que en muchos casos termina como un tubo libre, teniendo en su fondo una membrana perforada ó un músculo circular, especie de esfínter, para hacer pasar poco á poco el producto de la digestión, que es el quilo y que representa al mismo tiempo la sangre de los *Celenterados*. Las materias inservibles son eliminadas por la boca, ó por los *filamentos mesentéricos*[1] (fig. 50 *e*). La cavidad gastrovascular tiene tabiques ó repliegues verticales *(mesenterios)* (fig. 50 *a*, *b*, *g* y *h*), que la dividen en varios departamentos incompletos *(cámaras mesentéricas)*.

Fig. 51.



Canal intestinal del *Distomum flavescens* van Ben.
o boca, en el centro de la ventosa superior (*s*), *s'* ventosa inferior ó ventral, *b* parte muscular del esófago, *c* intestino bifurcado.

Desde los *Equinodermos* hasta los animales superiores, existe un verdadero *canal intestinal* ó *digestivo*, provisto de paredes propias y que se halla generalmente en una cavidad del cuerpo *(cavidad abdominal, visceral* ó *celiaca*[2]).

El verdadero *canal digestivo* ofrece mucha variedad en la serie animal: se presenta sea como un simple tubo con una sola abertura, ó bifurcado, sin orificio de egestión (fig. 51), ó con éste, pero toda-

1. gr. *mésos*: medio, en medio; *énteron*: entraña, intestino. 2. gr. *coilía*: vientre, abdomen.

vía muy sencillo en su organización (fig. 52), ó sea muy complicado, dividiéndose en varias partes y estando provisto de órganos auxiliares, como en el mayor número de los *Equinodermos* y *Gusanos*, y en los *Artrópodos*, *Moluscos* y *Vertebrados* (figs. 53, 64 y 66).

Fig. 52.

Canal intestinal de la lombriz intestinal *Ascaris lumbricoides* L.

Para facilitar el estudio del canal digestivo de los animales superiores, lo dividiremos en: 1) *aparato bucal*, 2) *aparato de la deglución*, 3) *aparato de la digestión* propiamente dicha, y 4) *órganos auxiliares de la digestión intestinal*.

1. Aparato bucal.

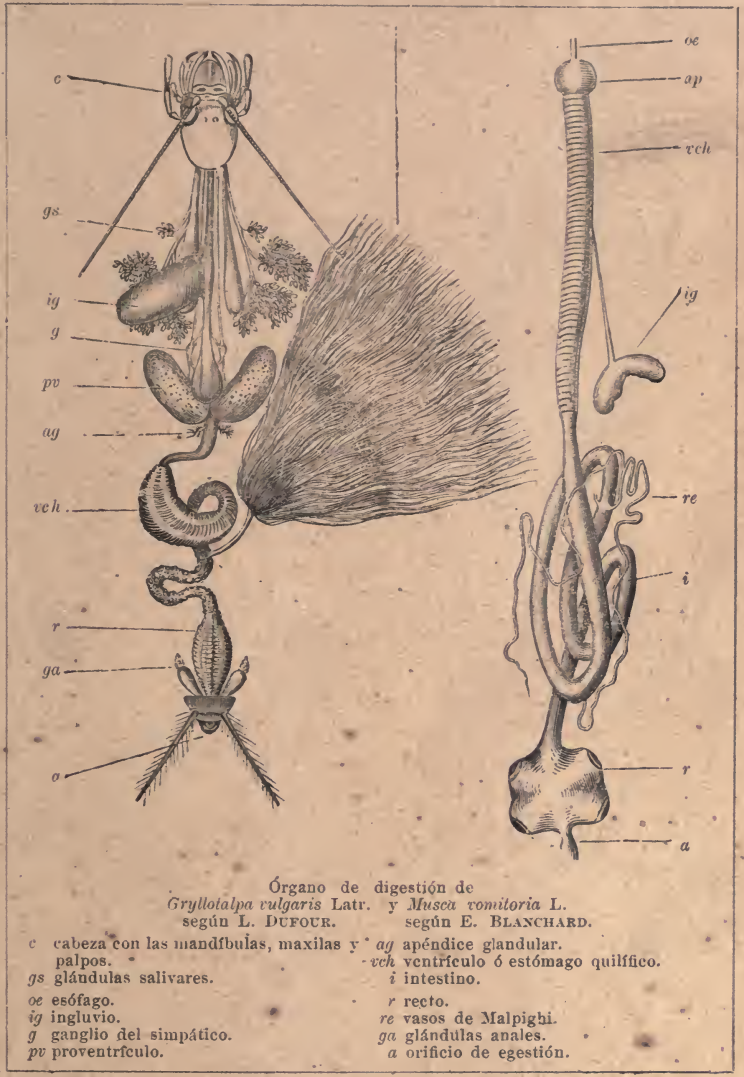
La *boca* es en los animales inferiores generalmente una simple cavidad, al rededor de la cual se hallan pestañas, tentáculos ó papilas (*Infusorios*, *Celenterados*, *Gusanos*, etc.) Entre los gusanos, las sanguijuelas y los *Rotatorios* poseen dientes ó un aparato masticatorio; los *Artrópodos* están provistos de órganos bucales por lo general externos (mandíbulas, maxilas, palpas, lengua y trompa); los *Moluscos cefalóforos*[1] poseen la rádula (véase pág. 113), y los *Vertebrados*, los dientes, la lengua y las glándulas salivares.

La *cavidad bucal* de los animales superiores está revestida de la membrana mucosa. Ésta se extiende desde los labios, cubre las encías, el cuello de los dientes, el frenillo de la lengua y el paladar ó cielo de la boca. El paladar presenta dos partes: la anterior ó *paladar duro*, y la posterior: *paladar blando ó velo palatino*. En la margen posterior libre de este último se halla la *úvula*, *campanilla* ó *galillo*, al lado del cual se divide el velo pala-

1. gr. *kephalé*: cabeza; *phorós*: llevando.

tino en dos partes arqueadas *(arcos palatinos)*, de las que la anterior *(arco palatino lingual)* se dirige hacia la margen de la base

Fig. 53.



Órgano de digestión de *Gryllotalpa vulgaris* Latr. según L. DUFOUR. y *Musca vomitoria* L. según E. BLANCHARD.

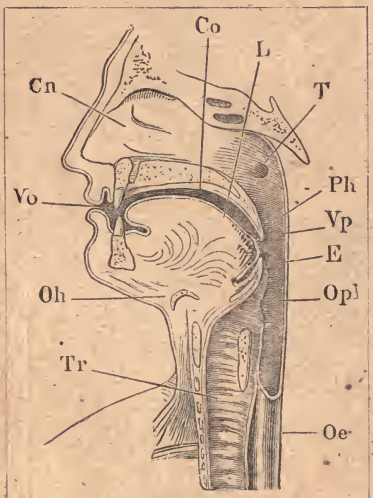
c cabeza con las mandíbulas, maxilas y palpos.
gs glándulas salivares.
oe esófago.
ig ingluvio.
g ganglio del simpático.
pv proventrículo.
ag apéndice glandular.
vch ventrículo ó estómago quilífico.
i intestino.
r recto.
re vasos de Malpighi.
ga glándulas anales.
a orificio de egestión.

de la lengua, y la posterior *(arco palatino faríngeo)* va en dirección de la faringe, continuándose como membrana de ésta (fig. 54).

En la base de los arcos palatinos se halla una glándula compuesta y muy grande, que es la *amígdala* ó *tonsila*.

En algunos *Mamíferos* (tejones y muchos monos) existen repliegues membranosos en los dos lados de la cavidad bucal, que han recibido el nombre de *bolsas bucales internas*. Hay también en algunos roedores de la familia *Geomidae* [1], (vulgarmente *ratones de bolsas* ó *Goffer* [2]) bolsas externas en las mejillas, que no comunican con la cavidad bucal.

Fig. 54.



Corte vertical de la parte anterior de la cabeza humana y del cuello.
Vo Abertura de la boca, *Co* cavidad bucal, *L* lengua, *Vp* velo palatino, *Cn* coana ó cavidad nasal, *T* desembocadura de la trompa de Eustaquio, *Ph* faringe, *E* epiglotis, *Opl* entrada á la tráquea, *Tr* tráquea, *Oe* esófago, *Oh* hueso hioides.

Los *dientes* de los *Artrópodos* son prolongaciones más ó menos puntiagudas de sus mandíbulas quitinosas, y horizontalmente movibles; los de los *Moluscos* están formados, en su mayor parte, por conquiolina y situados en la rádula, y los de los erizos de mar y *Vertebrados*, por sales calcáreas, representando las tres clases del tejido dentario: el *cemento*, la *dentina* y el *esmalte* (véase pág. 89, figs. 36, 37 y 55).

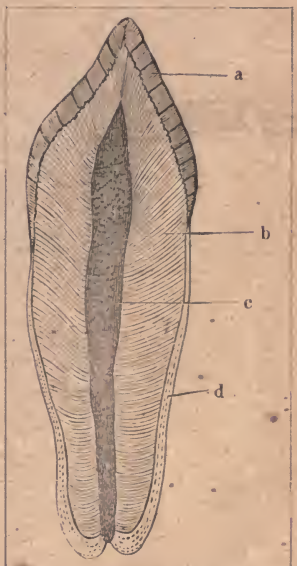
Cuando las mandíbulas carecen de dientes ó que éstos existen en número muy reducido, se observa en otras partes del canal digestivo aparatos de masticación ó dientes. Estos, según el órgano donde se encuentran, reciben la clasificación de: *dientes mandibulares* (en la mayor parte de los *Vertebrados* y en muchos *Artrópodos*); *dientes linguales* (en muchos *Moluscos* y *Peces*); *dientes palatinos* y *faríngeos* (en muchos *Peces* y algunos *Artrópodos*), y *dientes proventriculares* y *ventriculares* ó *estomacales* (en muchos *Artrópodos* y algunos *Moluscos*).

La forma de los dientes varía según el papel que desempeñan. Si todos son de la misma forma y en gran número, constituyen un aparato aprehensor, como en los delfines, lagartos y peces. Si son de forma variada en la misma dentadura, tienen á su cargo opera-

1. gr. *gé*: tierra; *mys*: ratón. 2. Nombre propio de Norte-América.

ciones de diversa naturaleza, como en la mayor parte de los animales superiores. En éstos existen generalmente tres clases principales de dientes: los *incisivos*, con la corona cortante ó en forma de cincel, los *colmillos* ó *caninos*, con la corona cónica, y los *molares* ó *muelas*, con la corona ancha y áspera ó tuberculada (fig. 56).

Fig. 55.



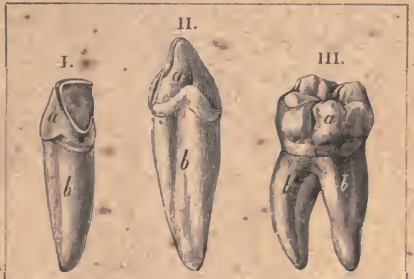
Corte longitudinal de un diente incisivo.
a esmalte, *b* dentina, *c* pulpa dentaria, *d* cemento.

Estas tres clases de dientes se encuentran en diferentes grados de desarrollo en los *Mamíferos* (figs. 57 y 58), y faltan sólo en algunos *Desdentados*, por ejemplo, en el oso hormiguero, y en los *Monotremados* [1] (ornitorinco [2] y equidna [3]).

Los dientes son raras veces movibles, como los del género *Salarias* [4] entre los peces y los ponzoñosos en las víboras. Por lo general son fijos y se presentan como formaciones de la piel mucosa (tiburones), como apéndices de las mandíbulas (serpientes) ó como intercalaciones en los alvéolos mandibulares (cocodrilos y la mayor parte de los mamíferos).

Esta última clase de dientes se forma en pequeñas bolsas ó cápsulas; algunos de ellos se mudan en la edad juvenil, y son los llamados *dientes de leche*. Éstos nacen también en *cápsulas dentarias*, debajo de las cuales se originan otros, que los desalojan al crecer. Los *dientes de leche* comprenden los incisivos, los colmillos y los dos primeros molares que reciben el nombre de *premolares* y que tienen en el hombre 1 ó 2 raíces y 2 tubérculos, mientras que en los mo-

Fig. 56.

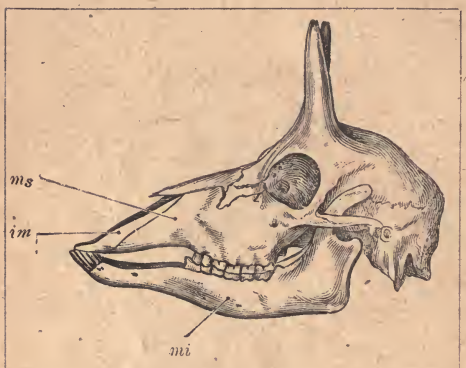


I. Diente incisivo. II. Colmillo. III. Molar.
a corona, *b* raíz; entre las dos el cuello.

1. gr. *mónos*: solo, único; *thêma*: orificio. 2. gr. *ornis*: ave; *rhygchos*: pico, trompa, 3. gr. *Échidna*: nombre mitológico de un monstruo. 4. Nombre propio.

lares verdaderos existen de 2 á 3 raíces, y 4 ó 5 tubérculos en la superficie masticatoria de la corona.

Fig. 57.



Cráneo de la gamuza [*Rupicapra rupicapra* (L.) Sund.]
ms hueso maxilar con los molares.
im hueso incisivo sin dientes.
mi mandíbula con dientes incisivos y molares.

El molar más grande se llama *diente sectorio, laniario* ó *carnicero*, y los que le siguen, *postmolares*.

La *dentición* (fig. 59) se efectúa generalmente con alguna dificultad, produciendo paroxismos febriles, sobre todo en los carnívoros felinos.

En el hombre aparecen los primeros dientes á la edad de cinco á siete meses; á fines del segundo año ya se ha desarrollado la dentadura de leche, que consta de 20 dientes y los cuales se mudan á la edad de seis ó siete años.

Fig. 58.

Cráneo de babirusa (*Porcus babyrussa* Wagl.)

Los *Mamíferos* que no mudan de dientes, se llaman *monofiodontes* [1], como los *Desdentados* y la mayor parte de los *Cetáceos;* los que sí reciben el nombre de *difiodontes* [2].

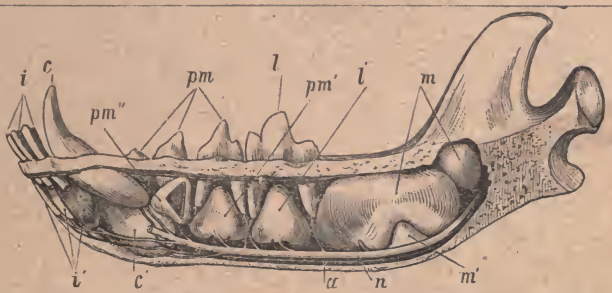
En algunos peces se observa la muda de los dientes faríngeos; en varios cangrejos sucede lo mismo respecto al aparato masticatorio del proventrículo ó buche.

Los *dientes prehensiles* y las mandíbulas de muchos animales (víboras, cientopiés y tarántulas) son huecos, y sirven para expeler el veneno con que matan su presa (figs. 60 y 61).

1. gr. *mónos*: único, solo; *phyo*: produzco; *odús*, gen. *odóntos*: diente. 2. gr. *dis*. dos veces; *phyo:* produzco; *odús*: diente.

Los dientes se llaman *simples*, si su corona está revestida con cierta regularidad del esmalte, como en el hombre; *complicados*,

Fig. 59.

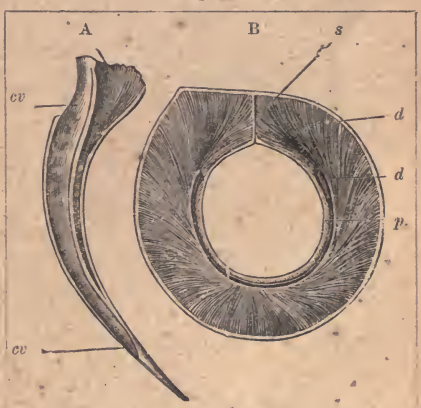


(Se ha abierto la pared externa de la mandíbula inferior dejando sólo arriba un borde angosto).

i incisivos provisorios (*de leche*); *i''* incisivos permanentes.
c canino ó colmillo provisorio; *c'* permanente.
pm premolares provisorios; *pm'* permanente; *pm''* con la cápsula abierta.
l diente laniario, sectorio ó carnicero provisorio; *l'* permanente.
m molares provisorios; *m'* permanente.
n nervio infra-alveolar } que envían ramificaciones á los dientes y cápsulas dentarias.
a arteria infra-alveolar }

si el esmalte se prolonga al interior, formando repliegues, como en los incisivos del caballo y los molares de los rumiantes, y *laminares* ó *compuestos*, si están formados por láminas ó placas cubiertas de esmalte y entresoldadas por el cemento, como los molares del elefante.

Fig. 60.



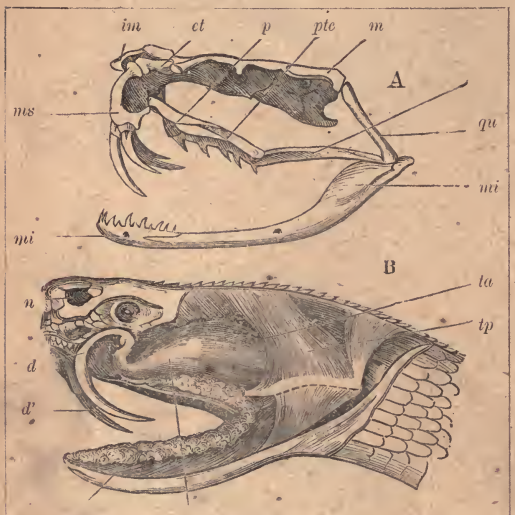
Diente de *Naja tripudians* (Merr.) Schleg. (Naya de lentes)
A Corte longitudinal. B Corte transversal. Aum.
cv canal de veneno, *p* pulpa dentaria, *d* dentina formada de canales largos, *s* sutura dental.

Se usan *fórmulas dentarias* para expresar con abreviación el número de las distintas clases de dientes que se hallan en una dentadura, teniendo en cuenta la mitad de los dientes de cada mandíbula y separando las diversas clases en miembros. La fórmula dentaria del hombre es: i $\frac{2}{2}$, c $\frac{1}{1}$, pm $\frac{2}{2}$, m $\frac{3}{3}$, ó simplemente: $\frac{2}{2}.\frac{1}{1}.\frac{2}{2}:\frac{3}{3}$; la del gato: $\frac{3}{3}.\frac{1}{1}.\frac{2}{2}:\frac{1}{1}.\frac{1}{0}$ ó i $\frac{3}{3}$, c $\frac{1}{1}$, pm $\frac{2}{2}$, s $\frac{1}{1}$, m $\frac{1}{0}$; la de la vaca y oveja: $\frac{0}{3}.\frac{0}{1}.\frac{6}{6}$ ó $\frac{0}{3}.\frac{0}{0}\frac{6}{6}$ = i $\frac{0}{3}$, c $\frac{0}{1}$, m $\frac{6}{6}$ ó i $\frac{0}{3}$, c $\frac{0}{0}$, m $\frac{6}{6}$; lo que da para el primero 32 dientes de

cuatro clases diferentes, para el segundo 30 de cinco clases y para los dos rumiantes 32 ó 30 de sólo tres categorías distintas.

La *lengua* de los *Vertebrados* se halla en la parte inferior de la cavidad bucal y es un órgano vicario muy variado en forma y estructura. Falta en muchos *Peces* y en los *Aglósidos* [1] (los sapos: *Dactylethra* [2] y *Pipa* [3]), ó es muy poco desarrollada é inmóvil en los primeros. En los *Reptiles* es corta (tortugas), larva, bifurcada y protráctil (serpientes y muchos lagartos); filiforme, con la extremidad engrosada y protráctil (camaleón), ó puede presentarse como un bulto carnoso inmóvil (cocodrilo). Las *Aves* la tienen generalmente en forma de flecha y rara vez (papagayos ó loros) con la parte dorsal blanda, si no córnea, con excepción de la parte basilar; en el pelícano es muy rudimentaria. La lengua de los *Mamíferos* es muy carnosa y también bastante variada en forma y estructura y provista de varias clases de papilas, que funcionan como órganos de los sentidos del gusto y del tacto (véanse éstos). En el oso hormiguero es vermiforme, muy larga y protráctil (fig. 62).

Fig. 61.



Cráneo y cabeza abierta del crótalo ó culebra de cascabel (*Crotalus horridus* L.).

A	*ms* mandíbula superior.	B	*d* diente de veneno
	im hueso intermaxilar.		*d'* diente de veneno abierto.
	mi mandíbula inferior.		*ta* músculo temporal anterior que cubre la glándula de veneno.
	ct hueso etmoides.		
	m hueso mastoides		
	qu hueso cuadrado.		
	p hueso palatino.		*tp* músculo temporal superior.
	pte hueso pterigopalatino externo.		*gsm* glándula salivar submaxilar.
	pti hueso pterigopalatino interno.		*n* orificio nasal.

Las *glándulas salivares*, que son más desarrolladas en los fitófagos que en los creófagos, son por lo general acinosas [4] en los

1. gr. *á*: sin; *glôssa*: lengua. 2. gr. *dactylethra*: dedal. 3. Nombre propio brasilero. 4. lat. *acinosus*: en forma de racimo.

Mamíferos, y sumamente desarrolladas en el oso hormiguero (fig. 62). En los *Moluscos gasterópodos*[1] están representadas por varias células, y en las sanguijuelas por una sola, como el tipo más sencillo. Faltan generalmente en los animales acuáticos (ballenas, peces, moluscos, etc.) y en casi todos los *Reptiles* y *Anfibios*. En los artrópodos fitófagos son por lo general muy desarrolladas (fig. 53 *gs*).

Las *glándulas pituitarias* ó *mucosas* de la boca son pequeñas y tubulares, y segregan las materias mucilaginosas con que se halla entremezclada la saliva.

Las *glándulas venenosas* de las víboras, arañas y ciempiés tienen la misma estructura que las glándulas salivares.

Fig. 62.

Lengua vermiforme y glándulas salivares del oso hormiguero.

p glándula parótida.
m glándula submaxilar.
l glándula sublingual.
d conductos de secreción.

2. *Aparato de deglución.*

A la cavidad bucal sigue, en los animales superiores, la *garganta* ó *cavidad faríngea*, cuya parte anterior presenta las dos aberturas ó *coanas*[2] para las fosas nasales (fig. 54 Cn), la de la boca, y la de la laringe (fig. 54 Opl); en su pared laterosuperior y detrás de las coanas, se halla la abertura de la trompa de Eustaquio (fig. 54 T). La parte inferior ó posterior (según la disposición de la cabeza) de la garganta ó cavidad faríngea, se llama simplemente *faringe* (fig. 54 Ph). Ésta es por lo general muy muscular y en muchos casos provista de dientes ó aparatos de trituración, que provienen de endurecimientos epiteliales.

Fig. 63.

Glándula salivar acinosa. (Glándula parótida del hombre).
d vesículas terminales.
c, *b*, *a* conductos de secreción.

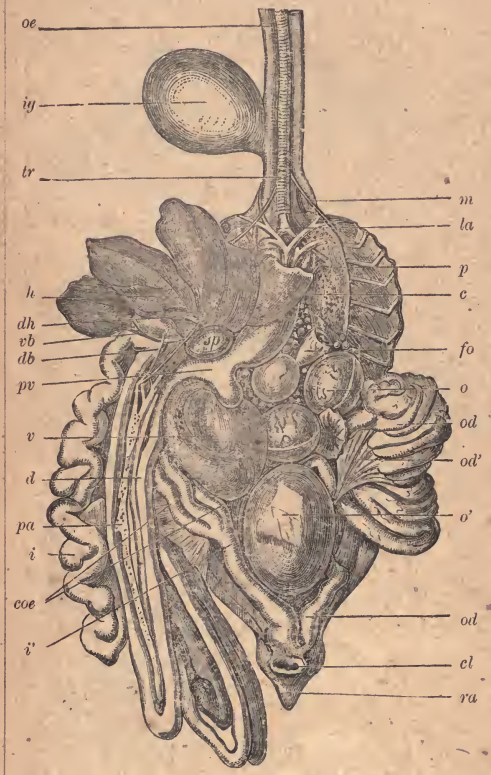
La faringe comunica directamente con la cavidad ventral ó in-

1. gr. *gastér*: vientre; *pús, podós*: pie. 2. gr. *chóanos*: abertura interior de la nariz.

testinal, como en muchos *Infusorios*, *Celenterados* y *Gusanos*, ó se continúa con el *esófago* ó *gula*.

El *esófago* (figs. 53, 54, 64 y 66 *oe*) es sumamente corto en los animales inferiores, mientras que en los superiores es muy desarrollado, sobre todo, en los carnívoros. Es un tubo formado por

Fig. 64.



VÍSCERAS DE LA GALLINA.
(Medio tamaño).

oe esófago.
ig ingluvio.
pv proventrículo.
v ventrículo ó estómago muscular
d duodeno.
h hígado.
vb vejiga biliaria.
dh conducto hepático.
db conducto biliario.
pa páncreas.
sp bazo ó esplen.
i intestino delgado.
i' intestino grueso.
coe intestinos ciegos.
tr tráquea.
la laringe inferior.
m músculo.
c corazón con los vasos sanguíneos gruesos.
p pulmón.
o huevos.
o' huevo con cáscara.
fo folículo ovular vacío.
od oviducto.
od' oviducto abierto arriba del huevo.
cl cloaca.
ra rabadilla.

músculos longitudinales, anulares y transversales y, por consiguiente, muy elástico y á propósito para la deglución de cuerpos relativamente grandes.

El esófago en muchos animales tiene partes ensanchadas ó aparatos secundarios, que son los *ingluvios* [1], *proventrículos* [2] ó *buches* (figs. 53 y 64 *ig* y *pv*), y que tienen por objeto reblande-

1. lat. *ingluvies:* buche. 2. lat. *proventriculus:* antiestómago.

cer las materias alimenticias, como en muchos insectos y aves, ó triturarlas, ó bien servir de aparato de succión, cuando comunican con el esófago por medio de un tubo, como en la mosca vomitoria (fig. 53 *ig* á la derecha).

3. Aparato de digestión propiamente dicho.

Al *aparato digestivo* propiamente dicho pertenece todo el canal intestinal desde el esófago hasta los órganos de excreción.

En los animales inferiores el *canal digestivo* sigue inmediatamente á la boca ó al esófago, terminándose sin abertura, ó teniéndola como orificio de egestión (figs. 50, 51 y 52). Está representado por una cavidad *(cavidad gastrovascular*, fig. 50) ó por un tubo simple (fig. 52), bifurcado (fig. 51) ó muy ramificado (fig. 65).

Fig. 65.

Canal intestinal ramificado del SAGUAYPÉ [*Distomum hepaticum* (Abild.) Dies.].

En los animales más desarrollados el *canal digestivo* tiene partes ensanchadas *(estómagos)* y apéndices ciegos *(apéndices pilóricos* del salmón, *apéndices ciegos* de las estrellas de mar, *apéndice ciego espiral* de los pulpos marinos, etc.), que se dividen en el trabajo de la digestión y absorción de las materias nutritivas necesarias.

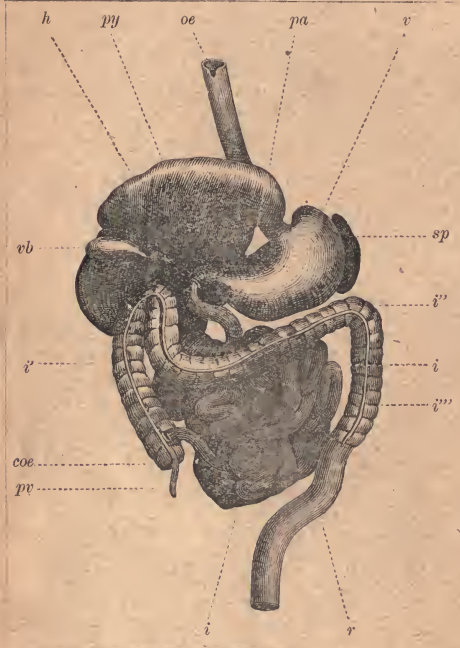
En los animales superiores, el *canal digestivo* se encuentra en la cavidad abdominal ó celíaca, que está separada de la cavidad torácica por el *diafragma*[1] y revestida por el *peritoneo*[2]; éste tapiza también los diversos órganos de dicha cavidad. Los repliegues del peritoneo que fijan el intestino en la pared ventral llevan el nombre de *mesenterio*[3] ó vulgarmente *entresijo*. El *canal digestivo* se compone del *estómago* y del *intestino*.

El *estómago* varía mucho en su forma y disposición (figs. 53, 64

1. gr. *diáphragma*: tabique, pared interceptora. 2. gr. *periténios*: lo extendido al rededor. 3. gr. *mesentérion*; *mésos*: medio; *énteron*: entraña.

y 65) y consta, como el esófago, de tres capas: de la exterior, *serosa, conjuntiva* ó *peritoneal,* de la intermedia ó *muscular* y de la interior ó *mucosa;* en ésta se hallan implantadas las glándulas que segregan el jugo gástrico y la materia mucilaginosa. La entrada del estómago se llama *cardias* [1], y el punto de salida *píloro* [2]. En este último hay un repliegue *(válvula pilórica)* dirigido hacia la parte interior del intestino. En muchos animales el estómago está provisto de formaciones epiteliales córneas ó quitinosas, como la panza de los rumiantes, y el estómago de los *Moluscos pterópodos* [3] y de muchos *Artrópodos* y *Gusanos;* ó presenta capas musculares ó epiteliales pavimentosas gruesas, como en las aves granívoras, á las que sirven de aparato de trituración (fig. 64 *v*). El *estómago* verdadero es glandular y recibe el nombre de *estómago quimífico* [4] ó *quilífico* [5]. Existiendo varios estómagos, el último ó posterior representa entonces el estómago de

Fig. 66.



APARATO DIGESTIVO DEL HOMBRE

(Los órganos en parte separados para demostrar mejor su relación).

oe esófago.
v estómago ó ventrículo.
py píloro.
h hígado.
vb vejiga biliaria.
pa páncreas.
sp bazo ó esplén.
i intestino delgado.
i' parte ascendente del intestino grueso.
s'' parte transversal del intestino grueso.
i''' parte descendente del intestino grueso.
coe intestino ciego.
pv proceso vermiforme.
r recto.

1. gr. *cardía*: corazón, parte estomacal cerca del corazón. 2. *pylorós*: portero. 3. *pterón*: ala; pús, gen, podós: pie. 4. lat. *chymificus*: que hace quimo. 5. lat. *chylificus*: que hace quilo.

esta categoría, por ejemplo el *ventrículo quilífico* en los insectos (fig. 53 *vch*) y el *cuajar* de los rumiantes (fig. 67 *ch*).

El estómago de los rumiantes consta generalmente de cuatro

Fig. 67.

A Estómago de oveja llenado de aire y disecado, de 1/7 del tamaño natural.
p panza, *n* redecilla, *l* libro, *ch* cuajar, *o* base del esófago, *d* comienzo del intestino.
B Celdillas ó retículos de la redecilla; tamaño natural.
C Surco esofágico y partes adyacentes de la redecilla, de 1/3 del tamaño natural. (La sonda indica la comunicación con el tercer departamento ó libro).

departamentos: de la *panza,* de la *redecilla,* del *libro* y del *cuajar* (fig. 67).

La *panza, rumen* ó *ingluvio,* es el más grande: llena los 3/4 del volumen de la cavidad abdominal, puede contener en la vaca hasta 50 kilogramos de alimento, y aun más en el camello; está pro-

visto de endurecimientos epiteliales y tiene por objeto ablandar el pasto. De la panza pasa el alimento al segundo departamento que es la *redecillla, ólula* [1], *gorro* ó *bonete,* cuya membrana mucosa forma retículos ó celdillas (fig. 67 *B).* En ésta el pasto reblandecido se dispone en bolos, que durante el reposo del animal y por contracciones de la redecilla, son llevadas á la boca para efectuar la rumia. El alimento vegetal rumiado ó masticado pasa al tercer departamento estomacal, que es el *libro, salterio* ú *omaso.* Éste posee de 40 á 100 repliegues ú hojas en la mucosa, y falta en los *Camélidos* ó *Tilópodos* [2] (camellos, guanacos, llamas, vicuñas y alpacas) y en los *Tragúlidos* [3] *(Tragulus javanicus* Pall.). Del *libro* pasa el alimento al cuarto ó último departamento, que es el *cuajar* ó *abomaso* y el que posee las glándulas gástricas. En rumiantes que aun no pacen, sólo el cuajar se halla bien desarrollado. Los otros estómagos alcanzan poco desarrollo, si desde la primera juventud se proporciona á los rumiantes materias alimenticias de fácil digestión y muy nutritivas. Las substancias líquidas pasan directamente al cuajar.

Al estómago sigue el *intestino,* que en los animales superiores se divide en dos partes principales: los intestinos *delgado* y *grueso.* Como límite entre los dos se halla el *intestino ciego,* que falta, sin embargo, en muchos animales, y, por consiguiente, también la demarcación entre el intestino *delgado* y el *grueso.*

El *intestino delgado* del hombre y de muchos otros mamíferos se divide generalmente en tres partes, sin que existan límites fijos; son: el *duodeno,* el *yeyuno* y el *íleon.* El primero (fig. 64 *d)* es corto y un par de veces simplemente encorvado, mientras que los otros dos representan un tubo muy largo y dispuesto en muchas curvas ó lazos (figs. 64 y 66 *i).* También en el intestino grueso se distinguen dos partes: el *intestino grueso* propiamente dicho ó *colon* y el *recto* (figs. 64 y 66 *i').*

La longitud del intestino en general, como la de sus partes en comparación, varía considerablemente. Los fitófagos y los cetáceos son los que poseen intestino muy largo, y los creófagos, muy corto. En relación con la longitud del cuerpo, los murciélagos lo tienen 3 veces más largo que éste, los carnívoros 4 veces, la mayor parte de los rumiantes de 15 á 20 veces, la vaca 22 veces y la oveja hasta 28 veces más largo que el cuerpo.

1. lat. *ollula*: pequeña olla. 2. gr. *tylos*: callo; *pús, podós*: pie. 3. lat. *tragulus:* cabrito.

En el punto de comunicación del intestino delgado con el grueso se hallan dos repliegues dirigidos hacia el interior de este último, que constituyen la *válvula del colon,* la que falta en los delfines y en muchos *Desdentados,* allí se encuentra el *intestino ciego* (figs. 64 y 66 *coe).* Éste falta también en muchos animales, como en los murciélagos, osos, martas, delfines, en muchos *Desdentados,* en los *Marsupiales*[1] *carnívoros* (comadrejas, etc.) y en algunos roedores. Es doble en las aves y en el oso hormiguero (fig. 64 *coe)* y simple en los demás animales que lo poseen (fig. 66 *coe).* En el hombre y en muchos monos el intestino ciego es muy corto y está provisto del *apéndice* ó *proceso vermiforme* (fig. 66 *pv);* en muchos roedores (liebre) y marsupiales es, al contrario, sumamente largo: en el *falangista*[2] ó *cusú*[3] (marsupial de Australia), tiene el doble de la longitud del cuerpo del animal.

El *intestino grueso* ó *colon,* es mucho más corto que el delgado; rara vez alcanza á este último en longitud ó lo sobrepasa, como en el *dugong*[4] ó becerro marino *(Halicore*[5] *dugong*[4] Quoy et Gaim), en que tiene casi el doble del largo del intestino delgado. En el hombre se distinguen tres partes: el *colon ascendente* (fig. 66 *i'),* el *transversal (i'')* y el *descendente (i''').*

La extremidad del intestino grueso, que es el *recto* (fig. 66 *r),* no es encrespada, sino lisa, y desemboca por lo general directamente en el orificio de egestión, donde está provisto de un fuerte anillo muscular: el *esfínter.* En los *Monotremados*[6] (ornitorinco y equidna) y en las *Aves* viene á parar á una cavidad por la cual pasan también la orina y los productos de la reproducción y que lleva el nombre de *cloaca* (fig. 64 *cl).*

El recto y el intestino grueso en general, deben ser considerados como *órganos de excreción;* este último, sin embargo, toma aún parte en la digestión (véase pág. 139).

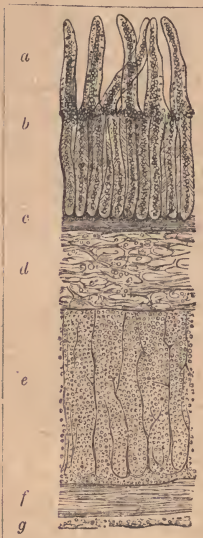
Á causa de la extrema longitud del canal intestinal, sobre todo de la del intestino delgado, éste representa una superficie de gran extensión, lo que es justamente de suma importancia para la digestión y la absorción. Sin embargo, el intestino delgado recibe todavía más aumento de superficie: por repliegues longitudinales, como en los delfines; por una especie de faja espiral, como

1. lat. *marsupium*: bolsa. 2. gr. *phálagx:* falange, serie cerrada; á causa de la unión de las falanges 2 y 3 de las patas posteriores. 3. Nombre indígena. 4. Nombre indígena malático. 5. gr. *háls*: mar; *córe*: doncella, virgen. 6. gr. *mónos*: único, solo; *trêma*: agujero.

en muchos peces; por crestas transversales ó retículos elevados y por *vellosidades,* como en casi todos los *Mamíferos.*

Las *vellosidades* son protuberancias cónicas de la membrana mucosa, que se dirigen hacia el centro del intestino y que contienen una red de vasos capilares sanguíneos y las extremidades de los vasos quilíferos (figs. 68 y 69). Su número y desarrollo están en relación directa con la energía vital del animal.

Fig. 68.



CORTE DE LA PARED DEL INTESTINO DELGADO.

a Vellosidades.
b glándulas de Lieberkühn.
c capa muscular de la mucosa.
d tejido conjuntivo submucoso.
e capa de músculos circulares.
f capa de músculos longitudinales.
g capa serosa y conjuntiva subserosa.

De las glándulas que se hallan en las paredes del canal intestinal, deben mencionarse las de Brunner, de Lieberkühn y de Peyer.

Las *glándulas de Brunner* son tubulares y se encuentran en abundancia en la parte anterior ó superior del duodeno, desapareciendo cerca del conducto biliario. Se hallan sólo en los *Mamíferos,* principalmente en los fitófagos, y segregan una substancia alcalina, que parece tener las propiedades del jugo pancreático.

Las *glándulas de Lieberkühn* abundan en todo el intestino delgado de los *Vertebrados,* donde forman una parte de la mucosa y desembocan entre las vellosidades (fig. 68 *b*). Son parecidas á las glándulas gástricas, representando tubos ó pequeñas bolsas en forma de dedos de guante, en cuya cara inferior se hallan células cilíndricas ó subesferoidales, que se destruyen y renuevan continuamente. También se encuentran en el intestino grueso glándulas tubulares. Sobre la substancia que segregan, no se sabe nada con seguridad; parece ser algo parecida á la del páncreas.

Las *glándulas de Peyer* son glándulas linfáticas que se presentan solitarias ó en agrupaciones (llamadas éstas *placas de Peyer*) y

se encuentran en el intestino, en el estómago, en las amígdalas, etc., de los *Mamíferos* y de las *Aves*.

4. Órganos auxiliares de la digestión intestinal.

Como *órganos auxiliares de la digestión*, que comunican directamente con el canal intestinal, especialmente con el duodeno, deben ser mencionados el *páncreas* y el *hígado*.

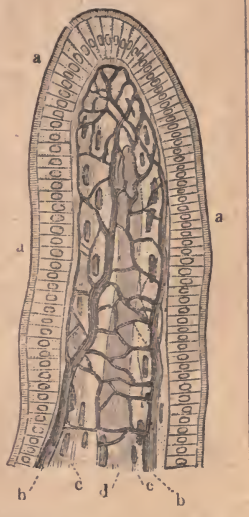
El *páncreas* se encuentra sólo en los *Vertebrados*, y aún no en todos, pues falta en algunos *Reptiles* y en muchísimos *Peces;* en las *Aves* es proporcionalmente muy desarrollado y se halla en el lazo del intestino (fig. 64 *pa*).

Es una glándula compuesta ó semiacinosa, colocada en los *Mamíferos* entre el estómago, el duodeno y la columna vertebral, y que comunica con el duodeno por medio de un conducto *(conducto pancreático* ó *wirsungiano* [1]), ya sea separadamente, ó ya uniéndose con el *conducto hepático* ó *biliario;* lo último es lo más común en los *Mamíferos*.

Su producto de secreción, el *jugo pancreático*, contiene principios digestivos (véase pág. 51).

El *hígado* se encuentra en casi todos los *Metazoarios* en mayor ó menor desarrollo y es caracterizado por su color amarillo y rojo fuscescente, ó pardo, algo bronceado.

Fig. 69.



VELLOSIDAD MUY AUMENTADA.
a epitelio cilíndrico bordado.
b red de vasos capilares.
c capa longitudinal de músculos lisos con los corpúsculos obscuros.
d vaso quilífero central.

En los animales inferiores (muchos *Celenterados, Equinodermos* y *Artrópodos),* se presenta como una capa celular en el intestino; en algunos *Crustáceos* está formado por protuberancias ó apéndices intestinales; en los *Moluscos* es un cuerpo celular grueso uniforme ó lobulado, por el que pasa el intestino, y en los animales superiores lo observamos como un órgano separado, de grandes dimensiones, y el de mayor peso entre las demás vísceras (figs. 64

1. del nombre propio WIRSUNG.

y 66 *h)*. En los *Mamíferos* se halla detrás del diafragma, en el costado derecho, y consta de dos (el hombre, muchos monos, el caballo y la mayor parte de los rumiantes) ó más lóbulos (carnívoros y roedores).

El hígado funciona principalmente como órgano formador de la *bilis* y del *glicógeno*.

La *bilis* es preparada por el hígado, de la sangre venosa (la de la vena porta) y no de la arterial, como sucede en cuanto á las demás secreciones glandulares. Es una substancia alcalina, amarilla, verde ó fusca, muy amarga, y que se compone de los ácidos biliarios generalmente en combinación con el sodio y potasio, de la lecitina y de la colestearina (véase págs. 48 y 51), de los pigmentos biliarios, de mucina y de grasa. En los *Mamíferos* y *Aves* es diastática, conteniendo, por consiguiente, algún fermento.

La bilis va por un canal *(conducto hepático)* directamente al duodeno, ó va antes á depositarse en una pequeña vejiga: la *vesícula biliaria* ó *félea* [1], pasando por el *conducto cístico* que está en comunicación con el *conducto hepático*. La vejiga biliaria falta en los cetáceos carnívoros, en los caballos, ciervos, camellos, en algunos roedores (ratón), en las palomas, papagayos, picaflores, avestruces y en algunos reptiles y peces.

La bilis tiene por objeto la neutralización del quimo (véase pág. 138), la emulsión de la grasa, la saponificación de los ácidos grasos libres y el impedir la putrefacción de las materias fecales en el intestino grueso; tiene, además, propiedades diastáticas ó fermentativas.

La formación del *glicógeno* y su transformación en azúcar parece ser una función normal y constante del hígado de los animales superiores (véase pág. 53). Según las investigaciones modernas de Seegen, el azúcar (glucosa ó dextrosa) es un constitutivo normal de la sangre y proviene, en su mayor parte, de la preparación glicógena del hígado, en la que éste emplea albuminatos, especialmente peptonas. La sangre que sale del hígado por la vena hepática, contiene doble cantidad de azúcar que la que entra en el hígado por la vena porta. En un perro bien alimentado y de 41 kilogramos de peso, el hígado forma diariamente 423 gramos de azúcar, y su sangre contiene normalmente como 4,5 gramos de esta substancia.

Por otra parte, el hígado sirve en algunos casos como depósito

1. lat. *felleus:* biliario.

de sangre; retiene, además, partículas inorgánicas que han entrado en la corriente sanguínea, haciendo lo mismo respecto á los micro-organismos. Según las investigaciones de Wyssokowitsch, se sabe que el hígado y bazo retienen los micro-organismos llevados á la sangre y que efectúan su destrucción. En esos órganos, puede decirse, tiene lugar una lucha por la existencia entre las células endoteliales de los vasos sanguíneos y los bacterios retenidos. En unos casos son los vencedores las células, en otros los micro-organismos; los bacterios que no pueden ser vencidos por las células epiteliales hepáticas y esplénicas, deben ser considerados como patógenos para el organismo en que se desarrollan y cuyo estado anormal ó muerte producen.

IV. DIGESTIÓN.

La *digestión* comprende la transformación parcial ó total, mecánica ó química, de las materias alimenticias ingeridas, ó su inversión en substancias aptas para la absorción y, por lo tanto, para la construcción del cuerpo y la conservación de sus funciones.

Siendo el canal intestinal en la mayor parte de los *Metazoarios,* sobre todo en los animales superiores, el aparato en que se efectúa la digestión, y distinguiéndose operaciones diversas en distintas partes de él, se puede dividir la digestión en los tres actos siguientes: 1) *digestión bucal,* 2) *digestión estomacal* y 3) *digestión intestinal.*

1. Digestión bucal.

Los animales superiores someten el alimento á dos operaciones bucales: á la *masticación* y á la *insalivación.*

La *masticación* es un acto puramente mecánico, que tiene por objeto el desmenuzamiento de la materia alimenticia, para facilitar su impregnación con la saliva, su deglución y su digestión en el estómago.

La *insalivación* es un acto en parte mecánico, en parte químico. Mecánicamente favorece la formación del bolo alimenticio y facilita su deglución; químicamente, transforma las materias ami-

láceas en una especie de azúcar, que es la *dextrosa, glucosa* ó *azúcar de uva* (véase pág. 53), ó, según otros, la *maltosa*, ú otro cuerpo isómero: la *tialosa*.

La *saliva*, segregada por las glándulas ya mencionadas (véase pág. 123), se compone de 99 % de agua, de 0,45 % de cloruro de sodio y cloruro de potasio, de 0,11 % de carbonato de calcio, fosfato de calcio y fosfato de magnesio, de 0,28 % de materia orgánica, y de células epiteliales que se han desprendido de las mucosas de la cavidad bucal ó de las glándulas. Las sales precipitan en parte en los dientes, formando el *sarro*, y la materia orgánica se compone de mucina, de los corpúsculos salivares, de vestigios de urea y de la ptialina.

La saliva que producen las diferentes clases de glándulas, no tiene la misma composición; así la saliva de la glándula parótida contiene gran cantidad de materias calcáreas, pero nada de mucina; en la misma y en la de la glándula submaxilar se encuentran vestigios de un cuerpo venenoso, del sulfocianato de potasio (véase pág. 58); la glándula submaxilar segrega también principalmente los corpúsculos salivares. Ciertas glándulas salivares de algunos moluscos segregan los ácidos sulfúrico y clorhídrico (véase pág. 36).

Los *corpúsculos salivares* son células primordiales de forma esferoidal, que tienen un núcleo compuesto y muchos pequeños corpúsculos que muestran movimientos moleculares. Deben ser considerados como glóbulos incoloros sanguíneos, que, por el medio excesivamente diluído en que se encuentran, han perdido sus propiedades ameboidales.

La *ptialina* es el fermento de la saliva que transforma el almidón ó las demás materias amiláceas en dextrosa ú otros cuerpos isómeros, ó como se dice vulgarmente, en *azúcar*. La ptialina obra principalmente, y con cierta rapidez, sobre las substancias amiláceas cocidas ó tostadas; además tiene la propiedad de transformar las unas más pronto que las otras (véase pág. 50).

Las observaciones modernas que establecen que todos los procesos fermentativos son debidos á la influencia de pequeños organismos, han motivado nuevos estudios acerca de la ptialina, por parte de Ellenberg y Goldschmidt. Según éstos, la ptialina segregada por la glándula parótida, á lo menos en el caballo, no tiene la propiedad fermentativa inmediatamente de salir de la glándula, sino que la adquiere después, cuando ha estado al contacto del

aire impuro ó ha permanecido algunos momentos en la boca. Parece entonces probable, que la saliva posee su fermento sólo como materia preformada, la cual, para obtener las propiedades de la ptialina, necesita la influencia de los microbios de la atmósfera ó de los de la boca, cosa tanto más verosímil, cuanto que se ha observado en el aire un micro-organismo (hongo?) que transforma en parte el almidón en azúcar.

La saliva de muchos insectos (mosquitos, chinches, etc.), que posee principios venenosos, tiene por objeto diluir el plasma sanguíneo de sus víctimas, para facilitar la succión de este líquido.

2. *Digestión estomacal.*

La acción del estómago sobre los alimentos es principalmente química, aunque no faltan animales en que el estómago se halla provisto de aparatos de trituración ó de otros fines mecánicos (véase pág. 125).

El *jugo digestivo* ó *gástrico*, que se ha estudiado mejor en los animales superiores, se compone de la saliva que entra en el estómago, de la secreción de las glándulas pituitarias y de la de las glándulas digestivas ó de pepsina.

Las *glándulas pituitarias* ó *mucosas*, son tubulares y compuestas y se hallan en el hombre dispuestas en zonas circulares cerca del cardias y del píloro; su producto de secreción es la mucina (véase pág. 46).

Las *glándulas digestivas*, *de pepsina* ó *de Wasmann*, son tubulares, y están dispuestas verticalmente en la membrana mucosa, formando regiones ó zonas especiales, ó encontrándose distribuídas regular ó irregularmente sobre toda la pared del estómago, según la clase de animal. En el hombre se hallan muy esparcidas por toda la mucosa estomacal y colocadas generalmente de á cuatro en una pequeña cavidad revestida de epitelio cilíndrico.

En ayunas el jugo gástrico es alcalino; después de la comida es ácido. La acidez es debida principalmente al ácido clorhídrico que se encuentra en estado libre, en una proporción de 0,3 %, en el jugo gástrico. Se observan también en éste pequeñas cantidades de ácido láctico (en el hombre 0,04 %), y vestigios de los ácidos butírico y acético; el ácido láctico

falta en los verdaderos carnívoros. El jugo gástrico contiene además: cloruros de sodio, de calcio, de magnesio y de amonio, vestigios de grasa, de cloruro de hierro y de fosfatos, y el fermento digestivo ó la *pepsina*, cuyo objeto es transformar los albuminatos no solubles en solubles ó en peptonas (véase pág. 50 y 45).

El proceso de la digestión estomacal, que se llama *quimificación*, comprende la transformación de la materia alimenticia llevada al estómago, bajo la influencia del jugo gástrico, en una masa pulposa ó semilíquida de color gris ó fusco y de reacción y olor ácidos.

El cambio que sufre el alimento por la *quimificación*, consiste en su disolución total ó parcial; en la transformación del tejido conjuntivo en substancia colágena, de la albúmina nativa (clara de huevo, etc.), la fibrina y las fibras musculares crudas, en sintonina y en parte en albúmina soluble; y la de los albuminatos coagulados por temperaturas elevadas ó de la carne cocida ó asada, en sintonina. La sintonina no se halla en verdadera disolución, sino en un estado sumamente coloideo, encontrándose las fibras y otros elementos de las substancias albuminosas como partículas ó fragmentos muy atenuados y transparentes.

Las grasas y los hidratos de carbono no sufren casi ningún cambio por la quimificación. Sólo en casos especiales se forman ácidos grasos en el estómago; y los hidratos de carbono pueden ser invertidos al principio en azúcar, por la influencia de la ptialina que ha pasado al estómago, cuando el jugo gástrico no tiene todavía reacción bastante ácida; sin embargo, en muchos casos se efectúa la fermentación láctea á expensas de los hidratos de carbono al fin de la digestión estomacal.

Las bebidas, una parte de la glucosa y de la albúmina nativa y disuelta, son absorbidas directamente por el estómago.

El tiempo empleado en la digestión estomacal, varía según la clase de animal y de alimento; por otra parte, el temperamento, el sexo, la edad, las influencias exteriores y la mayor ó menor actividad, obran sobre él, prolongándolo ó acortándolo. Al cabo de media hora pasan ya los primeros productos de la digestión estomacal al duodeno; la quimificación total de una comida abundante y variada, se produce sólo después de 4 á 5 horas.

Así en el estómago del hombre permanecen de 1 á 2 horas los siguientes alimentos: leche cocida, huevos batidos, arroz y sagú

cocidos, verduras livianas (espárragos y espinacas), puré de manzanas, de membrillos, de arvejas, de habas, de porotos, de papas, de sémola, de avena y de cebada, dulces de membrillo, de tomate, patas cocidas de cerdo, asados de carne de caza, carne de peces poco grasa, etc.; de 2 á 3 horas: la leche cruda, huevos crudos ó poco cocidos, pan, masas de confitería, papas fritas, carne asada ó medio asada de vaca (biftec, rosbif, etc.), hígado frito, la carne blanca de las aves domésticas, ostras, etc.; de 3 á 4 horas: asados y guisos de carnero y ternero, carne de puchero de toda clase (incluso la de aves), la carne obscura de las aves domésticas, café con pan, huevos duros, queso, ensaladas y verduras pesadas (coles, nabos, zanahorias, etc.), sopa de legumbres con papas, etc.; de 4 $^1/_2$ á 6 horas: carne salada, sobre todo de cerdo, salchichas, clara de huevo muy dura, coles con grasa y tendones cocidos, cebollas, hongos, nueces, almendras, pasas, cáscaras de legumbres y de diversos frutos suculentos ó carnosos (uvas, guindas, ciruelas, manzanas, etc.). Muchos de los cuerpos de esta última categoría sólo se les aprovecha en cantidades mínimas, y en muchos casos son eliminados totalmente, á causa de su difícil digestión.

Los alimentos preparados con grasa ó aceite, dificultan la digestión, mientras que preparados con pequeñas cantidades de condimentos la aceleran (véase pág. 109). Los resultados obtenidos en el perro, por Masanori Ogata, en cuanto á la influencia de ciertas substancias sobre la digestión estomacal, no corresponden seguramente en totalidad al hombre habituado desde su juventud al uso de muchas de ellas. Estos resultados son los siguientes: 1) El agua pura y las aguas refringentes (con anhidrido carbónico), el te y el café, no perturban la digestión de una manera considerable. 2) La cerveza, el vino y el aguardiente la retardan hasta ser reabsorbidos, siendo las substancias extractivas de la cerveza, después del alcohol, las que entorpecen más la digestión, y sobre todo más que una cantidad igual de vino con el mismo equivalente de alcohol. 3) El azúcar (de caña y de uva) retarda la digestión por mucho tiempo. 4) La sal común acelera la digestión de una manera muy notable.

Chittenden y Cummins han hecho (1885) estudios comparativos respecto á la digeribilidad de varias clases de carne de mamíferos, de aves, de peces, de la rana, del gámbaro ó langosta de mar y del cangrejo fluvial, obteniendo las conclusiones siguientes: Señalando la cantidad que se digiere de carne pura de vaca con

el número 100, se obtiene: para la carne de ternero 94,89, para la de carnero 92,15, para la de cordero 87,93, para la carne blanca de gallina 86,72, para la obscura 84,42, para la de salmón 92,29, para la de trucha dorada ó raño 87,03, para la de caballa 86,24, para la de sollo 82,99, para la de arenque 82,34, para la de escalvis 82,50, para la de perca marina 80,99, para la de trucha fluvial 78,45, para la de trucha blanca 72,94, para la de anguila 71,82, para la de los muslos de la rana 80,40, para la del gámbaro joven 87,81, del gámbaro adulto hembra 79,06, y del gámbaro adulto macho 69,13, y para la carne del cangrejo fluvial 67,13. Por otra parte, ha resultado de los estudios hechos, que la carne de animales jóvenes es menos digerible que la de adultos de la misma especie.

3. Digestión intestinal.

Una pequeña parte del producto de la digestión estomacal ó *quimo*[1] pasa, al principio, poco á poco al intestino, mientras que después de 3 á 4 horas pasa de una vez, toda la masa, por contracciones de los músculos circulares del estómago, producidas indudablemente por la acidez del quimo, que se ha acentuado considerablemente, á causa de la secreción continua del jugo gástrico y la fermentación ácida de los hidratos de carbono ó la formación de ácido láctico, al fin de la quimificación.

El quimo pasa por la *válvula pilórica* al duodeno, y allí tiene lugar la digestión intestinal más característica é importante: la *quilificación* ó transformación del quimo en *quilo*[2].

Los agentes de la *quilificación* en el duodeno son el jugo pancreático, la bilis y la secreción de las glándulas de Brunner. Estos jugos alcalinos neutralizan el quimo y lo hacen más tarde también alcalino· emulsionan las grasas, dividiéndolas en gotas ó partículas sumamente pequeñas para que puedan ser absorbidas, y descomponen cierta clase de estas substancias, formando glicerinas y ácidos grasos.

El jugo pancreático, en virtud de sus principios fermentativos (véase pág. 51), obra á la vez como la ptialina y la pepsina, convirtiendo las materias amiláceas en azúcar (dextrosa, maltosa ó

1. gr. *chymós*: jugo, líquido. 2. gr. *chylós*: jugo, infusión.

tialosa y dextrina) aun más pronto que la saliva, y disolviendo los albuminatos coagulados y haciéndolos de esta manera servibles para la absorción. Los albuminatos disueltos por la *pancreatina* ó *tripsina*[1] se presentan como nativos, mientras que los disueltos por la *pepsina* son albuminatos *precipitables* y no pueden ser directamente absorbidos. La propiedad disolvente de la tripsina se refiere á todos los albuminatos coagulados, pero no á las substancias colágenas, al tejido conjuntivo, á los tendones, etc.; la pepsina es en el estómago el principio disolvente de estos últimos.

El producto de la *digestión duodenal* ó *quilificación*, es el *jugo lácteo* ó *quilo* (véase pág. 76), que debe ser absorbido, para la nutrición del cuerpo en general. Las substancias ó partículas no digeribles, ó que no son aptas para la absorción, constituyen las materias de excreción (*quilopóesis*[2] ó *copropóesis*[3]). Se forman también gases durante la digestión intestinal, que obran en parte como substancias antipútridas.

Además de la digestión intestinal que se efectúa en el duodeno, debe mencionarse la del intestino delgado propiamente dicho, y la del intestino grueso.

En el intestino delgado, principalmente en el yeyuno, se halla el *jugo entérico*[4] ó sea la secreción de la pared intestinal, más especialmente, la de las glándulas ó criptas de Lieberkühn. Este jugo tiene la propiedad de transformar el almidón en dextrina y azúcar, y de convertir el azúcar de caña en azúcar de uva (dextrosa) y de fruta (levulosa). No puede emulsionar las grasas neutrales, pero sí, las que contienen ácidos grasos libres; tampoco peptoniza los albuminatos, como se creía antes.

La secreción de la membrana mucosa del intestino grueso tiene también la propiedad de transformar el almidón cocido en dextrina y azúcar; pero no hace emulsión de grasas, ni disuelve los albuminatos coagulados. Las paredes del intestino grueso absorben las grasas que llegan hasta allá, y los líquidos.

En los fitófagos, sobre todo en los rumiantes, los restos ó materias no digeridas en el estómago é intestino delgado, permanecen por mucho tiempo en el intestino grueso y en el ciego,

1. gr. *trypserós*: blando, frágil, débil. 2. gr. *chylós*: jugo, infusión; *potesis*: la producción, el acto de producir. 3. gr. *kópros*: estiércol, *poiesis*: producción. 4. *énteron*: intestino, entraña.

sufriendo allí un proceso de descomposición, por influencia de organismos inferiores ó bacterios; es lo que ha recibido el nombre de *digestión secundaria.*

Esta digestión, que se efectúa principalmente en el intestino ciego, en los fitófagos, siempre lleno y muy desarrollado, por ejemplo, en el conejo, donde tiene la misma capacidad que el estómago, es muy complicada. Primeramente tiene lugar una fermentación láctea, formándose el ácido láctico en tan grandes cantidades, que todo el contenido del intestino grueso se vuelve ácido á pesar de la secreción alcalina de sus paredes. También se forma el ácido butírico, aunque en cantidades exiguas. La descomposición de las substancias albuminosas tiene lugar de una manera parecida á la que se observa fuera del organismo y que representa una especie de putrefacción, en la que se desarrollan varias clases de gases, como el anhidrido carbónico, el hidrógeno libre, el hidrógeno carbonado, el nitrógeno y, á veces, principalmente en el caballo, el hidrógeno sulfurado.

Las disoluciones ó líquidos que se forman por la *digestión secundaria,* son absorbidos por el intestino ciego y se les encuentra en cantidad muy pequeña en los carnívoros y en el hombre, que tienen este intestino sumamente pequeño.

V. ABSORCIÓN.

El alimento transformado ó quilo, para ser empleado en la construcción del cuerpo ó en el desempeño de sus funciones, tiene que ser transportado á la sangre ó á las células. Este acto comprende la *absorción.*

En los *Protozoarios,* animales que carecen de un aparato de digestión especial, la absorción se efectúa por los *pseudopodios,* que son apéndices protoplasmáticos retráctiles, estableciéndose en éstos corrientes dobles (centrífugas y centrípetas), que hacen circular la materia absorbida.

Los *Celenterados* y algunos *Gusanos* (varios *Turbelarios*[1]) se apoderan del quilo de una manera análoga, con la diferencia de que en ellos, por el principio de división de trabajo que existe en los *Metazoarios,* la absorción corresponde sólo á una parte

1. lat. *turbo:* torbellino.

determinada de su cuerpo, al *entodermis* [1], que con sus células ameboidales reviste la cavidad gastrovascular.

En los demás *Metazoarios* existen órganos especiales para la absorción, en la cual, además, toma parte activa cierta clase de células, lo que constituye la *absorción celular* ó *intracelular*.

Los órganos especiales que aumentan la superficie absorbente del intestino delgado, han sido ya mencionados (véase pág. 130), y como los más caracterizados deben ser consideradas las *vellosidades* (véase págs. 130 y 131, figs. 68 y 69).

Las *vellosidades* son protuberancias cónicas, provistas de una red ó lazo de vasos capilares sanguíneos, de músculos longitudinales y de una cavidad central con la que comunica la extremidad abierta de un vaso quilífero (fig. 69). Flotan en el quilo, del cual se llenan, pasando éste por sus paredes, que tienen un borde epitelial de estructura aparente para la absorción. Por influencia de la bilis, del anhidrido carbónico ó de causas internas, se efectúan en las vellosidades movimientos rítmicos, que consisten en contracciones y erecciones. Una vez llena de quilo, se contrae la vellosidad, empujando la sangre hacia la pared intestinal y el quilo de la cavidad central hacia el vaso quilífero, de donde éste no puede retroceder, por tener los vasos quilíferos válvulas que se abren sólo hacia el interior. La sangre que retrocede, pone otra vez la vellosidad en estado eréctil, y como la cavidad ha quedado vacía por el paso del quilo á los vasos quilíferos, se llena de éste de nuevo, para vaciarse en seguida, y así sucesivamente, hasta que todo el quilo quede absorbido.

Los vasos quilíficos se reunen, formando otros de mayores dimensiones, pasan por el mesenterio, por varias glándulas y forman un complexo, del que se origina un conducto grueso, que en comunicación con vasos linfáticos constituye más tarde el *conducto torácico*. Éste desemboca en la vena subclavia izquierda, de manera que por este camino llega á la sangre el quilo absorbido por las vellosidades (véase *Sistema linfático*).

Los vasos capilares sanguíneos juegan un papel muy secundario en la absorción del quilo, pues toman las materias únicamente por difusión. Absorben sales y una parte del azúcar por endósmosis, pero apenas pequeñas partes de substancias albuminosas y nunca grasas, cuya propiedad osmótica es sumamente exigua ó nula.

1. gr. *entós*: dentro, adentro; *dérma*: piel.

La *absorción celular* ó *intracelular* consiste en que cierta clase de células, los *leucocitos* [1], se apoderan de algunas substancias del quilo y las llevan á los vasos quilíferos, á la sangre ó á otras células, persistiendo como vehículos de esta clase por algún tiempo, ó descomponiéndose al llenar su misión, para desprenderse de las materias absorbidas y contribuir al mismo tiempo á la alimentación de los tejidos.

Los estudios hechos demuestran con evidencia que la absorción de los albuminatos y de las grasas se efectúa especialmente por medio de células ameboidales. Así se observa que las células epiteliales del canal intestinal producen movimientos ameboidales por su extremidad protoplasmática libre (véase fig. 10 *d*), apoderándose de las partículas de grasa ó de albúmina y llevándolas hacia el interior; ó las células ó corpúsculos linfáticos emigran hasta la superficie de la capa intestinal, por entre las células epiteliales de la mucosa ó de las vellosidades, desempeñando una función parecida. Este último fenómeno tiene lugar en grande escala cuando hay quilo en el intestino. Las células ameboidales linfáticas llenan á veces, por emigración excesiva, toda la extremidad ciega de la cavidad central de la vellosidad, pasando en seguida al vaso quilífero, cuando aquélla se contrae. Durante este tiempo han absorbido grasa y albúmina, que transportan al vaso quilífero, donde generalmente se disuelven, desprendiéndose de esta manera de las substancias absorbidas y contribuyendo con las de su propio cuerpo también á la alimentación de los tejidos, á que son llevados por la sangre. La disolución de los corpúsculos linfáticos es debida á las peptonas ó en general á la combinación química é influencias físicas del nuevo medio en que entran, pues muchos se disuelven sólo en la sangre ó en otras partes del cuerpo animal.

Resulta de esto, que los corpúsculos linfáticos ó, lo que es lo mismo, los glóbulos incoloros de la sangre, juegan un papel tan importante en la nutrición del organismo animal, como los glóbulos rojos en la respiración. Los dos son vehículos de transporte ó depósitos ambulantes de materias de suma importancia para el organismo: los primeros distribuyen la grasa y la albúmina, los segundos el oxígeno. Constituyen ambos el *transporte* ó *absorción celular* ó *intracelular*, mientras que la difusión, filtración y endósmosis constituyen el *transporte* ó *absorción extracelular*.

1. gr. *leukós*: blanco; *kytos*: receptáculo, cavidad.

La importancia de la absorción y transporte celular resalta aún más, si se toma en cuenta: que de esta manera se distribuyen materias no solubles en la sangre y que por esto no pueden ser difundidas; que no se desperdicia gran cantidad de las substancias de nutrición; que se establecen depósitos de materias de reserva que pueden ser empleadas en casos necesarios; y que pueden ser llevadas las materias nutritivas en mayores cantidades á puntos que las necesitan con urgencia. Respecto al último caso, la emigración de los glóbulos incoloros recuerda la que se efectúa en las inflamaciones de los órganos y en la formación del pus (véase pág. 61). Sin embargo, debe observarse, que en ciertos estados patológicos, como en la leuquemia (véase pág. 76), no todos los glóbulos se hallan en condiciones de absorber y distribuir la grasa y la albúmina y de disolverse como en el estado normal, por causas que todavía se desconocen.

Ciertas materias son absorbidas por el estómago, como ya se ha mencionado (véase pág. 136).

En los animales inferiores falta el sistema linfático, y el quilo es llevado directamente á la sangre, ó representa á ésta, por la falta de sangre verdadera (véase pág. 115).

VI. EXCRECIÓN.

El transporte del contenido intestinal se efectúa por el *movimiento peristáltico*[1] del intestino delgado y del grueso, que consiste en que en una parte del intestino se forma una contracción, que se prolonga por cierta distancia, mientras que delante de la onda de contracción se recogen los músculos longitudinales. De esta manera es empujado el contenido, poco á poco, hacia el orificio de egestión.

Cuanto más se aleja del duodeno el contenido intestinal y al orificio de egestión se aproxima, tanto más se empobrece en substancia absorbible, pues el agua, las substancias disueltas y emulsionadas, ó el quilo verdadero, son absorbidas, y quedan sólo las no solubles ó no digeridas, que representan las materias de excreción: el *copropóesis*[2] ó *quilopóesis*[3], ó materias fecales, á las

1. gr. *peristaltikos*: abrazando y apretando; en la medicina: *vermiforme*. 2. gr. *kópros* estiércol; *poiesis*: producción. 3. gr. *chylós*: quilo; *poiesis*: producción.

cuales, después de ser expulsadas, se les da el nombre de *excremento* ó *estiércol*. El acto de eliminarlas comprende la *función copropoética* ó *quilopoética*.

Las *materias de excreción* se componen de celulosa, de substancias queratinosas y quitinosas, de partes de tejidos elásticos, de anhidrido silícico, de carbonatos, sulfatos y fosfatos, de productos biliarios, de células epiteliales que se han desprendido del canal intestinal, de mucina y de varios productos de descomposición. Entre éstos se encuentra el *escatol* [1] ($C^9H^9N^1$), como último producto de la descomposición de los albuminatos, lo que demuestra que éstos pueden ser descompuestos en el canal intestinal de tal manera, que su reconstitución ó regeneración para el empleo histogéneo es imposible.

La *excreción* de las materias inservibles se efectúa simplemente por contracciones vermiformes del intestino, ó con ayuda de la *prensa abdominal* (diafragma y músculos abdominales) en los *Vertebrados* que poseen el diafragma.

El *excremento* es muy abundante en los fitófagos, existe en cantidad regular en los insectívoros y en muy pequeña en los carnívoros; éstos aprovechan mejor el alimento que toman, el cual es también más nutritivo. Tiene, según la especie de animal, consistencia, forma, color y olor distintos. En el excremento humano se encuentra una substancia resinosa, la *excretina*, que se disuelve en agua caliente y en alcohol, pero que es de difícil descomposición. Quemada da una luz bastante brillante y un aroma parecido al del ámbar amarillo.

Los excrementos, por su riqueza en substancias orgánicas é inorgánicas, proporcionan otra vez al suelo, como *abono*, las materias que se le quita directamente, ó que se le extrae por las producciones agrícolas y de ganadería. Á esto se refiere la circulación de la materia.

B. CIRCULACIÓN.

Las materias digeridas y absorbidas, de que se ha tratado en el capítulo anterior, deben ser distribuídas por todo el cuerpo, para que éste pueda mantener su conservación y actividad. Esta

1. gr. *scatós*: estiércol, lodo.

función comprende la *circulación de la sangre* y la *de la linfa*, y puede dividirse en *sistema sanguíneo* y en *sistema linfático*.

I. SISTEMA SANGUÍNEO.

1. Sangre y circulación en general.

La *sangre*, de cuyas propiedades físicas y químicas, como tejido, se ha tratado ya en las páginas 71 á 76, es el verdadero jugo nutritivo ó sea el líquido que conduce todas las substancias necesarias para la renovación del organismo. En su circulación no sólo distribuye las materias plásticas y respiratorias, sino que lleva y proporciona también á los tejidos un poderoso vivificador: el oxígeno. Además, recoge á su paso las substancias inservibles, á fin de facilitar su eliminación.

En los animales protoplasmáticos falta la sangre, y en otros seres inferiores no se distingue bien de los demás líquidos del cuerpo, ó se halla como una especie de quilo, entremezclado con agua, y llamado *líquido quilacuoso;* por ejemplo, en los *Celenterados* y en algunos *Gusanos* y *Moluscos*.

La *cantidad de sangre* varía en los distintos grupos de animales, y hasta en los de una misma especie, según la edad, la constitución ó la nutrición. En el hombre representa un 5 por ciento del peso en el niño, y en el adulto, de 8 á 13 %, correspondiendo, por consiguiente, á 50 kilogramos del peso del cuerpo 3 á 4 litros de sangre. En los conejos jóvenes es alrededor de 7,5 del peso del cuerpo, en los adultos y flacos 5,5, y en los muy gordos sólo 3,3 %. En los caballos varía de 4 á 8; en los perros de 6,4 á 7; en los gatos de 4,5 á 4,7; en las serpientes de 8 á 10, en las tortugas de 5 á 9, y en las ranas de 4,7 á 9 %. Hay mucha variedad también en cuanto á la cantidad de sangre en los diferentes órganos de un individuo. El cerebro es muy pobre en sangre, mientras que las glándulas son los órganos más ricos de ella. En todo el aparato locomotorio (inclusive el sistema nervioso) del conejo se halla en la proporción de 37 %, y en el aparato glandular (inclusive los órganos digestivos) de 63 %, respecto á la cantidad total de la sangre del cuerpo. En los vertebrados pecilotermos las proporciones son inversas, habiendo, por ejemplo, en la rana 69 % de sangre en el aparato de locomoción,

y sólo 31 % en el glandular. Debe observarse, que los métodos para determinar la cantidad de sangre son todavía poco exactos y que las cantidades enumeradas son, por consiguiente, sólo aproximativas.

Se observa también mucha variedad en cuanto á las partes sólidas de la sangre, sobre todo, los glóbulos sanguíneos que están en relación íntima con la energía vital y principalmente con el calor animal (véase pág. 73 y *Calor animal*). En el hombre hay de 4,5 á 5 millones de glóbulos sanguíneos en un milímetro cúbico de sangre, lo que da como 25 billones para el total de ésta, y en peso, unos 4 kilogramos más ó menos. La superficie total de los glóbulos sanguíneos se puede calcular en el hombre, en 2500 metros cuadrados.

El *objeto de la sangre* es la nutrición propiamente dicha ó sea la conservación del organismo. En su camino por el cuerpo proporciona á los tejidos, principalmente á los órganos glandulares, todas las substancias necesarias para su función; se apodera de las materias elaboradas por el aparato digestivo, para emplearlas, al mismo tiempo que recoge las materias inservibles de los tejidos, á fin de eliminarlas. En vista de estas funciones la sangre sufre t ansformaciones ó cambios alternativos en su composición, durante su curso ó circulación por el cuerpo.

2. *Diversas maneras de circulación.*

La *circulación*, que tiene por objeto distribuir la sangre por todas las partes del cuerpo, se efectúa de diversas maneras, según la organización del animal.

En los *Celenterados* funcionan la cavidad gastrovascular, los tubos acuíferos y los tentáculos huecos, como órganos de circulación (véase pág. 115, fig. 50). El *líquido quilacuoso* formado en la cavidad gastrovascular, pasa por la actividad del epitelio vibrátil y las contracciones del cuerpo á los tubos acuíferos y tentáculos, donde es absorbido por los tejidos.

En los gusanos parenquimáticos, por ejemplo, los *Trematodes*[1] ó *saguaypées*, pasa el jugo nutritivo directamente del intestino á la masa parenquimatosa del cuerpo, por no hallarse su canal intes-

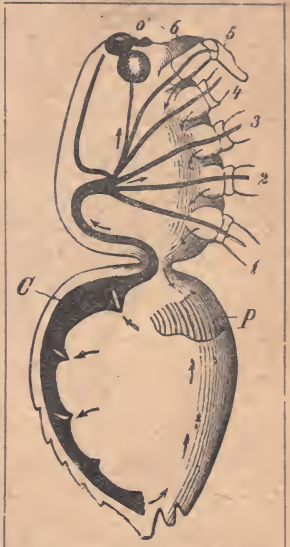
1. gr. *trematódes*: con agujeros; á causa de las ventosas.

tinal en una cavidad abdominal ó celíaca, sino que está implantado en un tejido conjuntivo bastante sólido, denominado *parénquima* [1] (véanse figs. 51 y 65). En los *Cestodes* [2], tenias ó lombrices solitarias, que no tienen canal intestinal, el jugo nutritivo entra por ventosas ó directamente por el integumento blando y poroso, y se distribuye por la masa parenquimática del cuerpo, sin órganos especiales.

En la mayor parte de los animales existe una cavidad entre el canal intestinal y la masa del cuerpo propiamente dicha. En esta *cavidad abdominal, celíaca* [3] ó *celoma* [4], entra en varios animales inferiores el jugo nutritivo, atravesando la pared intestinal. Este jugo, que se llama *líquido celíaco,* equivale en parte al líquido quilacuoso, en parte á la sangre; por lo general lleva este último nombre.

En muchos gusanos la sangre es empujada hacia adelante y hacia atrás, por las contracciones vermiformes ó peristálticas del cuerpo y del intestino; el epitelio vibrátil que reviste la cavidad abdominal toma á veces parte muy activa en esta clase de circulación.

Fig. 70.



APARATO CIRCULATORIO DE UNA ARAÑA

C corazón, que empuja la sangre en dirección de las flechas hacia las arterias (*1* á *6*) y hacia las lagunas; la sangre purificada en el pulmón (*P*) vuelve al corazón por las fisuras ó aberturas que indican las líneas blancas; *o* ojos.

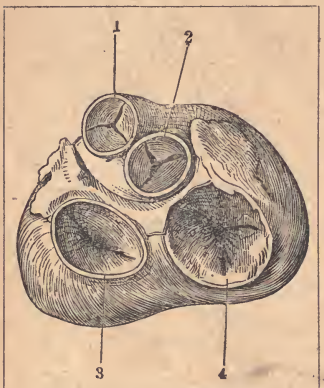
En los animales de mayor desarrollo, observamos órganos especiales para la circulación de la sangre y que la llevan en direcciones bien determinadas. Éstos representan tubos ó canales que están todavía en contacto inmediato con la cavidad abdominal, ó que se han separado de ella, y que reciben el nombre de *vasos sanguíneos.* El primer caso se encuentra en muchos animales invertebrados, por ejemplo, en algunos *Gusanos* y en los *Artrópodos* y *Moluscos,* que tienen, por consiguiente, el sistema vascular sanguíneo representado en parte por vasos sanguíneos bien desarrollados y en parte por la

1. gr. *par, pará:* junto, al lado; *énchyma:* derrame. 2. gr. *kestós:* cinta, faja, correa, *eidos:* aspecto. 3. gr. *koilía*: vientre. 4. gr. *koiloma:* cavidad, hueco.

cavidad abdominal. En este *sistema vascular abierto*, la sangre pasa de la cavidad abdominal á los vasos sanguíneos y de éstos á aquélla.

Habiendo en lugar de una cavidad abdominal muchos intersticios, ó estando formada la cavidad de partes ensanchadas de vasos sanguíneos que carecen de paredes propias, estas cavidades se llaman entonces *lagunas* [1], y el aparato de circulación se denomina en este caso *lacunario* (fig. 70).

Fig. 71.



Corazón humano separado de los atrios y visto desde arriba, para mostrar las válvulas que se hallan cerradas.
1 válvula pulmonar, *2* válvula aórtica, *3* válvula atrioventricular izquierda, bicúspide ó mitral, y *4* válvula atrioventricular derecha ó tricúspide.

En los *Vertebrados* el aparato circulatorio está completamente separado de la cavidad abdominal, representando un *sistema vascular cerrado*. El líquido nutritivo que corre por él, lleva el nombre de *sangre verdadera*.

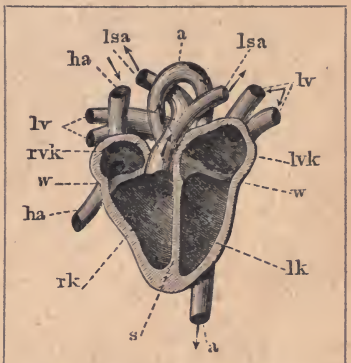
La circulación de la sangre, así en el sistema vascular abierto, como en el cerrado, se efectúa por contracciones de las paredes musculares de los vasos, que empujan la sangre en direcciones determinadas. Por lo general, una parte del aparato circulatorio obtiene mayor desarrollo muscular que las demás, tocándole un papel muy importante en la circulación. Á esta parte le damos el nombre de *corazón*.

La circulación, que en los grados inferiores es undulatoria, se presenta en los superiores como una corriente continua, que vuelve sobre sí misma; y el corazón, que en su forma primitiva no es sino la parte ensanchada y muscular de un vaso sanguíneo (figs. 70, 75 y 77), se manifiesta en los animales de mayor desarrollo como un órgano central del aparato circulatorio bastante complicado y que funciona como un aparato hidráulico aspirante é impelente (figs. 71, 72 y 79). Las contracciones y dilataciones del corazón, que se manifiestan marcadamente en las arterias, se llaman *pulsaciones*, recibiendo además, el nombre de *sístole* [2], la contracción del corazón, y el de *diástole* [3], la dilatación que sigue á aquélla, á causa de la relajación de los

1. lat. *lacuna*. cavidad, vacío, laguna. 2 gr. *systolé:* contracción. 3. gr. *diastolé:* dilatación.

músculos cardíacos. Por la contracción ó sístole desaloja el corazón la sangre que contiene; con la dilatación ó diástole entra en él la sangre de afuera. Los orificios del corazón por los cuales entra y sale la sangre, se denominan *ostios* [1]. Los ostios están provistos generalmente de *válvulas* (fig. 71), que regulan la dirección de la sangre, impidiendo que ésta, una vez empujada por la sístole, retroceda en seguida, cuando se efectúa la diástole del corazón. Cada sístole empuja una nueva cantidad de sangre que es llevada de esta manera por impulsos sucesivos, que se manifiestan como pulsaciones en los vasos sanguíneos. Los vasos que llevan la sangre del corazón á los demás órganos, se denominan *arterias* [2] (figs. 72, 73 y 76), y la sangre que conducen y que es por lo general propia para la nutrición del cuerpo, es llamada *sangre arterial* ó, impropiamente, *sangre roja*.

Fig. 72.



CORTE LONGITUDINAL ESQUEMÁTICO DEL CORAZÓN HUMANO.

rvk atrio derecho, *lvk* atrio izquierdo; *rk* ventrículo derecho, *lk* ventrículo izquierdo; *w* pared del corazón; *s* el tabique ó septa que separa el corazón venoso del arterial; *a* aorta, que comunica en esta posición con el ángulo izquierdo del ventrículo izquierdo; *lsa* las dos arterias pulmonares; *lv* las cuatro venas pulmonares; *ha* las dos venas cavas.

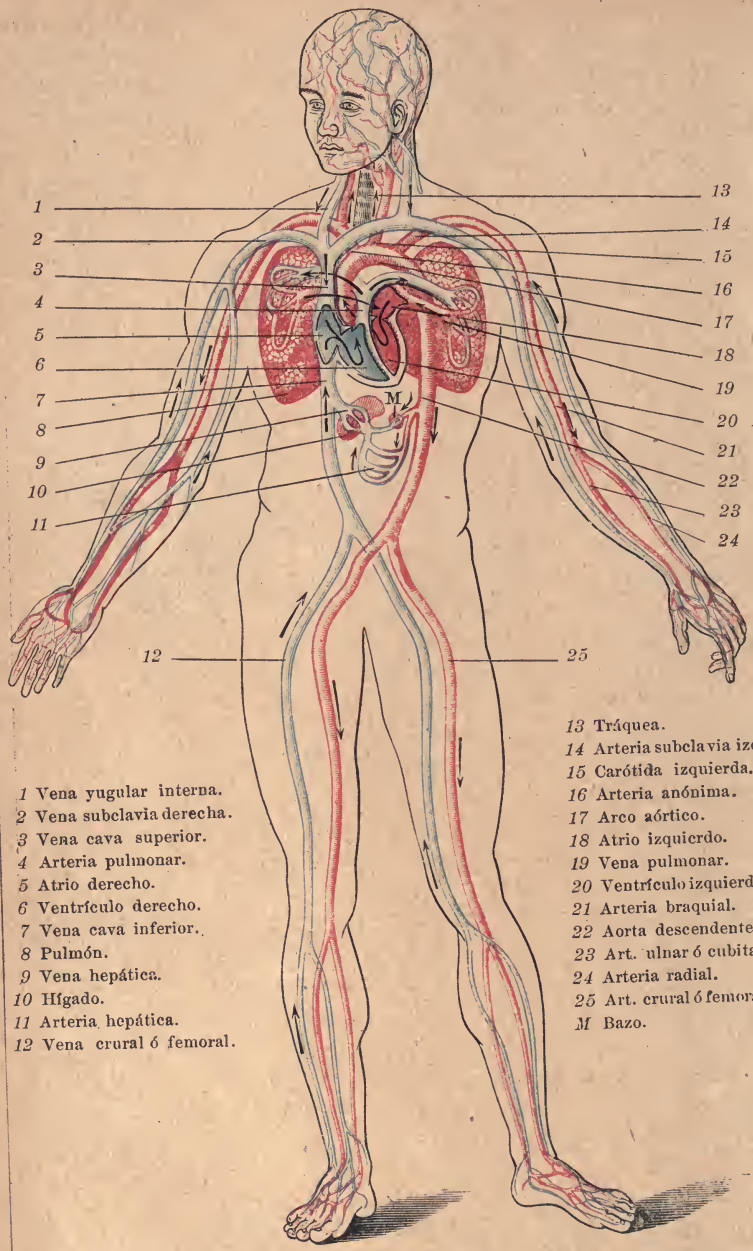
(La dirección de la corriente sanguínea es indicada por las flechas).

Por la sístole ó contracción es expelida la sangre del corazón; por la diástole ó dilatación penetra en él. Esta entrada se efectúa por una especie de aspiración que llena la cavidad del corazón antes vaciada por la sístole. En estos actos impiden las válvulas ó los vasos contraídos el retroceso ó *regurgación* de la sangre á los vasos ó cavidades de que viene.

Los vasos sanguíneos que llevan la sangre al corazón, reciben el nombre de *venas* [3] (figs. 72, 73 y 76), y la sangre que conducen, generalmente inservible para la nutrición, se denomina *sangre venosa* ó, impropiamente, *sangre negra* ó *azul*.

Las *arterias* y las *venas*, distribuyéndose por el cuerpo, representan un sistema de ramificación, en el que las ramas van adelgazándose tanto más cuanto se alejan de los troncos principales. En el sistema sanguíneo cerrado de los *Vertebrados*, estas dos

1. lat. *ostium:* entrada, puerta. 2. gr. *arteria,* lat. *arteria:* tráquea ó conducto aéreo; así llamaron los antiguos á las arterias, por encontrarse generalmente vacías en los cadáveres. 3. lat. *vena:* vaso sanguíneo.



1 Vena yugular interna.
2 Vena subclavia derecha.
3 Vena cava superior.
4 Arteria pulmonar.
5 Atrio derecho.
6 Ventrículo derecho.
7 Vena cava inferior.
8 Pulmón.
9 Vena hepática.
10 Hígado.
11 Arteria hepática.
12 Vena crural ó femoral.

13 Tráquea.
14 Arteria subclavia izq.
15 Carótida izquierda.
16 Arteria anónima.
17 Arco aórtico.
18 Atrio izquierdo.
19 Vena pulmonar.
20 Ventrículo izquierdo.
21 Arteria braquial.
22 Aorta descendente.
23 Art. ulnar ó cubital.
24 Arteria radial.
25 Art. crural ó femoral.
M Bazo.

CROQUIS SEMIESQUEMÁTICO DE LA CIRCULACIÓN DE LA SANGRE EN EL HOMBRE.

Los vasos y las cavidades del corazón que llevan sangre arterial, así como los pulmones y el hígado, son de color rojo, y los que llevan sangre venosa, son de color azul. Sólo se hallan indicados los vasos sanguíneos principales.

clases de vasos sanguíneos pasan imperceptiblemente de la una á la otra, siendo sus ramas más delgadas los vasos de transición entre ambas. Estos vasos de transición, que llevan el nombre de *vasos capilares* [1], conducen la sangre que por su constitución es intermediaria entre la sangre arterial y la venosa (fig. 74). En los *Invertebrados* que tienen el sistema sanguíneo abierto, se encuentran *lagunas* en lugar de vasos capilares y obran como venas, recibiendo el corazón la sangre directamente de los intersticios lacunarios de la cavidad abdominal (fig. 70).

Fig. 74.

Red vascular, para mostrar el pasaje de las arterias (*a*) á las venas (*b*) por intermedio de los vasos capilares (A).

(Las arterias son de color rojo, los vasos capilares de violeta y las venas de azul).

La sangre, que es movida ó empujada por las pulsaciones del corazón, sale siempre por una misma parte de él, no puede retroceder á causa de las válvulas, y vuelve otra vez al mismo lugar de donde ha salido, sólo después de haber descrito una circulación determinada, que puede ser simple ó doble, más ó menos sencilla ó complicada, según la clase de animal y la organización del corazón.

En la mayor parte de los *Invertebrados* y en los *Vertebrados* más inferiores *(Peces)*, observamos la *circulación simple*. Así, por ejemplo, en los *Peces* que tienen el corazón simple (véanse págs. 158 y 159), la sangre venosa entra al *atrio** que está situado detrás del *ventrículo*, pasa luego á éste y de allí, por la *aorta ascendente*, á las branquias, para eliminar por medio de éstas el anhidrido carbónico y cargarse de oxígeno, ó sea, transformarse de *sangre venosa* en *sangre arterial*. De los órganos respiratorios (branquias) pasa la sangre arterial á la *aorta descendente* que va á lo largo de la espina dorsal y que emite muchas ramas, para proveer á los diversos órganos del líquido nutritivo. Más tarde, por los vasos capilares, va la sangre á las venas que se reunen en un solo tronco, por el cual entra de nuevo en el atrio del corazón. El círculo

1. lat. *capillaris:* delgado como un cabello. * Véase la anotación al pie de la página 158.

que la sangre ha descrito al recorrer todo el camino, se presenta en este caso como una circulación simple y es llamada la *gran circulación* ó el *círculo grande* ó *corporal.*

En muchos *Moluscos* y *Crustáceos,* y en los *Vertebrados* superiores, la circulación es doble, y á la gran circulación se agrega otra: *la pequeña circulación* ó el *círculo menor* ó *respiratorio,* sea *branquial* ó sea *pulmonar* (figs. 75 y 76). Este último círculo proviene de que la sangre arterial, que sale de los órganos respi-

Fig. 75.

APARATO CIRCULATORIO DEL CANGREJO FLUVIAL.

En la parte dorsal se ve el corazón que envía arterias en todas direcciones y con que comunican lateralmente las venas branquiales. En la parte pectoral se halla el seno venoso (corazón venoso) derecho, del cual se originan las venas branquiales. (Los órganos venosos están sombreados).

ratorios, no va directamente á todas las partes del cuerpo para nutrirlas, sino que vuelve antes al corazón por las venas branquiales ó pulmonares (figs. 72 *lv,* 73 *19,* 75, 76 *i* y 79 *L).* Como *circulación pequeña* se comprende, por consiguiente, el trayecto que recorre la sangre que sale del corazón, pasando por los órganos respiratorios y vuelve de nuevo al corazón; esta sangre, después de abandonar al corazón de nuevo, empieza á describir la *gran circulación ó círculo corporal.*

En la circulación doble, el corazón es también doble ó á lo menos más complicado que en los animales de circulación simple. La sangre que vuelve de los órganos respiratorios al corazón, es decir, la que termina el trayecto de la *pequeña circulación,* entra en otro departamento del corazón, que la de la *gran circulación,* de manera que el corazón, en la circulación doble consta de dos *atrios**: del *atrio izquierdo* ó *arterial,* que recibe la sangre arterial de la pequeña circulación ó círculo respiratorio, y del *atrio derecho* ó *venoso,* en el que entra la sangre venosa ó la que ter-

* Véase página 158.

mina el trayecto de la gran circulación ó círculo corporal (fig. 76).

Del atrio izquierdo pasa la sangre arterial al *ventrículo* (véase pág. 158); del atrio derecho la sangre venosa va también al *ventrículo*. Pues bien: teniendo el corazón un solo ventrículo, las dos clases de sangre tienen que mezclarse en él. En este caso, la sangre que sale del corazón para nutrir el cuerpo, es menos arterial que la que entra en él, al venir de los órganos respiratorios; y la que abandona el corazón para pasar á los órganos respiratorios, es también menos venosa que antes, por haberse mezclado con la sangre arterial. Esta clase de circulación se llama *circulación doble incompleta*, y se observa en los *Anfibios* y en los *Reptiles*, con excepción de los *Crocodílidos*.

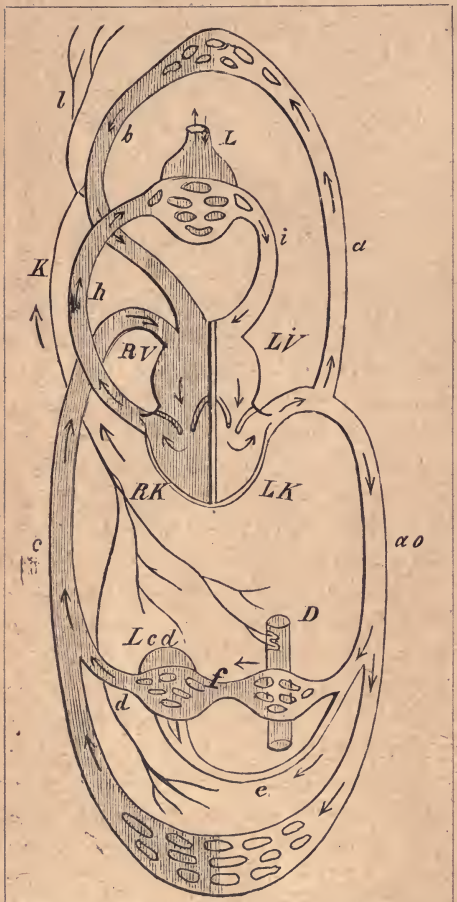
En los *Crocodílidos*, en las *Aves* y en los *Mamíferos* el corazón posee dos ventrículos, recibiendo el *ventrículo izquierdo* la sangre arterial del atrio izquierdo, y el *ventrículo derecho* la sangre venosa que viene del atrio derecho y va á los pulmones (figs. 72, 73 y 76). Esta circulación, en la que las dos clases de sangre quedan separadas en el corazón, recibe el nombre de *circulación doble completa*.

En resumen, en el hombre y en los animales superiores que tienen la *circulación doble completa*, el atrio derecho del corazón recibe la sangre venosa que llega de la gran circulación, por dos venas principales [la *vena cava anterior* (*superior* en el hombre) y la *vena cava posterior* (*inferior* en el hombre); fig. 72 *ha* y 73 *3* y *7*], y en seguida pasa al ventrículo derecho, á favor de la *válvula atrioventricular derecha ó tricúspide* (fig. 71 *1*). La sístole de este ventrículo empuja la sangre en la *arteria pulmonar* (fig. 72 *lsa* y 73 *11*) actuando la *válvula pulmonar* (fig. 71 *1*). Empieza así el trayecto de la pequeña circulación, ó pulmonar; y cuando la sangre vuelve, viene en condiciones de arterial, pasa por las *venas pulmonares* (figs. 72 *lv* y 73 *19*) al atrio izquierdo y de allí al ventrículo correspondiente, actuando la *válvula atrioventricular izquierda, bicúspide ó mitral* (fig. 71 *3*). Á su vez la sístole de este ventrículo la empuja en la *arteria aorta* (figs. 72 *a* y 73 *17*), para comenzar la gran circulación. En el ostio, por el que pasa la sangre del ventrículo izquierdo á la aorta, se halla la *válvula aórtica* (fig. 71 *2*).

Además de la grande y de la pequeña circulación, se observa en los *Vertebrados* la *circulación de la vena porta*, que está intercalada en la vía de la gran circulación y se origina porque toda

la sangre venosa del canal intestinal en vez de pasar directamente á la vena cava posterior (inferior en el hombre), se junta antes en la *vena porta*, para pasar al hígado. En este último órgano, la vena porta se deshace en un sistema capilar, que se refunde luego en la *vena hepática*, por la cual va entonces la sangre venosa á la vena cava posterior ó inferior (fig. 76 *f*, *Lcd*, *d*). El hígado recibe también sangre arterial, y esto, por las *arterias hepáticas* (fig. 76 *e*). Á la circulación de que se acaba de tratar, se agrega en los *Peces*, *Anfibios Reptiles* y muchos *Moluscos* otra más: la de la *vena porta renal*.

Fig. 76.



ESQUEMA DE LA CIRCULACIÓN DE LA SANGRE EN EL HOMBRE.

LV atrio izquierdo, *LK* ventrículo izquierdo; *a* arterias de la mitad superior del cuerpo, *ao* arterias de la mitad inferior del cuerpo, *e* arterias del hígado; *b* venas de la mitad superior del cuerpo, *c* venas de la mitad inferior del cuerpo, *f* vena porta, *d* vena hepática; *RV* atrio derecho, *RK* ventrículo derecho; *h* arteria pulmonar; *L* pulmón; *i* vena pulmonar; *l* vasos linfáticos, *K* conducto linfático; *D* intestino; *Lcd* hígado.

(Los vasos que llevan sangre venosa están sombreadas.—Las flechas indican la dirección de la corriente sanguínea).

Las *causas de la circulación* de la sangre deben buscarse, en parte, en la construcción de los aparatos circulatorios, en parte, en la tensión que ejercen en los vasos las columnas sanguíneas y la presión pulmonar.

En los animales inferiores, el epitelio vibrátil desempeña un papel importante en la circulación. En los superiores la capa elástica ó muscular de los vasos sanguíneos produce contracciones que se manifiestan principalmente como movimientos peristálticos ó vermiformes

en las arterias. Además, en los animales que tienen corazón, cada contracción (*sístole*) empuja una cantidad de sangre hacia los vasos, y cada dilatación (*diástole*), por el vacío que forma, aspira una nueva cantidad, impidiendo las válvulas el retroceso de la que sale. Las contracciones del corazón son de mucha energía: el corazón extraído del cuerpo, continúa moviéndose por mucho tiempo, sobre todo en los animales pecilotermos. Así, por ejemplo, el corazón de la tortuga extraído y conservado á una temperatura de 0°, sigue contrayéndose durante seis días más ó menos.

El empuje continuo de nuevas cantidades de sangre produce, por consiguiente, una corriente rítmica en los vasos, que es muy marcada en las arterias y que se manifiesta en éstas como pulsaciones. Las contracciones de las arterias y la tensión de la columna sanguínea entran simultáneamente en acción. La ramificación de las arterias y los vasos capilares facilitan la distribución de la sangre, que pasa luego á las venas, generalmente más voluminosas que las arterias. En las venas, á pesar de la considerable disminución de la fuerza de la corriente y de sus muy débiles contracciones, el retroceso de la sangre es imposible, aún en aquellas de disposición vertical, pues lo impiden las válvulas que sólo se abren en sentido de la corriente. La espiración en el acto respiratorio, obra también favorablemente por la presión pulmonar sobre la corriente de la columna sanguínea.

La corriente sanguínea no se efectúa en todas las partes del cuerpo con la misma rapidez: ésta disminuye á medida que la sangre se aleja del corazón y que aumentan las curvas y ramificaciones de los vasos. Las curvas debilitan la corriente y las ramificaciones disminuyen su rapidez, lo que es de mucha importancia para la nutrición de los tejidos. Así, por ejemplo, la sangre en el centro del cuerpo corre con una rapidez diez veces mayor que cerca de la superficie, y un glóbulo sanguíneo recorre en los vasos capilares de las telas natatorias de la rana, en un segundo, sólo un trayecto de 0,5 de milímetro, mientras que en la arteria carótida del caballo hace, en el mismo tiempo, un camino de 150, y durante la sístole, de 520 milímetros.

El tiempo que necesita una partícula sanguínea para recorrer todo el trayecto circulatorio, varía según la especie de animal y está en relación con su tamaño. Requiere, por ejemplo, en el caballo 25 segundos, en el hombre 23, en el perro 15, en la cabra 13 y en el conejo como 7 segundos.

La rapidez de la corriente sanguínea depende principalmente del número de contracciones del corazón en un tiempo dado; y en la misma relación están naturalmente las pulsaciones de las arterias. Su frecuencia depende también de la edad, del trabajo muscular de cada individuo, de la temperatura, de substancias alimenticias irritantes, etc. En las venas se producen pulsaciones sólo por circunstancias anormales, por ejemplo, entrando en comunicación una vena con una arteria, ó por insuficiencia de la válvula atrioventricular derecha (tricúspide), causa que hace retroceder la sangre venosa á las venas cavas, en lugar de pasar á las arterias pulmonares. La influencia de la sístole, que empuja y distribuye la sangre por el sistema vascular arterial, alcanza su término en los vasos capilares; desde allí pasa como corriente continua al sistema vascular venoso, en el cual, por consiguiente, no pueden producirse pulsaciones.

3. Órganos de la circulación.

Los *órganos de circulación* propiamente dichos, comprenden los *vasos sanguíneos* y el *corazón.*

Los *vasos sanguíneos*, como ya se ha dicho, son tubos ramificados de dimensiones variadas, que conducen la sangre y se dividen en *arterias, venas* y *vasos capilares.* Las dos primeras representan un sistema doble, con corrientes opuestas y distinto contenido. Las arterias conducen generalmente sangre vivificante, y las venas sangre viciada; aquéllas llevan la sangre servible del órgano central á las partes periféricas del cuerpo, éstas acarrean la inservible en sentido opuesto.

La diferencia entre arterias y venas no se limita, sin embargo, á ésto únicamente, pues hay también diversidad notable en su construcción y estructura histológica. La parte interna de ambas se compone de una membrana serosa (*túnica íntima*), formada del epitelio simple y de una capa de fibras elásticas longitudinales; en esta parte existen en las venas las válvulas que impiden el retroceso de la sangre, y que faltan en las arterias, excepto en los troncos principales que comunican con el corazón.

Á la membrana serosa sigue la capa muscular (*túnica media*), compuesta de fibras contráctiles circulares y de redes fibrosas elásticas, membranosas ó laminares. Esta capa algo amarillenta es

muy desarrollada y fuerte en las arterias, de manera que éstas, aunque vacías, no pierden su forma tubular (fig. 79 *F, G, I,* y *H),* mientras que las venas no la conservan en estado vacío, por ser su capa muscular muy tenue (fig. 79 *K).*

La parte externa (*túnica adventicia*) ó *conjuntiva* carece de fibras musculares, en ambas clases de vasos en cuestión, componiéndose de fibras elásticas y de substancia conjuntiva; es generalmente, más desarrollada en las venas que en las arterias. En algunos animales, por ejemplo, los peces, la pared de las venas está formada únicamente por los elementos histogéneos de la *túnica adventicia,* pero en la mayor parte, aun en muchos animales invertebrados, se observan las tres capas distintas en la pared vascular.

Los *vasos capilares,* que constituyen un sistema de ramificaciones sumamente delgadas entre las arterias y las venas (fig. 74), están formadas por una sola capa, generalmente homogénea y provista de granos ovales ó circulares. Por su desarrollo son apéndices protoplasmáticos huecos de células ameboidales que se han anastomosado, presentando en muchos casos apenas límites fijos entre sí y los demás elementos histogéneos; por esto fueron considerados por mucho tiempo como *lagunas* en los *Moluscos,* á quienes se creía desprovistos de vasos capilares.

La corriente sanguínea en los vasos capilares puede observarse más fácilmente en las telas natatorias de las ranas, y en las branquias y en la cola de los peces jóvenes.

Últimamente se ha observado en las lombrices terrestres y en algunos moluscos y anfibios, un sistema capilar que comunica con el ambiente por medio de canales que tienen (en el anfibio *Epicrium*[1] *glutinosum*[2]) el diámetro de la quinta á séptima parte de un glóbulo sanguíneo, ó (en los moluscos *Planorbis*[3] y *Paludomus*[4]) la décima ó duodécima parte del diámetro de una célula epitelial de los animales en cuestión. Por esta razón sólo el plasma de la sangre puede comunicar con el medio en que viven esos animales.

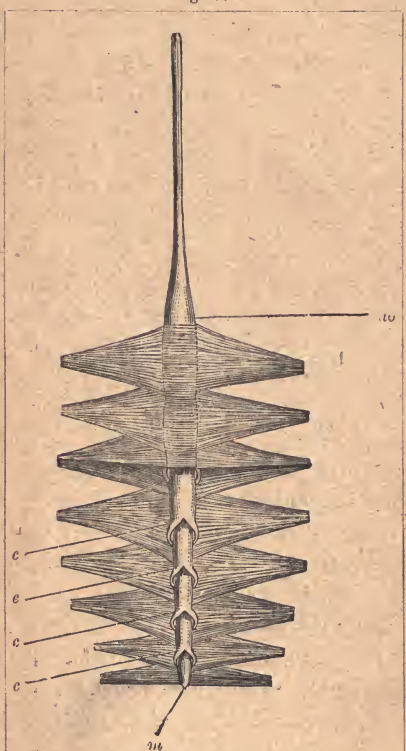
Los *corazones* son partes ensanchadas del aparato circulatorio, presentándose como músculos huecos y como órganos centrales en los animales que tienen la circulación más complicada é intensa.

En algunos casos están sustituídos por los troncos principales

1. gr. *epikrion:* el palo juanete. 2. lat. *glutinosus:* glutinoso, pegajoso. 3. lat. *planus:* plano; *orbis:* círculo. 4. lat. *palus:* pantano; *domus:* casa.

de los vasos sanguíneos, como, por ejemplo, en los peces más inferiores (los *Leptocardios*[1] ó *Acráncos*[2]); en otros son simples cavidades ó tubos, ó aún un órgano complicado, compuesto de varios departamentos ó cámaras separadas entre sí por tabiques ó válvulas.

Fig. 77.



CORAZÓN DE UN ARTRÓPODO.

ao aorta.
m músculos alares.
c cámaras desprovistas de los músculos superiores.

Los departamentos del corazón, unas veces están situados uno detrás del otro en el eje longitudinal del cuerpo, sea en bastante número (como en los *Artrópodos;* fig. 77), ó en número de dos solamente, en los *Peces* (excepto los *Leptocardios*); otras veces se hallan el uno al lado del otro en disposición poco simétrica (como en los animales superiores; figs. 72, 78 y 79).

Por las explicaciones anteriores (véase pág. 152) se sabe que el corazón del hombre y de los animales superiores consta de *atrios* y de *ventrículos*.

Los *atrios** son los departamentos ó cámaras del corazón en que entra la sangre al principio, cuando llega de la grande ó pequeña circulación, y se componen del *seno* ó cavidad principal, y de la *aurícula* ó apéndice ciego con repliegues exteriores (fig. 79 *C.* y *D*). Por su origen los atrios son ensanchamientos de los troncos principales de las venas (figs. 72, 73, 76 y 79).

Los *ventrículos* son los departamentos del corazón destinados á recibir la sangre que viene de los atrios, para dar principio á su curso por las arterias, es decir, á la grande y la pequeña circu-

1. gr. *leptós*: delgado, tenue; *cardia*: corazón. 2. lat. de: *a* privativa y *cranium*: cráneo.
* *Anotación.*—Incorrectamente se da á los atrios el nombre de *auriculas*.

lación en los animales que poseen corazón y circulación dobles (figs. 72, 73, 76 y 79).

Entre los atrios y los ventrículos se hallan las *válvulas atrio-ventriculares* (véase pág. 148, fig. 71).

Los corazones que constan de un atrio y un ventrículo solo, se llaman *simples*, y los que tienen mayor número de departamentos, *compuestos*. Los que reciben solamente sangre venosa, como en los peces, llevan el nombre de *corazones venosos*, y los que reciben sólo sangre arterial, *corazones arteriales*, verbigracia, en los moluscos. Los animales superiores tienen un *corazón venoso-arterial* ó *doble*, siendo el de la derecha (ó mitad derecha) venoso, y el de la izquierda (ó mitad izquierda) arterial.

Fig. 78.

CORAZÓN, PULMONES Y LOS GRANDES VASOS DEL APARATO CIRCULATORIO HUMANO.

a aorta, *b* tráquea, *e* y *d* venas subclavias desembocando en la vena cava descendente, *e* y *f* venas yugulares, *g* arteria subclavia y *h* vena cava ascendente.

Además del corazón verdadero ú órgano central, se observan corazones accesorios. Así existe, por ejemplo, en algunos peces (lampreas), el *corazón de la vena porta*, y en la cola de las anguilas, el *seno contráctil*.

En cuanto á su constitución histológica, el corazón está formado principalmente por músculos estriados, á los que se agrega algo de substancia conjuntiva, para formar membranas exteriores é interiores. Los hacecillos musculares forman lazos, fajas ó complexos intrincados, muy á menudo dispuestos en espirales ó semiespirales.

El corazón se halla encerrado, en los animales más desarrollados, en una especie de bolsa, llamada *pericardio* [1], formada de tejido conjuntivo, á veces con epitelio vibrátil, verbigracia, en la rana.

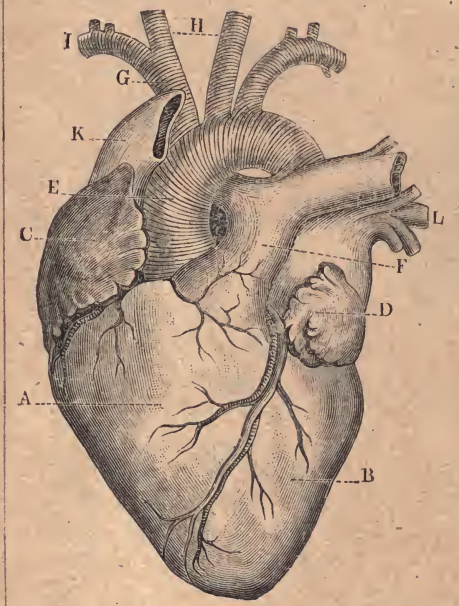
La *mecánica del corazón* en los animales superiores se divide en los dos actos siguientes: 1) La *contracción* ó *sístole de los atrios*, en cuyo acto se contraen los músculos de los atrios, y por consiguiente también éstos, mientras que se encuentran en relajación

1. gr. *peri* alrededor; *kardia*: corazón.

los músculos de los ventrículos. 2) La *dilatación* ó *diástole de los atrios* y *la contracción* ó *sístole de los ventrículos*, acto contrario al anterior.

Los movimientos rítmicos empiezan con la contracción de las partes de las venas (*venas cavas* y *pulmonares*) que se hallan dentro del pericardio y que tienen músculos estriados; esta contracción tiene por objeto el desalojo de la sangre que se halla aún en las venas y la oclusión de éstas, á fin de impedir el retroceso del fluído cuando se contrae el atrio. Luego se efectúa la sístole ó contracción de éste, á la que sigue la del ventrículo; de manera que á la contracción de los músculos estriados de las venas sigue la de los atrios y á éstos la de los músculos de los ventrículos. Después de la contracción de estos últimos se produce un reposo momentáneo, que se llama *pausa del corazón*, y en seguida vuelven á contraerse los troncos de las venas dentro del pericardio, etc.

Fig. 79.



CORAZÓN HUMANO CON LOS TRONCOS DE LOS GRANDES VASOS.

A parte debajo de la cual se halla el ventrículo derecho, *B* idem, ventrículo izquierdo; *C* aurícula derecha, debajo de la cual se halla el atrio derecho; *D* aurícula izquierda, debajo de la cual el atrio izquierdo; *E* aorta, *F* arteria pulmonar, *G* arteria anónima, *H* arterias carótidas, *I* arteria subclavia izquierda, *K* vena cava descendente, *L* vena pulmonar.

La contracción del atrio hace penetrar la sangre en el ventrículo, y la de éste en una arteria, mientras que por la dilatación del atrio éste recibe de una vena una cantidad de sangre casi igual á la que se ha expelido. La sangre expelida por contracciones rítmicas presenta una corriente undulatoria, que se percibe por las pulsaciones de las arterias.

Los movimientos del corazón están bajo la influencia del *nervio vago*, compuesto de dos clases de nervios: los *aceleradores* y los

detentores. Las células ganglionares, representando centros ó estaciones nerviosas, se encuentran á veces en número de una ó más en el tabique *(septa)* que separa los atrios, donde forman el centro nervioso del corazón.

El trabajo diario del corazón humano se calcula en 60,000 kilogramómetros; quiere decir, que el corazón desarrolla en 24 horas una fuerza suficiente para levantar á la altura de 1 metro un peso de 60,000 kilogramos.

4. Alteraciones de la sangre durante la circulación.

La sangre, en vista de su función, como substancia nutritiva propiamente dicha del cuerpo animal, tiene que sufrir alteraciones durante su curso. La transformación que sufre se efectúa principalmente en los vasos capilares de la gran circulación, de donde sale como *sangre venosa*, habiendo entrado como *sangre arterial*.

La sangre arterial, como ya se ha dicho, es generalmente la sangre utilizable para la nutrición, mientras que la sangre venosa es, excepto la de la vena pulmonar, impropia para este objeto.

Se distinguen estas dos clases de sangre por su coloración y composición. La sangre utilizable es en los animales superiores de color rojo claro, mientras que la inservible es de un rojo obscuro, variable en sus matices, según la vena de que se la extrae. La diferencia de coloración es debida principalmente al cambio de la oxihemoglobina en hemoglobina y viceversa (véase pág. 43). Se distinguen entre sí por la cantidad de gases que contienen y por la coagulación de la fibrina. La sangre arterial lleva mucho oxígeno en la oxihemoglobina y poco, en disolución, en el plasma; la venosa, al contrario, contiene poco oxígeno, pero mucho anhidrido carbónico en disolución. La fibrina de la sangre arterial se coagula con mayor rapidez que la de la venosa, á causa de su riqueza en oxígeno. Además, la sangre arterial, en comparación con la venosa, es más rica en fibrina, en agua, en azúcar y en sales, pero más pobre en glóbulos sanguíneos y en urea. También los glóbulos de la sangre arterial contienen más agua, hematina y sales, pero menos globulina y grasa, que los de la venosa.

Las alteraciones en la composición de la sangre, son producidas por la nutrición de los tejidos, por el cambio de materia, principalmente las oxidaciones, y por la entrada de la linfa en la sangre.

II. SISTEMA LINFÁTICO.

Además de la sangre y del quilo, se halla en circulación permanente en el cuerpo de los animales superiores, la *linfa*.

La *linfa*, de cuyas propiedades como tejido se ha tratado en la página 77, es un producto de secreción de las paredes de los vasos capilares, en mezcla con el resto del plasma sanguíneo sobrante de la nutrición de los tejidos. Además toman parte en su formación, varios productos de descomposición y partículas de tejidos, cuya eliminación es de suma necesidad.

Los canales que sirven para el acarreo de la linfa, cuyo curso se efectúa también en dos direcciones opuestas, se denominan *vasos linfáticos*.

Fig. 80.

ESTOMAS DE VASOS LINFÁTICOS.
a estoma cerrado.
b estoma semiabierto.
c estoma totalmente abierto.

Las extremidades de los *vasos linfáticos* son abiertas y se las denomina *estomas*[1] (fig. 80); son sumamente tenues y poseen muchas válvulas, que impiden el retroceso de la linfa ó determinan su corriente centrípeta. Ésta se efectúa por la mayor tensión cerca de la extremidad de los vasos, por las contracciones de la capa intermedia muscular de la pared, y por la presión que ejerce sobre los vasos linfáticos la contracción de los músculos del esqueleto. Á veces (en peces, reptiles y aves) se encuentran partes ensanchadas y formadas de músculos estriados, que se denominan *corazones linfáticos*.

Los vasos linfáticos atraviesan en muchas partes, como los vasos quilíferos, hinchazones nodulares, las *glándulas linfáticas*, formadas por aglomeraciones de vasos sanguíneos, linfáticos y elementos glandulares. En ellas se forman los *corpúsculos linfáticos*, que en la sangre representan los glóbulos sanguíneos incoloros.

El sistema vascular forma en el hombre, junto con los vasos quilíferos, el *conducto torácico*, que lleva la linfa á la *vena subclavia izquierda* (véase pág. 141). En muchos *Vertebrados* comu-

1. gr. *stóma* boca.

nica el sistema linfático en varias partes con el sistema sanguíneo venoso.

Otros órganos que de cierta manera se relacionan con el sistema linfático, son el *bazo* y el *timo*, que generalmente son considerados como *glándulas sin conducto ó sanguíncovasculares*.

El *bazo ó esplén*, que se halla en el hipocondrio izquierdo junto al estómago (véase fig. 66, pág. 126), es una glándula elíptica achatada y encerrada en una cápsula fibrosa, con la que comunican fibras conjuntivas. Éstas son de diferentes grados de desarrollo; en el caballo, el perro y el cerdo, son muy gruesas, forman ramificaciones ó redes, se entrelazan en todas direcciones y llevan el nombre de *vigas conjuntivas esplénicas*[1] *ó liénicas*[2].

Entre éstas se halla una masa blanda y rojiza: la *pulpa esplénica ó liénica*, en la cual se hallan vasos sanguíneos, nervios y fibras musculares *(vigas musculares esplénicas)*; estas últimas sirven para la contracción del bazo.

Las arterias del bazo se ramifican, formando una especie de pinceles, entre cuyas ramas se hallan ó cuelgan pequeños corpúsculos: las *vesículas esplénicas ó corpúsculos* de *Malpighi*. En éstas, que también se observan en las glándulas linfáticas intercaladas ó terminales, se hallan ó se desarrollan corpúsculos linfáticos. En la *pulpa* se encuentran también corpúsculos linfáticos en diferentes grados de desarrollo, en descomposición, ó en estado de engrasamiento, lo mismo que glóbulos sanguíneos y formas intefmediarias entre éstos y aquéllos, lo que permite suponer que allí tiene lugar una transformación parcial de los corpúsculos linfáticos en glóbulos sanguíneos rojos.

La transformación que sufre la sangre al pasar por el bazo, consiste: 1) en el aumento de los corpúsculos linfáticos, que la sangre arterial del bazo contiene en la proporción de 1 glóbulo incoloro por 2000 rojos, mientras que la sangre venosa del bazo los tiene sólo en proporción de 1 por 70 más ó menos; 2) en el aumento de la fibrina y del agua, y 3) en cierto cambio, tal vez *rejuvenecimiento*, de los glóbulos sanguíneos rojos, que salen del bazo más pequeños y de un rojo más claro.

El bazo sirve, además, como depósito de sangre, alterando la cantidad que pasa á otros órganos, sobre todo, al estómago; por

1. lat. *splen*: bazo; *splenicus*: perteneciente al bazo. 2. lat. *lien*: bazo; *lienicus*: perteneciente al bazo.

otra parte, retiene y destruye, como el hígado, los micro-organismos que entran en la sangre (véase pág. 133).

El *timo*, que se encuentra en la parte anterior de la cavidad torácica, delante del pericardio, es una glándula formada de pequeños lóbulos unidos por substancia conjuntiva y provistos cada uno de un sistema sanguíneo especial. Entre las arterias se hallan células en distintos grados de desarrollo, que se asemejan mucho á los corpúsculos linfáticos.

Esta glándula se desarrolla en los embriones más rápidamente que los demás órganos, y sigue creciendo en el hombre aún durante el primer año de la vida; después queda sin modificarse hasta los doce ó trece años. Más tarde degenera, y finalmente representa, en su mayor parte, una masa sebácea, para la cual, Waldeyer propone el nombre de *cuerpo graso timoso* ó *retrosternal*, y que contiene aún muchos elementos linfoideos.

Por su estructura histológica y su función, debe considerarse el timo como una glándula linfática, de la categoría de las glándulas linfáticas terminales ó periféricas, que funciona solamente en la primera juventud, cuando es necesaria gran cantidad de corpúsculos linfáticos ó glóbulos sanguíneos incoloros.

Las demás glándulas linfáticas se hallan también muy desarrolladas en la juventud y degeneran excesivamente con la vejez.

C. RESPIRACIÓN.

1. Respiración en general.

El cambio de materia en el organismo requiere la absorción continua del oxígeno del medio en que vive, y la eliminación del anhidrido carbónico, que se forma por la oxidación ó combustión del carbono en todas las partes del cuerpo. La función por medio de la cual se efectúa el cambio de esos dos gases, se llama *respiración*.

El cambio de los dos gases está sujeto á la ley de la difusión de los gases y á la de la afinidad. Un gas tiende siempre á difundirse ó mezclarse con otros gases que contienen poco ó nada de él. El anhidrido carbónico, por lo tanto, tiende á abandonar la sangre en que se halla disuelto, cuando se encuentra cerca de

otros gases ó, mejor dicho, próximo á la atmósfera, y lo hace desde el momento que puede vencer los obstáculos que se lo impiden. Para facilitar este escape del anhidrido carbónico, pasa la sangre generalmente á órganos especiales, llamados *órganos de la respiración*. El oxígeno, por el contrario, debido á su afinidad con la hemoglobina (véase pág. 43), busca combinarse con ésta. No habiendo obstáculos (integumentos gruesos, etc.), puede pasar al través de la piel en cualquier parte del cuerpo animal, sobre todo, cuando no hay órganos especiales *(órganos de la respiración)*, que se encarguen de facilitar su pasaje del medio ambiente á la sangre. En ésta se combina ligeramente con la hemoglobina ó materia colorante de los glóbulos sanguíneos rojos, los cuales le sirven de vehículo para diseminarse por todas las partes del cuerpo, y desempeñar su papel de oxidante. En vista de esto, se habla de *respiración interna, respiración de los tejidos,* etc.

La importancia de la función respiratoria se comprende, una vez que conocemos la necesidad de la absorción del oxígeno, que diseminado por la sangre arterial, produce las diversas oxidaciones y el calor; y la de la eliminación de uno de los productos de la oxidación, el anhidrido carbónico, cuya acumulación y permanencia en los tejidos tendría que producir estados anormales y la muerte (véase pág. 35).

Se observan, por consiguiente, dos corrientes de gases en el organismo animal: la del oxígeno que entra al cuerpo, y la del anhidrido carbónico, que va al aire atmosférico ó al agua.

La cantidad de oxígeno que absorbe el hombre adulto, importa 30 gramos (20 litros) por hora, más ó menos, y la del anhidrido carbónico eliminado, como 34 gramos. Relacionado con 1000 gramos del peso del cuerpo, éste expulsa de anhidrido carbónico, por hora: en el hombre, 0,42; en el perro, 0,5, en la rana, 0,5, y en la cucaracha, de 0,19 á 0,5 gramos. Estas cantidades, como término medio, se refieren sólo á estados normales del cuerpo y del clima, y en su mayor parte corresponden á los órganos glandulares, que consumen cinco veces más oxígeno que los demás órganos.

El oxígeno es absorbido por los animales del medio en que viven: de la atmósfera ó del agua, y aún de ambos, según el estado de su desarrollo. En el primer caso se habla de *respiración aérea,* en el segundo, de *respiración acuática,* y en el tercero de *respiración anfibiótica* [1],

1. gr. *amphí:* de dos maneras; *bios:* vida.

El aire atmosférico contiene en 100 partes, 21 de oxígeno y 79 de ázoe ó nitrógeno aproximadamente, á los que se agregan de 1 á 4 diezmilésimas partes de anhidrido carbónico; mientras que el aire disuelto en el agua dulce contiene en 100 partes 32 de oxígeno, y en las aguas saladas aún más, lo que las hace más á propósito para la respiración.

Los animales jóvenes consumen mayor cantidad de oxígeno que los adultos, por sus cambios de materia más enérgicos. Los animales de pequeño tamaño necesitan también más oxígeno que los grandes, porque ofrecen una superficie muy grande á la irradiación del calor en proporción á su volumen. Efectivamente, los canarios y los gorriones consumen diez veces más oxígeno que las gallinas. Los animales pecilotermos y los invernantes durante su letargo, consumen muy poco oxígeno.

Las oxidaciones, especialmente la formación del anhidrido carbónico, se efectúan con mayor rapidez y abundancia bajo la influencia de la luz que en la obscuridad. Así los animales que han sido privados de la vista, producen relativamente poco anhidrido carbónico. En los parajes obscuros, los animales acumulan mucha grasa, que no se consume por la oxidación. De esto se aprovecha para el engorde de ciertas especies (gansos, cerdos, etc.).

2. *Diversos órganos y maneras de respiración.*

Como maneras diversas de respiración se consideran las siguientes: la *respiración cutánea*, la *intestinal*, la *branquial*, la *traqueal* y la *pulmonar*. Los animales poseen una sola de éstas, ó más; en este último caso una de ellas es la respiración especial ó principal, y las demás son secundarias ó accesorias.

En los animales más inferiores existe únicamente la *respiración cutánea*, que en los superiores figura como accesoria.

En esta clase de respiración se efectúa el cambio de los dos gases al través de la superficie del cuerpo ó del integumento. En la mayor parte de los animales acuáticos el integumento está provisto en su totalidad ó parcialmente de pestañas ó de un epitelio vibrátil (véanse figs. 22 y 47), cuyos movimientos facilitan la renovación de las partículas de agua ó la traslación del animal á otras partes más ricas en oxígeno. La absorción del oxígeno y la eliminación del anhidrido carbónico por el integumento, tiene lugar

con tanta más eficacia cuanto más tenue es la cubierta del anima y más extendida la ramificación y distribución de los vasos sanguíneos en ella.

En los animales superiores la *respiración cutánea*, aunque accesoria, desempeña un papel bastante importante. Los animales padecen, si se les barniza la piel ó se la expone á gases irrespirables, y mueren con síntomas de envenenamiento, como si hubiesen absorbido gases nocivos por medio de los órganos respiratorios especiales. En la rana la respiración cutánea es de gran alcance, pues privada de los pulmones, vive aún por algún tiempo, respirando por el integumento. También el hombre respira por la piel, pero la respiración cutánea en él es muy insignificante en comparación con la pulmonar; la cantidad de oxígeno absorbida por la piel en 24 horas se calcula en 10 gramos, y la del anhidrido carbónico eliminado, en la misma cantidad más ó menos.

La respiración cutánea en los animales superiores es llamada también *perspiración*[1]; pero en el sentido más estricto se comprende bajo esta denominación la expulsión del vapor de agua por medio del integumento.

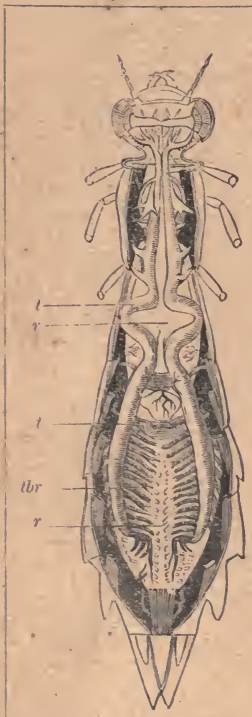
La *respiración intestinal* comprende la absorción del oxígeno por medio de la pared intestinal y la eliminación del anhidrido carbónico por el orificio de egestión. Es de poco alcance en la mayor parte de los animales, pues sólo es una pequeña cantidad de oxígeno libre que llevan al canal intestinal con el alimento y la bebida que toman. Solamente en un par de peces [*Misgurnus*[2] (*Cobitis*[3]) *fossilis*[4] Lacép. y *Callichthys*[5] *asper*[6] Q. G.], esta clase de respiración alcanza gran desarrollo; esos peces tragan normalmente el aire atmosférico, para apoderarse del oxígeno, y expulsan el anhidrido carbónico por el ano.

En algunos gusanos *Quetópodos*[7] (*Colobranchus*[8]) se halla la parte posterior del intestino revestida de un epitelio vibrátil, y en las larvas de los alguaciles ó libélulas, existen branquias intestinales (fig. 81), que facilitan la absorción del oxígeno disuelto en el agua. El agua la toman y la expulsan, en estos casos, por el orificio de egestión.

1. lat. *perspirare*: respirar en todas partes ó evaporar. 2. Nombre propio. 3. gr. *cobitis*: una especie de sardina de los naturalistas antiguos. 4. lat. *fossilis*: fósil, excavado; porque se entierra en el fango. 5. gr. *kállos*: hermosura; *ichthys*: pez. 6. lat. *asper*: áspero. 7. gr. *chaítē*: cerda: *pûs, podós*: pie. 8. gr. *kólos*: truncado, mutilado; *bránchos*: branquia.

Pero no sólo el canal intestinal y el integumento, sino también otros órganos pueden desempeñar accesoriamente la función de la respiración. Así lo efectúan, en los *Celenterados*, los tubos acuíferos, y en los *Equinodermos*, el *sistema acuífero* (fig. 82), cuya función principal es la de un aparato locomotorio. En algunos erizos de mar, los *pedicelos*[1] *ambulacrales*[2] del sistema acuífero se hallan transformados en órganos respiratorios especiales: *branquias ambulacrales*.

Fig. 81.



TRÁQUEAS BRANQUIALES DE UNA LIBÉLULA.

r estómago.
t troncos de las tráqueas.
tbr tráqueas branquiales.
r recto.

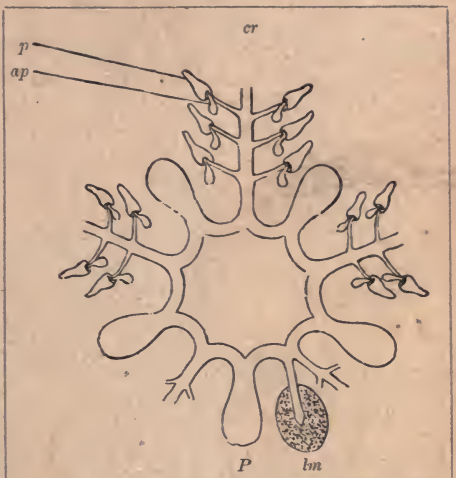
Para las maneras de respiración, de que se trata más adelante, existen órganos especiales, que se observan principalmente en los animales de organización complicada ó de mayor desarrollo. Esos órganos provienen generalmente de partes metamorfoseadas de la piel, cuya transformación las hace aptas para la absorción del oxígeno y la eliminación del anhídrido carbónico. Por lo general, son masas blandas, esponjosas ó tubulares, cubiertas de una membrana tenue y provistas de apéndices filiformes, lobulares, laminares ó ramificados, ó de millares de pequeñas cavidades, que aumentan la superficie respiratoria y aseguran el cambio eficaz de los gases.

En la *respiración branquial*, los órganos respiratorios son órganos apropiados para la respiración en el agua, llamados *branquias*. Son repliegues de la piel dirigidos hacia afuera ó apéndices del integumento del mismo origen (fig. 83). Su distribución es muy vasta en la serie animal, y son variadísimas en forma y estructura. En los erizos de mar, constituyen prolongaciones tenues y cónicas de la piel al rededor de la boca, que se llaman *branquias bucales*. En las estrellas de mar son pequeñas vesículas distribuídas en la parte dorsal del cuerpo, y llevan el nombre de *ampollas* ó *vesículas branquiales*. En los pepinos de mar ú *Holoturias*[3] existen dos bran-

1. lat. *pedicellus*: pequeño pie. 2 lat. mod. *ambulacralis*: paseante por todas partes. 3. *Holothúrion* llamaban los antiguos á un ser acuático, intermediario entre animales y vegetales.

quias dendríticas[1] que se hallan en la parte interior del cuerpo, comunicando con el recto, por el cual se proveen del agua; se denominan *pulmones acuáticos* ó *dendríticos*. Los gusanos *Quetópodos*[2] tienen generalmente branquias en forma de apéndices, colocados en la cabeza ó en las patas rudimentarias. Entre los *Artrópodos* poseen los *Crustáceos* branquias, que se presentan como apéndices filiformes ó laminares en las patas, y en algunos casos éstas mismas se transforman en branquias de las formas indicadas; ó las tienen como órganos laminares encerrados en una especie de cavidad respiratoria, cubierta por la cáscara.

Fig. 82.

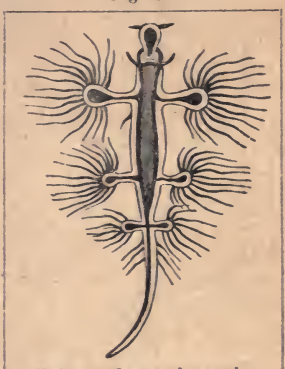


REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA DEL SISTEMA ACUÍFERO DE LAS ESTRELLAS DE MAR.

cr canal radial con sus ramas.
p pedicelo ambulacral.
ap ampolla pediciliaria.
P ampolla de Poli.
lm lámina madrepórica con el canal petroso.

En los *Moluscos*, las branquias son laminares, filiformes ó dendríticas, en comunicación directa con el ambiente (moluscos marítimos sin cáscara; fig. 83), ó cubiertas por repliegues de la piel, ó también, colocadas en una cavidad respiratoria (moluscos bivalvos y pulpos marinos; fig. 84). En los *Moluscoideos* constituyen dos tentáculos braquiales[3] y espirales cerca de la boca (*Braquipodarios*[4]) ó tentáculos bucales huecos y pestañados (*Briozoarios*[5]), que sirven al mismo tiempo de órganos de aprehensión.

Fig. 83.



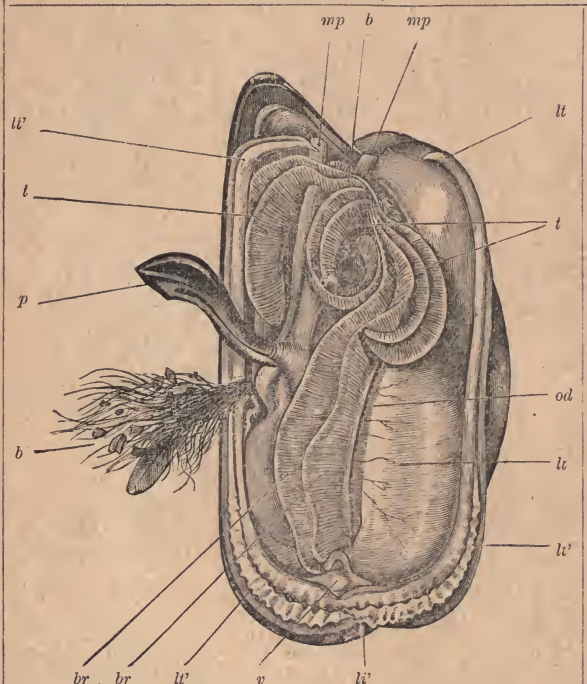
Molusco dermatobranquio *Glaucus atlanticus* B bch.

Entre los *Vertebrados* se observan branquias en los *Peces* y los *Anfibios*, y se encuentran en las partes laterales de la cabeza ó del cuello, formando filamentos ó piezas dendríticas libres

1. gr. *dendrikós*: de forma de árbol. 2. gr. *chaite*: cerda; *pús, podós*: pie. 3. lat. *brachialis*: relativo al brazo. 4. gr. *brachión*: brazo; *pús, podós*: pie. 5. gr. *bryon*: musgo; *zóon*: animal.

(larvas de anfibios y embriones de tiburones), ó bolsas, láminas ó arcos pestañados, situados en una cavidad respiratoria y generalmente cubiertas por una pieza móvil, el *opérculo*[1]. Así sucede en la mayor parte de los peces, y el agua que éstos introducen por la boca, pasa á las cavidades respiratorias, donde las branquias absorben el oxígeno que lleva disuelto y expulsan el anhidrido carbónico; al levantarse los opérculos, es expelida el agua inservible de la cavidad respiratoria.

Fig. 84.



ALMEJA (*Mytilus edulis* L.).

br	branquias.	*b*	boca.
lt	limbo izquierdo de la túnica desplegado.	*t*	tentáculos.
		p	pie.
lt'	limbo de la túnica.	*mp*	músculos del pie.
od	oviducto entre el ovario y la túnica.	*bi*	biso.
		v	válvula anal.

Las respiraciones *traqueal* y *pulmonar* pertenecen á la respiración aérea, y han recibido su nombre de las *tráqueas* y de los *pulmones*, que son sus órganos especiales.

Las *tráqueas*, que se observan en los *Insectos*, en los *Miriópodos*[2] (cientopiés) y en muchos *Arácnidos*[3], son tubos aéreos que se distribuyen por todo el cuerpo, formando ramificaciones y comunicando con el ambiente por medio de orificios, llamados *estigmas*[4] ó *espiráculos*[5]. Estos últimos tienen forma y estructura muy variadas,

1. lat. *operculum*: tapa. 2. gr. *myrios*: mucho; *pús, podós*: pie. 3. gr. *arácchne*: araña; *eidos*: aspecto. 4. gr. *stigma*: picadura, señal. 5. lat. *spiraculum*: agujero de respiración.

poseen un borde quitinoso *(peritrema*[1]), y se hallan, por lo general en mayor número, en las partes laterales del cuerpo, faltando en la cabeza. Las tráqueas son tubos con paredes muy tenues y elásticas, y provistas de una faja espiral interna quitinosa, que aumenta todavía su elasticidad (fig. 85). El aire que entra por los estigmas, se distribuye por todas las ramificaciones, diseminando el oxígeno y cargándose al mismo tiempo de anhidrido carbónico. La expulsión del aire viciado se opera igualmente por los estigmas y por medio de contracciones rítmicas del cuerpo del animal; al cesar la presión que ejerce el cuerpo sobre las tráqueas, por sus contracciones, los estigmas aspiran de nuevo el aire atmosférico, para distribuirlo otra vez por las vías respiratorias traqueales.

Fig. 85.

PARTE DE UNA TRÁQUEA RAMIFICADA DE UN INSECTO.

En las arañas se encuentran órganos respiratorios saculiformes constituídos por láminas huecas, que comunican con los estigmas por medio de tubos que carecen de la faja espiral (fig. 70 *P*). Se les da el nombre de *pulmones* simplemente, ó de *pulmones traqueales* ó *flabelados*[2]. No tienen nada de común con los pulmones de los animales superiores, pues no son sino tráqueas modificadas, que, por otra parte, se observan también en algunos insectos, como piezas vesiculares sin faja espiral, sirviendo más bien para la locomoción aérea que para la respiración. Así sucede también con los sáculos aéreos de las aves, que comunican con los pulmones y llenados de aire, disminuyen el peso específico del animal, para facilitar su vuelo. En algunos insectos (chicharras) desempeñan el papel de cajas de resonancia.

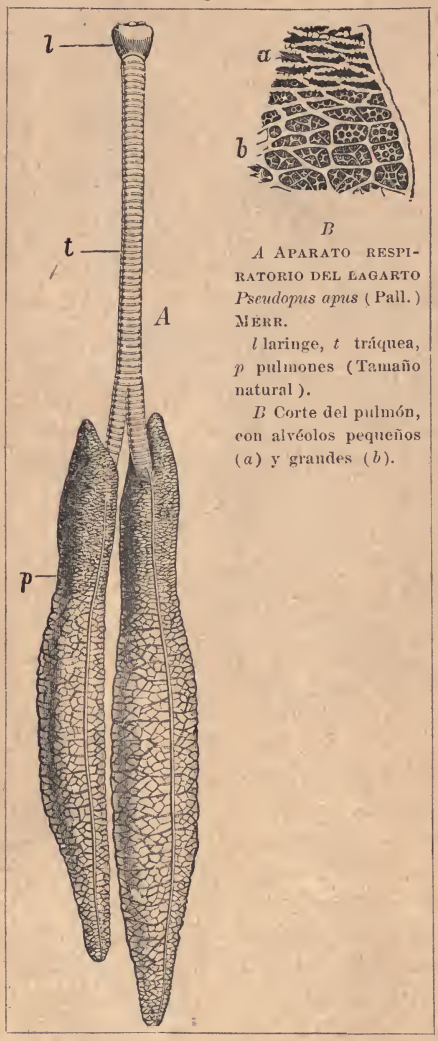
Las respiraciones *tráqueobranquial* ó *bránquiotraqueal*, están basadas en la combinación de las tráqueas con las branquias ó viceversa, comunicando una clase de órganos con el ambiente (aire ó agua), y la otra con órganos internos del animal (fig. 81).

La otra clase de órganos de respiración aérea son los *pulmones*. En su forma y estructura más sencillas, son repliegues de la piel dirigidos hacia el interior del cuerpo y provistos de gran número de vasos sanguíneos. Así los observamos en los moluscos pulmonares. En los vertebrados representan órganos en forma de bolsas, que están en relación con la parte anterior del canal di-

1. gr. *perí*: al rededor; *trêma*; agujero. 2. lat. *flabellatus*: como formado por abanicos.

gestivo y comunican con la cavidad bucal por medio de un tubo aéreo, la *tráquea*, y una abertura cartilaginosa, la *laringe*.

Fig. 86.



A Aparato respiratorio del lagarto *Pseudopus apus* (Pall.) Merr.

l laringe, *t* tráquea, *p* pulmones (Tamaño natural).

B Corte del pulmón, con alvéolos pequeños (*a*) y grandes (*b*).

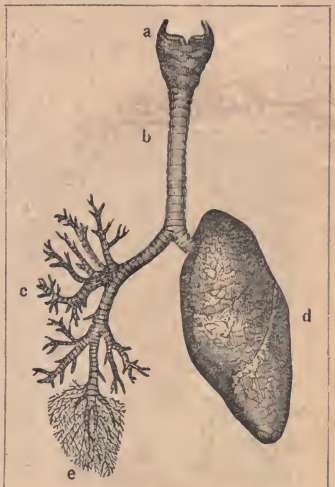
La extremidad anterior de la tráquea es la *laringe* (figs. 86 *A l* y 87 *a*), cuyas piezas cartilaginosas provienen de la transformación de algunos anillos de la tráquea (véase págs. 180 y 181). La laringe funciona en parte como aparato de la voz; contiene las *cuerdas vocales*, y su abertura *(glotis)* se cierra, en el acto de la deglución, por medio de una pieza lingüiforme, la *epiglotis*, evitando de esta manera la entrada de las materias alimenticias á la tráquea (fig. 54 *E*). En la mayor parte de las aves existe una *laringe inferior* ó *siringe* [1], que está constituída por los anillos cartilaginosos inferiores de la tráquea transformados, y que pertenece también á los órganos vocales.

La *tráquea* propiamente dicha (figs. 54 *Tr*, 86 *A t* y 87 *b*), está destinada á llevar el aire á los pulmones, y se compone de anillos cartilaginosos incompletos ó abiertos, pero en todo caso cerrados por piezas membranosas. Su interior está revestido de una membrana mucosa, cuya capa externa lleva un epitelio vibrátil, que tiene por objeto la expulsión de la mucosi-

1. gr. *syrinx*: tubo, flauta, pito.

dad superflua y las partículas de toda clase, que se introducen en las vías respiratorias por medio del aire inspirado (véase págs. 79 y 80; figs. 20 y 21). La tráquea varía en el número de anillos y en su longitud, adaptándose ésta generalmente á la del cuello. Así en los *Cetáceos*[1] (ballenas, delfines, etc.) es muy corta y ancha, y en el perezoso ó perico muy larga, extendiéndose en curva hasta el diafragma. Se bifurca en su parte inferior ó posterior, para entrar en los pulmones, donde forma en los animales superiores nuevas ramificaciones; estas últimas han recibido el nombre de *bronquios*[2] (figs. 87 *c* y 88).

Fig. 87.



APARATO RESPIRATORIO DEL HOMBRE.
a laringe, *b* tráquea, *c* bronquios con sus terminaciones (*e*), *d* pulmón izquierdo entero.

Los *pulmones* representan, ó bolsas simples, como en los *Anfibios*, ó bolsas en parte esponjosas, en parte simples, como en los *Reptiles*, ó masas totalmente esponjosas, como en las *Aves* y en los *Mamíferos*.

Los pulmones simples y saculiformes llevan en su pared interna retículos provistos de vasos sanguíneos, al través de los cuales tiene lugar el cambio de los dos gases. Se les da el nombre de *celdillas parietales*, dividiéndolas en *primarias* y *secundarias;* estas últimas se encuentran dentro de las primeras (fig. 86 *B b*).

Esta clase de pulmones almacenan gran cantidad de aire y absorben relativamente poco oxígeno, lo que permite á los anfibios pulmonares (ranas, sapos, etc.) permanecer por mucho tiempo sumergidos en el agua.

En los pulmones semiesponjosos, la extremidad anterior representa una masa celular ó esponjosa, con gran poder de absorción para el oxígeno, mientras que la parte saculiforme que sigue, no es más que una simple bolsa que sirve de depósito de aire, como sucede en las serpientes y los lagartos (fig. 86 *A p*), pudiendo tener celdillas parietales ó carecer de ellas. Los reptiles

1. gr. *kétos*, lat. *cetus*: ballena ó cualquier otro animal acuático grande. 2. gr. *brónchia*: extremidad de la tráquea.

de forma muy alargada (las serpientes y algunas lagartijas), tienen el pulmón derecho mucho más desarrollado que el izquierdo, presentándose êste á veces como una pieza lobular rudimentaria.

Los pulmones totalmente esponjosos de las dos clases superiores de los *Vertebrados*, las *Aves* y los *Mamíferos*, son comparables, por su estructura, á órganos glandulares ascinosos (fig. 63).

Fig. 88.

Modelo de las ramificaciones terminales de los bronquios con las vesículas pulmonares.

Los bronquios, al penetrar en los pulmones, forman un sistema de ramificaciones muy complicado, encontrándose ramas que apenas tienen 1 mm de diámetro y aún menos (fig 87 *c e*). En las extremidades de estas ramas desaparecen los anillos cartilaginosos, formándose, en cambio, agrupaciones de pequeñas vesículas abiertas interiormente; esas extremidades se llaman *infundíbulos* [1], y las vesículas, *alvéolos*, *celdillas* ó *vesículas pulmonares* (fig. 88). Los elementos mencionados forman complexos ó *lóbulos*. Todos los infundíbulos del pulmón de las aves comunican entre sí, pudiendo, por consiguiente, llenarse de aire el pulmón por cualquier punto; en los mamíferos se establecen comunicaciones únicamente entre los infundíbulos adyacentes, sobre todo en la vejez, de manera que por una pequeña rama bronquial, puede ser solamente inyectado un lóbulo pulmonar. Muchas vesículas pulmonares se refunden también en los adultos, á causa de la resorbción de las paredes que tienen de común.

Las *vesículas pulmonares* están revestidas de una red densa de vasos capilares sanguíneos, implantados en una membrana mucosa sumamente tenue. En ella se efectúa, al través de la pared de esos vasos y de la mucosa, el entrecambio de los gases. La cantidad considerable de gases que pasa en un tiempo determinado por los pulmones (véase pág. 165), se explica por el número enorme de vesículas que éstos contienen, y que en el hombre

1. lat. *infundibulum*: embudo.

asciende á 1800 millones, representando una superficie de 225 metros cuadrados.

Esta clase de *pulmones*, que deben su estructura esponjosa y elástica, á las vesículas, al tejido conjuntivo intersticial y á algunas fibras contráctiles, se hallan en número de dos en los mamíferos. Se encuentran en la caja torácica junto al corazón (fig. 78) y cubiertos por la *pleura*[1]. El pulmón derecho es generalmente más desarrollado y consta de más lóbulos que el izquierdo. En algunos animales (caballo, elefante, rinoceronte, ballena, etc.), faltan los lóbulos pulmonares; en otros varía su número. Así el pulmón derecho tiene, por lo general, de cuatro á cinco, y en los roedores hasta seis ó siete, mientras que el izquierdo posee sólo dos ó tres lóbulos, que faltan en los roedores ó se hallan apenas indicados. El pulmón derecho del hombre consta de tres lóbulos y el izquierdo de dos.

Los anfibios ó animales anfibióticos (véase pág. 165), poseen pulmones y branquias, como órganos respiratorios. Pueden tener los dos al mismo tiempo durante toda su vida, como los *Perennibranquiados*[2] (las salamandras *Proteus*[3], *Siren*[4], etc.), ó, lo que es más común, respiran al principio, en el estado de larvas (renacuajos), por medio de branquias, y más tarde, como adultos, por medio de pulmones.

Entre los peces, los *Dipnoidos*[5] tienen una respiración doble, es decir, branquial y pulmonar.

La *vejiga natatoria* de los peces, que fisiológicamente considerada, es un aparato hidrostático, corresponde por su desarrollo al pulmón de los vertebrados superiores, y llega hasta tener la función de esta clase de órgano en los *Dipnoidos*. Se origina como una protuberancia saculiforme ó bolsa en la pared superior de la parte anterior del canal intestinal, conservando en muchas especies su comunicación con este órgano, durante toda la vida del animal, por medio de un conducto aéreo. Varía mucho en su forma, principalmente cuando carece del *conducto aéreo*, y posee en muchos casos apéndices (fig. 89).

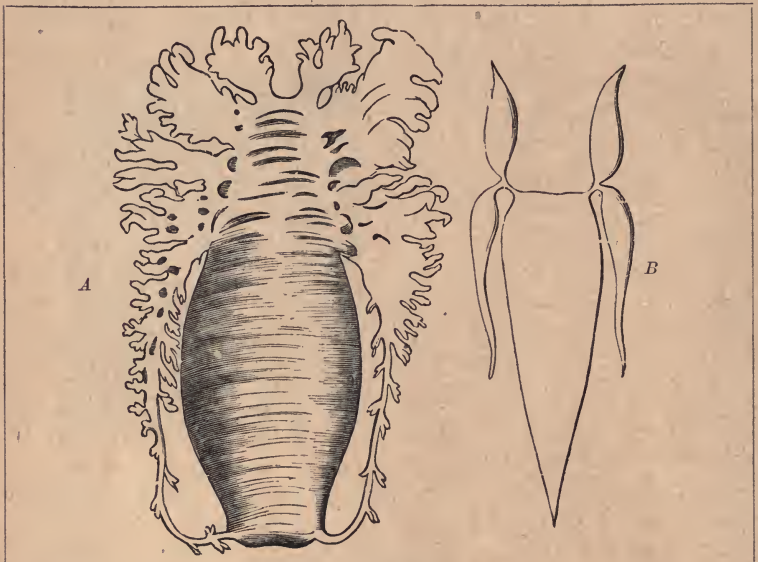
La vejiga natatoria contiene oxígeno, nitrógeno y anhidrido carbónico. El primero abunda (hasta un 87 %) en los peces

1. gr. *pleurá*: costado, costillas, membrana parietal de la cavidad torácica. 2. lat. *pérennis*: permanente; *branchia*: branquia. 3. gr. *Proteús*: Proteo. 4. gr. *Seirén*: Sirena. 5. gr. *dipnoos*: de doble respiración.

marinos, sobre todo en los que habitan lugares profundos, mientras que en los peces de agua dulce predomina el nitrógeno (hasta un 90 %); el anhidrido carbónico se halla sólo en cantidades mínimas.

La vejiga natatoria tiene por objeto proporcionar al pez un peso específico variable con las profundidades del agua, y también el

Fig. 89.



VEJIGA NATATORIA

A de *Pogonias chromis* Cuv. *B* de *Corvina trispinosa* Cuv.

de cambiar el centro de gravedad en su cuerpo. Los peces que tienen este órgano, pueden, por esta razón, descansar en cualquier profundidad, y los que carecen de él, solamente sobre el fondo ó suelo. Por otro lado, la compresión de la parte anterior de la vejiga natatoria, produce el descenso de la parte anterior del cuerpo, mientras que la compresión de la parte posterior, hace subir la cabeza y bajar la cola. Los peces sin vejiga natatoria tienen que servirse de las aletas, para obtener la posición oblicua.

3. Mecanismo de la respiración.

En los animales superiores, sobre todo en aquellos cuyos órganos respiratorios están encerrados en cavidades del cuerpo, se observan movimientos rítmicos que tienen relación íntima con la respiración. Estos movimientos, cuyo objeto es facilitar la entrada y salida del aire atmosférico en los órganos respiratorios, constituyen el *mecanismo de la respiración.*

El *mecanismo de la respiración* se refiere principalmente á la compresión de las cavidades que contienen los órganos respiratorios, ó á la de éstos directamente. Tiene lugar en los *Artrópodos* por la contracción de los segmentos del cuerpo, y en la mayor parte de los *Reptiles,* en las *Aves* y en los *Mamíferos,* por los movimientos de la caja torácica, que consisten en la compresión ó dilatación de ésta, por medio de la actividad de sus paredes.

La entrada del aire á los pulmones, ó sea la *inspiración,* tiene lugar cuando se dilata la cavidad torácica, por el juego de los músculos intercostales externos. Esta dilatación produce la de los pulmones y sus vesículas, y por consiguiente, una rarificación del aire en ellas contenido; hallándose el aire exterior á mayor presión, por su mayor densidad, penetra por las vías respiratorias, para establecer el equilibrio dentro de los pulmones. La salida ó *espiración* se efectúa por la compresión de aquella caja, á causa de la contracción de los músculos intercostales internos, que hacen bajar las costillas, disminuyendo su volumen. La contracción de la cavidad torácica actúa, á su vez, sobre el tejido ó parénquima elástico de los pulmones, cuyas cavidades disminuyen así también de volumen, expulsando el aire que contienen. Por otra parte, las contracciones peristálticas y tónicas de los bronquios, contribuyen eficazmente á la renovación del aire en los pulmones, mientras que los músculos ventrales y el diafragma tienen una participación insignificante en el mecanismo de la respiración.

Las tortugas, las ranas y los sapos, introducen el aire á los pulmones por medio de movimientos parecidos á los de la deglución, debido á que en las primeras las costillas son entresoldadas, y en los segundos muy cortas, de manera que la caja torácica no puede funcionar como en los vertebrados superiores;

así es que en la inspiración funcionan activamente los músculos hioideos[1], y en la espiración, los ventrales.

La *capacidad pulmonar vital* en el hombre es de 2000 á 4500 centímetros cúbicos, en el adulto. Pero ésta comprende sólo la cantidad de aire que se elimina de los pulmones en una espiración profunda, precedida de una inspiración prolongada; la *capacidad pulmonar total* alcanza aún á 1400 ó 2000 centímetros cúbicos más, que comprenden el aire que queda en los pulmones, después de la espiración más profunda. La cantidad de aire que se renueva en cada acto respiratorio no representa generalmente más que un 20 % de la capacidad pulmonar.

La *frecuencia de la respiración* en el hombre, varía según la edad. En los recién nacidos es de 44 inspiraciones por minuto; en los niños de 1 á 5 años de 26 por término medio; de esa edad en adelante varía de 13 á 16, excepto en la vejez muy avanzada, en que aumenta de nuevo (de 20 á 22), por ser la respiración menos profunda, á causa de la relajación muscular. La frecuencia notable en la respiración que se observa en la juventud, es motivada por la energía en el cambio de la materia y por el crecimiento rápido del individuo.

Hay, por otra parte, ciertos actos que constituyen modificaciones de los movimientos respiratorios, y que son los siguientes: la *tos* y el *estornudo,* que se producen por contracciones reflejas y espasmódicas de los músculos respiratorios; en el primer caso, á una ó varias inspiraciones profundas sigue una espiración rápida y fuerte, que puede repetirse varias veces sin necesidad de una nueva inspiración; al mismo tiempo, al pasar el aire por la glotis estrechada, produce el sonido característico. En el segundo caso sigue á una inspiración profunda una espiración nasal corta y fuerte. El *suspiro* se efectúa por medio de una inspiración lenta y profunda, y una espiración corta y fuerte; el *sollozo* es debido á inspiraciones repetidas, interrumpidas y cortas, producidas principalmente por contracciones del diafragma y acompañadas de vibraciones de las cuerdas vocales; el *bostezo* se produce por una inspiración bucal profunda y lenta, y una espiración bastante fuerte, rápida y sonante; el *alentar* es una espiración lenta con la boca abierta; la acción de *soplar,* consiste en espiraciones fuertes, hechas con los labios colocados en punta; la *risa* tiene por causa

1. gr. *hy*: la letra *y* aspirada; *eidos*: forma, aspecto; *hioideo*: perteneciente al *hueso hioides*.

espiraciones bruscas, sonantes, sucesivas y cortas; el *ronquido* lo producen las vibraciones del velo palatino por medio del aire espirado; el acto de *gargajear*, constituído por una espiración rápida y fuerte con la glotis estrechada, tiene por objeto extraer mucosidades, etc.; el *gargarizar* consiste en mantener los líquidos llevados á la garganta por medio del aire espirado; el *olfatear* se hace por inspiraciones profundas, fuertes y repetidas, efectuadas por medio de la nariz.

D. FONACIÓN.

La producción de ruidos y sonidos, que en su conjunto llamaremos *fonación*, está en los animales superiores en relación íntima con la respiración, mientras que en los inferiores se relaciona con otras funciones.

La *fonación* se manifiesta en la serie animal de varias maneras, que pueden tratarse como sigue:

1.º Por ruidos ó sonidos, que produce el animal al golpear sobre otros objetos, como lo hacen los coleópteros del género *Anobium*[1], dejando oir una especie de tictac, al tocar la madera por medio de la cabeza.

2.º Por ruidos ó sonidos, que produce el animal frotando un órgano contra otro. Estos órganos pueden carecer de aparatos especiales de fonación ó estar provistos de ellos; en el último caso se llaman *aparatos de estridulación*[2] y son muy comunes en los *Artrópodos*. Ciertas langostas poseen una *cresta estridulatoria* en los fémures posteriores y otra en las alas; los grillos masculinos la poseen sólo en las alas. Muchos cangrejos las tienen en los artículos basilares de las antenas ó en las patas; algunas arañas, en la parte basilar del cefalotórax y del abdomen, etc. Los peces que dejan oir una especie de gruñido, lo hacen por frotaciones de los opérculos branquiales contra los bordes de los orificios respiratorios, ó por movimientos de las mandíbulas, de los huesos faríngeos y de los dientes. En el crótalo puede considerarse el *cascabel* como aparato de estridulación.

3.º Por sonidos producidos por movimientos rápidos ó vibraciones de ciertos órganos del cuerpo, principalmente de las alas,

1. gr. *anobión:* el que resucita. 2. lat. *stridere:* chillar.

por ejemplo, en los mosquitos, las abejas y las moscas, sin ser ésta la única clase de fonación de los animales mencionados y de otros de organización parecida.

4.º Por sonidos que se manifiestan por contracciones rápidas y espasmódicas de cierta clase de músculos, que entran en vibración, siendo los sonidos reforzados por la resonancia de las cavidades del cuerpo, como se observa en algunos peces de los géneros *Cottus*[1] *Trigla*[2] y *Bagrus*[3].

5.º Por sonidos que se producen con la expulsión vehemente de substancias glandulares, como en los coleópteros bombarderos (véase pág. 57).

6.º Por sonidos producidos por influencia del aire respiratorio, que en el acto de la inspiración ó el de la espiración, pone en vibración cierta clase de órganos. Á esta clase de fonación se da el nombre de *voz*, llamándose sus órganos *órganos vocales*, y especialmente *cuerdas vocales*, si presentan la forma de membranas ó cintas.

Entre los *Invertebrados* se observan órganos vocales en los insectos, especialmente en *Dípteros*[4] é *Himenópteros*[5] que los tienen como cuerdas vocales en los orificios de respiración ó estigmas. Éstos comunican con una bolsa traqueal, que tiene por objeto servir de caja de resonancia.

En los *Vertebrados*, los órganos vocales son más generalizados, y, sobre todo, muy desarrollados en los *Mamíferos*, en las *Aves* y en algunos *Anfibios*. La voz se produce en esos animales en la tráquea, sea en la extremidad superior ó *laringe*, sea en la inferior ó *siringe*, como sucede en las aves (véase pág. 172), existiendo en estos casos *cuerdas vocales*. Pero sin la existencia de éstas, se producen también sonidos, por ejemplo, los silbidos de las serpientes, que se manifiestan al pasar rápidamente el aire por la laringe estrechada, rozando sus bordes. Por otra parte, en la respiración intestinal, producen los peces mencionados en la pág. 167, un ruido especial, al expulsar el aire por el ano.

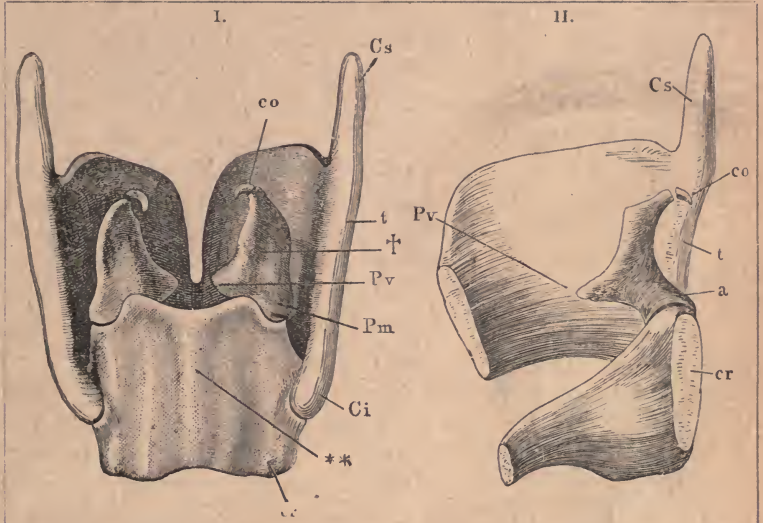
En el hombre, el *aparato vocal* se compone de la *laringe* propiamente dicha, y de las *cuerdas vocales*.

La *laringe* constituye la parte superior de la tráquea, se manifiesta como una protuberancia en la parte anterior y superior del cuello, que se denomina *manzana de Adán*, y se compone de

1. gr. *kóttos*: cabeza grande. 2. gr. De *trís;* á causa de las tres espinas libres de las aletas pectorales. 3. Nombre propio. 4. gr. *dípteros*: con dos alas. 5. *hymén*: membrana· *ptéron*: ala.

varios cartílagos *(cartílagos laríngeos)* (fig. 90). El *cartílago cricoideo*[1] tiene la forma de un anillo de sello, siendo angosto y delgado en la parte anterior, y alto y grueso en la posterior; representa la base de apoyo para las demás piezas cartilaginosas. El

Fig. 90.



I. Los cartílagos laríngeos (sin la epiglotis) vistos desde la parte posterior. *t* cartílago tiroideo con sus cuernos superior (*Cs*) é inferior (*Ci*); † cartílago aritenoideo, con la apófisis muscular (*Pm*) y el de la cuerda vocal (*Pv*); *co* cartílago Santoriniano; ** cresta del cartílago cricoideo (*cr*). — II. Mitad derecha de los cartílagos laríngeos vistos desde adentro. (Las indicaciones como en I.)

cartílago tiroideo[2] que constituye la pared anterior y las dos laterales, está situado en el anterior, articulando con él por medio de sus *apófisis ó cuernos inferiores,* mientras que los *cuernos superiores* están en comunicación con el hueso hioides; la inarticulación permite movimientos al cartílago tiroideo en el sentido del eje transversal horizontal de sus puntos de inserción. Los dos *cartílagos aritenoideos*[3] completan la pared posterior de la laringe; son prismáticos piramidales é insertos en el borde superior del cartílago cricoideo; sus movimientos se efectúan en el sentido del eje longitudinal. Cada cartílago aritenoideo lleva en su extremidad otro pequeño, que se denomina *cartílago Santoriniano,*

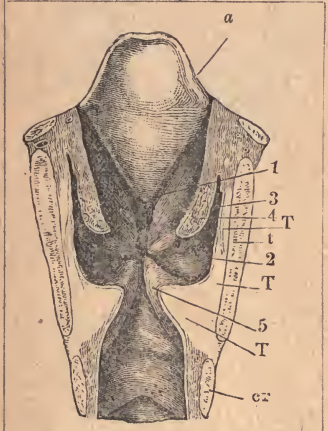
1. gr. *krícos*: anillo; *eídos*: aspecto. 2. gr. *thyreós*: escudo en forma de puerta, piedra de puerta; *eídos*: aspecto. 3. gr. *arytaina*: regadera; *eídos*: aspecto.

ó *corniculado* [1], pudiéndose todavía agregar otros *(cartílagos Wrisbergianos* ó *cuneiformes* [2]). La *epiglotis* [3] es un cartílago muy elástico, insertado en el cartílago tiroideo por medio de su extremidad angosta é inferior, mientras que la superior y ancha se halla libre y dirigida hacia atrás; tiene por objeto cubrir y proteger la cavidad laríngea (véanse figs. 54 y 91).

Además de las piezas cartilaginosas que constituyen la laringe, hay otras fibromusculares, que reunen ó fijan aquéllas, ó que sirven para facilitar su movilidad. Todas se hallan cubiertas por una membrana mucosa.

La parte interior de la laringe contiene las *cuerdas vocales,* que son una especie de repliegues ó fajas que van del cartílago tiroideo á los cartílagos aritenoideos, y que dividen la cavidad laríngea en hendiduras ó incisuras de distintos diámetros (figs. 91 y 92). Los dos repliegues superiores son más voluminosos que los inferiores, y han recibido el nombre de *cuerdas vocales espurias,* mientras que las inferiores se llaman *cuerdas vocales verdaderas;* no teniendo aquéllas ningún papel en la producción de la voz, se hace bien en denominarlas *ligamentos tireo-aritenoideos,* conservando el nombre de *cuerdas vocales* sólo para las últimas. Á cada lado de la cavidad laríngea, entre el ligamento tireo-aritenoideo y la cuerda vocal, se halla el *seno laríngeo ó ventrículo de Morgagni.* La hendidura entre las cuerdas vocales propiamente dichas, lleva el nombre de *glotis* (fig. 92).

Fig 91.



MITAD ANTERIOR DE LA LARINGE VISTA DE ATRÁS.

a epiglotis, *1* cartílago tiroideo, *2* seno laríngeo, *3* ángulo superior del mismo, *4* ligamento tireo-aritenoideo, *5* cuerda vocal, *T* corte de músculos, *cr* cartílago cricoideo.

En la formación de la voz se observa un cambio continuo en el diámetro del glotis y en la tensión de las cuerdas vocales, que es debido á varios músculos que mueven los cartílagos laríngeos. La tensión de las cuerdas vocales es producida por la disposición

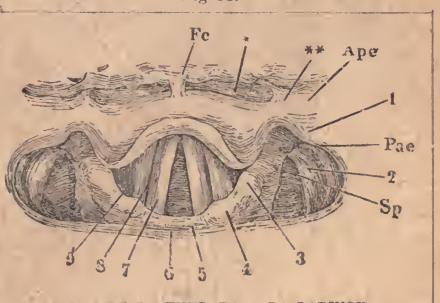
1. lat. *corniculatus*: cornudo. 2. lat. *cuneiformis:* de forma de cuña. 3. gr. *epí*: arriba; *glottis*: hendidura de la laringe.

del cartílago tiroideo, mientras que el diámetro del glotis se altera por movimientos giratorios de los cartílagos aritenoideos.

Por medio del *aparato vocal* descrito, producimos sonidos y ruidos. Los sonidos se producen por vibración de las cuerdas vocales, que se efectúa por el aire que se hace salir de los pulmones. Las modificaciones del sonido son debidas á las alteraciones en la tensión de las cuerdas vocales, como también á la extensión de la parte vibrante de las mismas. Con un esfuerzo de tensión sube el sonido, bajando con la relajación de las cuerdas vocales. En la producción de los sonidos bajos toman también parte, los bordes de los cartílagos, mientras que en la de los altos, sólo vibran las cuerdas vocales, y para su producción se necesita una tensión de aire más fuerte en la tráquea, que para aquéllos; de ahí resulta, que las notas altas se pueden cantar sólo *forte* y las bajas *piano*. Por otra parte, al elevarse el tono, sube también la laringe, y al bajar ésta, desciende también el tono.

Las diferencias individuales respecto á la altura de la voz, están en relación con la magnitud de la laringe. Laringes grandes dan el tono bajo en los sonidos, mientras que los sonidos altos son producidos por laringes pequeñas. La *mutación de la voz* en la edad juvenil del hombre, proviene del crecimiento rápido de la laringe en una época de esta edad, perdiéndose entonces el tono alto, que viene á ser sustituído por otro más bajo y lleno.

Fig 92.

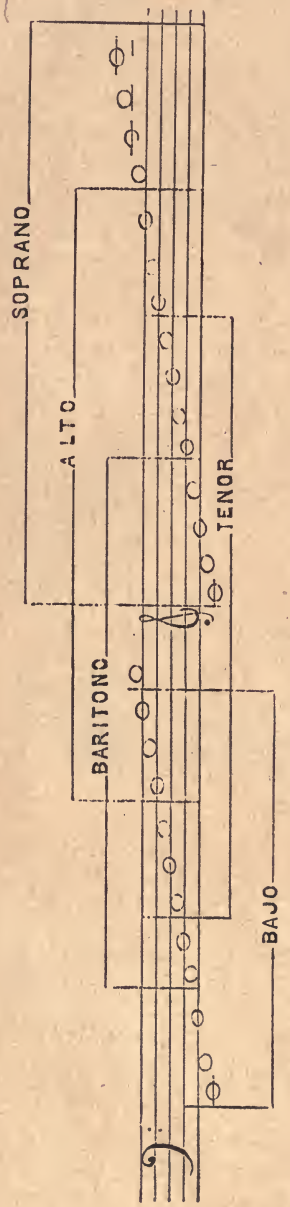


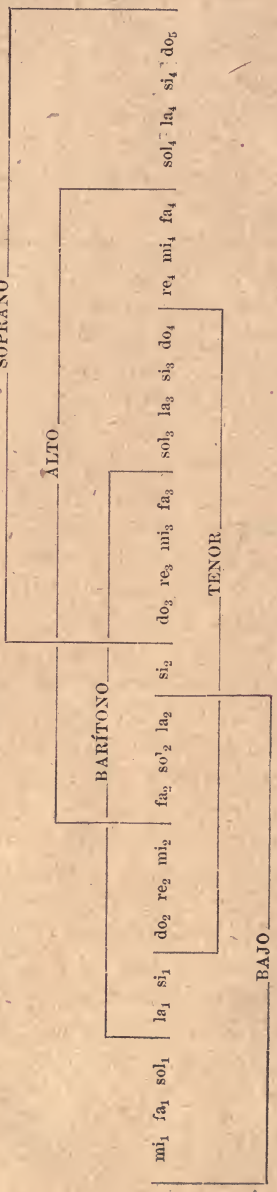
VISTA DE LA ENTRADA A LA LARINGE.

Fe Repliegue de la membrana mucosa que pasa de la base de la lengua á la laringe, á su lado se ve un pequeño ventrículo (*) y otro repliegue de mucosa (**); *Ape* membrana mucosa; *Pae* repliegue ari-epiglotideo; *Sp* concavidad en la mucosa, *1, 2, 3, 4* circunvalaciones de la membrana mucosa en los cartílagos (*1* sobre el cuerno mayor del hueso hioides, *2* sobre el cuerno superior del cartílago tiroideo, *3* sobre el cartílago Wrisbergiano y *4* sobre el Santoriniano); *5* incisura posterior de la glotis; *6* pared posterior y arriba la glotis triangular; *7* cuerda vocal; *8* hendidura del seno laríngeo ó ventrículo de Morgagni; *9* ligamento tireo-aritenoideo ó cuerda vocal espúrea.

La voz humana tiene la extensión de 3,5 octavas más ó menos. Para producir la nota más baja de la escala, hacen las cuerdas vocales 82,5 vibraciones en un segundo, y para la de la más alta, como 1056; como *diapasón normal* se toma la nota la_3, correspondiéndole 435 vibraciones según la aceptación francesa. Las distintas voces características tienen la ex-

tensión de 2 á 2,5 octavas, y se las divide en *bajo*, *barítono*, *tenor*, *alto* y *soprano*, como lo indican las escalas siguientes:





E. CALOR ANIMAL.

Se da el nombre de *calor animal* al calor engendrado por el cuerpo de los animales.

Las causas productoras del calor en el organismo animal, son, en primera línea, los diversos procesos químicos en el cambio de la materia, sobre todo, los de la oxidación, siendo la del carbono la más importante. En segunda línea, debe considerarse el trabajo mecánico, voluntario ó involuntario, correspondiendo una elevación de la temperatura á las contracciones musculares, debida, ya sea á los procesos químicos resultantes de ellas, ó á las fuerzas motrices transformadas en calor.

La producción del calor aumenta por medio de una alimentación abundante y de substancias nutritivas de fácil oxidación, á que pertenecen, la grasa y los hidratos de carbono, que son los mejores *combustibles del organismo.* La temperatura animal se eleva también por la actividad enérgica de la respiración y de la circulación de la sangre, por el aumento del calor en el ambiente, y por la evitación de su irradiación. Asimismo depende la producción del calor del sistema nervioso: la diminución de su actividad por la parálisis, por los anestésicos ó narcóticos, disminuye también el calor del organismo.

Entre los órganos, producen la mayor cantidad de calor las glándulas, á causa de su actividad y energía oxidante continuas. El hígado, por ejemplo, conserva su calor por mucho tiempo después de la muerte del individuo, debido á su tenaz vitalidad histológica y su gran actividad.

Siendo la actividad individual la suma de la energía de los órganos, la producción del calor del individuo tiene que estar sujeta también á la mayor ó menor intensidad de los procesos químicos y físicos, mientras que, por otra parte, su cantidad depende de las condiciones más ó menos favorables para su conservación.

Respecto á la producción y conservación del calor, se dividen los animales en dos grupos: en *homeotermos* y *pecilotermos.*

Los *animales homeotermos*[1], que llevaban antes el nombre impropio de *animales de sangre caliente,* podemos llamarlos *anima-*

1. gr. *homoios*: igual; *thermós*: caliente.

les de temperatura constante, indicando con esta denominación, que hay animales que en estado normal conservan más ó menos constante su temperatura interna, á pesar de los cambios de temperatura del medio en que viven. A los animales homeotermos pertenecen las *Aves* y los *Mamíferos*.

Los *animales pecilotermos*[1], ó de *temperatura variable*, que se denominaban antes *animales de sangre fría*, comprenden los *Peces*, los *Anfibios* y los *Reptiles*, y presentan la particularidad de que su temperatura externa é interna se altera con la del medio en que viven y á la que se identifica.

La diferencia entre los animales homeotermos y los pecilotermos se funda: en que los primeros producen relativamente mucho más calor que los segundos, y que se encuentran en condiciones mucho más favorables para conservarlo. Por estas razones, la temperatura de los homeotermos sobrepasa generalmente á la del ambiente, y se conserva hasta cierto grado, aun bajando considerablemente la temperatura del medio. En los pecilotermos, que, por el contrario, producen poco calor y lo irradian con suma facilidad, tiene que alterarse la temperatura con las variaciones de la del ambiente.

Hay animales, por ejemplo, los insectos, que producen mucho calor, pero que pertenecen, sin embargo, á los pecilotermos; no pueden conservar el calor á causa del pequeño volumen de su cuerpo y superficie irradiante relativamente muy grande. Su temperatura puede sólo apreciarse reuniendo muchos de ellos. Siendo la irradiación del calor proporcional á la superficie del cuerpo, se comprende que los individuos pequeños y jóvenes pierden más calor que los grandes y adultos de la misma especie, y que, por lo tanto, su actividad en el cambio de la materia debe ser más enérgica, para proveer al consumo.

Los medios de que se vale el hombre para regularizar su temperatura, son de dos categorías: los que evitan la diminución de la temperatura, y los que impiden su elevación. Los primeros se dividen, á su vez, en dos grupos: en medios que aumentan y aceleran la producción del calor y en medios que sirven para su conservación.

Los medios que aumentan y aceleran la producción del calor, han sido mencionados ya más arriba (pág. 185); su conservación se

1. gr. *poikílos*: variable, instable; *thermós*: caliente.

procura, evitando su irradiación, por la permanencia en habitaciones calentadas durante las estaciones frígidas, ó por el empleo de trajes de géneros gruesos y malos conductores del calor. Pero no todos los individuos se encuentran en las mismas condiciones respecto á esta conservación: los gruesos y grasos sufren más del calor que del frío, á causa de la capa adiposa subcutánea, que evita la irradiación del primero, mientras que los flacos y delgados son más sensibles al frío, por la fácil irradiación del calor; les falta la capa adiposa y su volumen dividido por la superficie da un cociente poco favorable, como en las criaturas.

La segunda categoría de medios, es decir, los que evitan la elevación de la temperatura, comprende la diminución del cambio de materia, por una alimentación más escasa y menos favorable y poco trabajo muscular, y la exposición del cuerpo á temperaturas bajas. Un medio importantísimo en este sentido, es el sudor: su evaporación exige calor, que es sustraído del cuerpo.

La regulación del calor es completa en el estado normal, pero es irregular, hasta cierto grado, en un gran número de enfermedades, produciéndose entonces aumentos ó diminuciones de temperatura anormales. Las temperaturas más altas, 44,7° y 44,3° C., se han observado en casos de tétano y en el reumatismo articular, y la más baja, 28,6° , en el último estado de la *Meningitis tuberculosa,* mientras que la temperatura interna ordinaria del hombre es de 37,25 á 38° C.

La temperatura normal de los animales homeotermos varía según la especie. Entre los *Mamíferos* existe la temperatura más baja: de 25 á 28° C., en los *Monotremados*[1] (ornitorinco[2] y equidna[3]), que son ovíparos, y la más alta: de 41,1, en el pequeño ratón *Mus*[4] *musculus*[5] L., y en el murciélago *Vesperugo*[6] *pipistrellus*[7] (Schreb.) Keys. Bl., observándose las intermedias: de 35,2 á 35.5 en el lobo, en el delfín y en un mono *(Cercopithecus*[8] *sabaeus*[9] Cuv.). La temperatura de las *Aves* es más elevada que la de los *Mamíferos,* encontrándose la más alta: 44,03, en las golondrinas y en los paros, á que se acerca la de los halcones (43,18); y la más baja: 37,8, en las gaviotas.

La temperatura de los animales pecilotermos, como se ha dicho

1. gr. *mónos*: único; *tréma*: orificio. 2. gr. *órnis,* gen. *órnithos*: ave; *rhinchos*: pico, rostro, trompa. 3. gr. *Échidna*: nombre mitológico. 4. gr. *mys,* lat. *mus*: ratón. 5. lat. *musculus*: diminutivo de *mus.* 6. *Vesperugo*: héspero, y un murciélago de los naturalistas antiguos. 7. ital. *pipistrello*: murciélago. 8. gr. *kérkos*: cola; *pithekos*: mono. 9. lat. *sabaeus*: del lugar *Saba,* en Arabia.

anteriormente, cambia con la del medio en que viven, elevándose sobre ésta sólo unos pocos centésimos de grado, con excepción de la época del celo, en que se ha observado en las ranas y en algunos peces (tiburón y bonita) una elevación de temperatura sobre la del medio de 1° á 1,6°.

Mientras que los animales pecilotermos pueden soportar sin peligro las alteraciones de su propia temperatura, y sobre todo la diminución del calor, los homeotermos, al contrario, están expuestos á la pérdida de su vida, si se les aumenta ó baja considerablemente la temperatura de su cuerpo. Hacen excepción los *animales invernantes*, cuya temperatura puede bajar hasta + 4° C., sin peligro de la vida.

Los *animales invernantes*, por ejemplo, la marmota, el cascanueces y el lirón, no se encuentran en las condiciones de poder conservar su propio calor: su temperatura baja con la diminución de la del medio ambiente, y sus funciones vitales sufren al mismo tiempo una reducción considerable. Habiéndose bajado su temperatura á + 5° C., caen en una especie de sueño, que se llama *letargo*. Se despiertan de tiempo en tiempo de su letargo, si tienen alimentos almacenados, ó sólo en la primavera, si no los poseen y cuando el calor vernal eleva su temperatura. Al entrar en el letargo, esos animales son generalmente gruesos y grasos; al volver de él, en la primavera, son delgados y flacos, habiéndose operado esta transformación por el consumo de la propia grasa, de una parte de los músculos, de los vasos capilares, etc. Su disposición para alimentarse, al salir del letargo, está naturalmente muy desarrollada; pudiendo satisfacer esta necesidad, su sangre alcanza rápidamente la temperatura normal de la especie, que conserva durante todo el verano.

También entre los animales invertebrados se observa el *letargo invernal*, por ejemplo, en muchos moluscos, insectos, gusanos é infusorios, que, para resistir mejor el frío, se encierran en sus habitáculos, ó los forman como capullos y quistes.

Además del letargo mencionado, se observa otro en la estación opuesta al invierno: el *letargo estival*. A éste están expuestos muchos reptiles, moluscos, insectos, gusanos y protozoarios de los países cálidos, cuando falta el agua y la naturaleza se halla árida y desprovista de los medios de su subsistencia. Esos animales, para evitar la pérdida completa del agua de su propio cuerpo, se encierran en habitáculos ó se entierran en el barro y

fango de las lagunas y arroyos, próximos también á secarse. Con la época de las lluvias se libran de su cautiverio terroso, llevando en sus espaldas un pequeño jardín, que se ha formado durante el letargo, dando entonces el aspecto de islas flotantes á algunos cocodrilos arrastrados por el agua.

F. FOSFORESCENCIA.

El desprendimiento de luz ó *fosforescencia*, es un fenómeno bastante común, que se observa en todos los tipos del reino animal, en menor ó mayor grado y distribución. Es normal, manifestándose en todas las fases de la vida del individuo ó apareciendo en épocas determinadas, y anormal, produciéndose solamente bajo circunstancias especiales. En algunos casos fosforesce todo el animal; en otros, lo que es más común, despiden luz sólo ciertas partes ú órganos de su cuerpo.

Entre los *Protozoarios*, debe mencionarse como más fosforescente y común, la *Noctiluca*[1] *miliaris*[2] Suriray, á la que se debe en gran parte la *fosforescencia del mar* (fig. 93).

Entre los *Celenterados*, presentan este fenómeno un gran número de pólipos y medusas, y entre los *Equinodermos*, algunos *Ofiuroideos*[3], que contribuyen también á la iluminación de los mares.

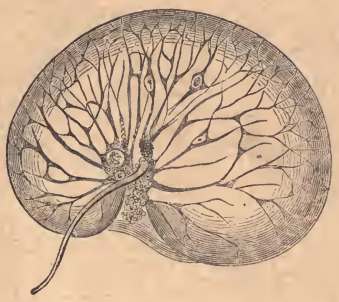
Entre los *Gusanos*, el fenómeno de la fosforescencia es bastante común. Así, muchos Quetópodos[4] marinos (*Chaetopterus*[5], *Photocharis*[6], *Polynoe*[7], *Polycirrus*[8]), el rotatorio *Synchaeta*[9], el quetognato[10] *Sagitta*[11], algunas turbelarias, etc., despiden luz. En las lombrices terrestres fosforesce la parte del cuerpo que contiene los órganos de reproducción y que ha recibido el nombre de *clitelo*[12].

Como *Artrópodos* fosforescentes se conocen algunos cangrejos inferiores (*Sapphirina*[13]), el cientopiés *Geophilus*[14] *electricus* L., y las luciérnagas y los tucos, tacas, ó cucuyos, que son coleópteros muy comunes y pertenecen á los *Lampíridos*[15] y á los *Ela-*

1. lat. *nox*: noche; *lucere*: lucir. 2 lat. *miliaris*: miliar, como mijo. 3. gr. *óphis*: serpiente; *urá*: cola. 4. gr. *chaíte:* cerda; *pús, podós:* pie. 5. gr. *chaíte:* cerda; *pterón*: aleta, ala. 6. gr. *phós*, gen. *photós:* luz; *cháris*: gracia. 7. mitol. *Polynóe:* hija de Nereo y Doris. 8. gr. *polys:* mucho; *cirrus*: zarcillo. 9. gr. *syn:* junto; *chaíte:* cerda. 10. gr. *gnathós*: mandíbula. 11. lat. *sagitta*: flecha. 12. lat. *clitellum*: montura, silla. 13. lat. *sapphirinus*: de zafiro. 14. gr. *géa*: tierra; *phílos*: amigo. 15. gr. *lampyris*: alguien que da luz con la cola.

téridos [1]. En los primeros se halla la materia fosforescente en los penúltimos segmentos ventrales, y en los segundos, en las partes humerales del corselete, simulando dos ojos de luz eléctrica.

Fig. 93.



Nactiluca miliaris Suriray. 50/1

Entre los *Moluscos* emiten luz principalmente los conquíferos de la clase de los *Pterópodos* [2], como *Hyalea* [3], *Creseis* [4] y *Cleodora* [5], y entre los *Tunicados* hay muchas *Salpas* [6] y el género *Pyrosoma* [7], que contribuyen poderosamente á la fosforescencia de los mares tropicales, despidiendo luz de distintos colores ó matices (fig. 94).

El tipo de los *Vertebrados* ofrece la fosforescencia sólo en algunos peces, sobre todo, en los *Escopélidos* [8]. Algunos peces (*Scymnus* [9], *Orthagoriscus* [10] y *Trachypterus* [11]) irradían la luz por toda la superficie del cuerpo; los *Escopélidos* poseen manchas ó puntos fosforescentes; en la *Chimaera* [12] *monstruosa* L., es el hocico mucilaginoso que despide la luz.

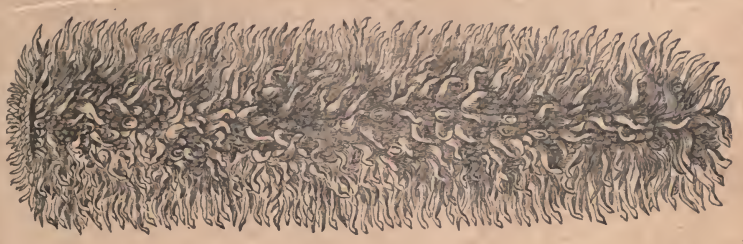
Los órganos fosforescentes ofrecen mucha variedad. Son agrupaciones de células que forman láminas ó placas, como en los *Lampíridos, Elatéridos* y *Pyrosómidos*, ó hilos y cintas, como en los *Celenterados;* ó están representados por células epiteliales ó glándulas cutáneas unicelulares, como en los gusanos, moluscos y el cientopiés anteriormente mencionado, y tal vez también en los peces, con tal que su fosforescencia no sea debida á organismos parásitos animales ó vegetales.

El fenómeno de la fosforescencia, que se ha estudiado mejor en los dos grupos de insectos antedichos (*Lampíridos* y *Elatéridos*), no se produce por la simple oxidación de una sola substancia (*noctilucina*), como se creía hace muy poco, sino que es debido á un proceso fisiológico más complicado. En esos insectos los órganos fosforescentes están formados por dos clases de células.

1. gr. *elatér*: empujador. 2. gr. *pterón*: aleta, ala; *pús, podós*: pie. 3. gr. *hyaléos:* como vidrio. 4. Nombre mitológico. 5. gr. *cléos;* fama; *dóron*: obsequio. 6. gr. *sálpa;* un pez marino de los antiguos. 7. gr. *pyr*: fuego; *sóma:* cuerpo. 8. gr. *skópelos*: escollo, peñasco; *eidos*: aspecto. 9 gr. *skymnos*: una especie de tiburón. 10. gr *orthagoriskos*: pequeño cerdo. 11. gr. *trachys*: ásperó; *pterón*: aleta, ala. 12. gr. *chímaira*; animal fabuloso de la mitología.

Las superiores *(células de uratos)* contienen el ácido úrico y sus sales, sirviendo de reflectores, mientras que las inferiores *(células*

Fig. 94.



Pyrosoma gigas Pér Les.
1/2

parenquimáticas) llevan una substancia fosforescente, parecida á la *guanina*. Además, la sangre conduce á los órganos fosforescentes una substancia fluorescente, necesaria para la producción del fenómeno, como lo es también el oxígeno que lleva la sangre ó que entra directamente por las tráqueas á los órganos fosforescentes. El fenómeno en cuestión está bajo la influencia del sistema nervioso, que toma parte directa en la transformación de la substancia, para hacerla fosforescente, ó, lo que es más verisímil, cerrando y abriendo á la sangre y al aire el camino que los conduce á los órganos fosforescentes.

Pero se observa también el fenómeno de fosforescencia, sin la presencia de substancias ó aparatos especiales. El protoplasma, al contraerse, despide luz en muchos *Protozoarios;* y los músculos de algunos gusanos y estrellas de mar, producen, por la contracción, el mismo efecto, lo que también se ha observado en los huevos recién puestos de algunas lagartijas y serpientes.

Los casos, de que el sudor y la orina del hombre han fosforescido por algunos momentos, no han sido bien estudiados; y los de la fosforescencia del pus ó de las heridas, de los cadáveres de peces, y las fosforescencias que se han observado en las carnicerías y almacenes de carnes conservadas (jamones, salchichas, etc.), provienen de micro-organismos vegetales *(Micrococcus*[1] *Pflügeri*[2] (Ludw.) Pfluegg., *Bacterium phosphorescens* Fisch., etc).

El brillo ígneo de los ojos del gato, del avestruz, de algunos peces, mariposas, moscas y arañas, en la obscuridad, no es un

1. gr. *mikrós*: pequeño; *cókkos*: grano. 2. Gen. lat. del nombre propio PFLUEGER.

fenómeno de fosforescencia, sino de reflexión é interferencia de los rayos luminosos, aunque muy débil. También después de la muerte se observa todavía el *brillo ocular*, si los ojos se encuentran en posición favorable. El órgano reflector en los vertebrados es el *tapete lúcido* ó parte posterior no pigmentosa de la coroidea del ojo; en los insectos desempeñan el mismo papel las tráqueas oculares.

G. SECRECION.

1. Secreción en general y sus órganos.

La *función de la secreción*, en el sentido más vasto, se observa en todas las partes del cuerpo animal, por donde pasa la sangre. Las *secreciones* en especial, consisten en la producción de substancias determinadas elaboradas en su mayor parte, en órganos especiales y de naturaleza invariable. De estas secreciones, unas son de importancia para cierta clase de funciones, otras son completamente inservibles, mientras que otras aún, que son expulsadas como superfluas ó nocivas para el cuerpo del organismo, le prestan, sin embargo, servicios importantes.

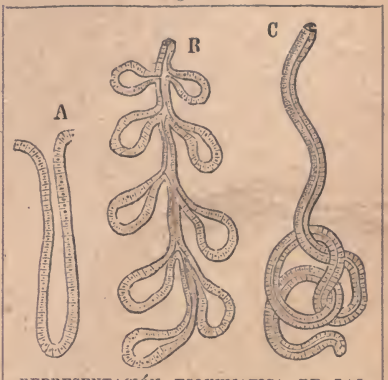
Como secreciones de la primera categoría hemos tenido ocasión de conocer la *saliva* y los jugos *gástrico, pancreático* y *entérico* (véanse págs. 133 á 139), y de la segunda, el *anhidrido carbónico* (véanse págs. 35 y 165); nos quedan para conocer aún otras, que no forman, como las anteriores, parte esencial de otras funciones características.

Las secreciones que se efectúan sin órganos especiales, por ejemplo, en las diversas cavidades del cuerpo que están revestidas de una membrana serosa, llevan generalmente el nombre de *exudaciones*. Son muy acuosas, conteniendo sales, azúcar, urea, substancias albuminoideas, corpúsculos linfáticos, células epiteliales, etc. El *humor articular* ó *sinovia*[1], que pertenece también en parte á esta clase de secreciones, contiene, además, albúmina, grasa y mucina. La grasa, en muchos casos, puede ser considerada también como producto de secreción, que no proviene de órganos especiales.

1. gr. *syn*: junto; lat. *ovum*: huevo, como mezclado con la yema de huevo.

Los *órganos de secreción,* que se observan en los *Protozoarios* como *vacuolos contráctiles* que despiden substancias acuosas, son por lo general en los demás animales *(Metazoarios)* pequeñas cavidades ó canales de la piel ó de la parte periférica de otros órganos, presentándose como depresiones, repliegues ó canales simples ó ramificados; sólo en algunos casos son aparatos más complicados. Se les da el nombre de *glándulas*[1] (fig. 95).

Fig. 95.



REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA DE LAS GLANDULAS.

A folículo. *B* glándula de Meibom. *C* glándula tubular.

Las *glándulas,* en su forma más primitiva y sencilla, son depresiones ó repliegues del integumento, de base angosta y abertura ancha, denominándose *criptas*[2]. Si su base se prolonga más al interior, formando una cavidad relativamente ancha y una especie de cuello angosto, se les da el nombre de *folículos*[3] ó *glándulas sebáceas,* en razón de ser su substancia de secreción, una materia grasa (fig. 95 *A*).

Las glándulas que tienen mucha extensión y más ó menos el mismo calibre en todas sus partes, llevan el nombre de *glándulas tubulares* (fig. 95 *C*), como las *glándulas sudoríparas* de los animales superiores, los *vasos de Malpighi* y las *glándulas salivares* de muchos insectos. En algunos casos forman espirales y ovillos, como en los riñones y en el tejido subcutáneo.

Las glándulas ramificadas que poseen un solo conducto de secreción, como las *salivares* (fig. 63, pág. 123), las de *Meibom* en el párpado (fig. 95 *B*) y las *lactíferas* (figs. 96 y 97), son denominadas *glándulas acinosas*[4]. Son glándulas compuestas, que se originan como vesículas ó folículos, y cuyos conductos comunican entre sí, para refundirse finalmente en uno solo, que es el conducto de secreción común (fig. 63 *a*).

1. lat. diminutivo de *glans:* amígdala, almendra, bellota. 2. gr. *krypte*: cripta, bóveda oculta. 3. lat. *folliculus*: pequeño saco, tubo. 4. lat. *acinosus*: como racimo.

2. *Secreción láctea.*

La *secreción láctea* ó *leche*, se observa solamente en los *Mamíferos* [1], en los que sirve para primer alimento de los hijos, y á los que se ha dado este nombre, á causa de la presencia de las

Fig. 96.

Fig. 97.

CONDUCTOS LACTÍFEROS

de una puérpera con muchos acinos terminales.

de una climatérica, sin acinos terminales.

mamas ó *tetas*, que son aparatos de secreción formados principalmente por las glándulas lactíferas.

Las *glándulas lactíferas* son acinosas, y se hallan, ya sea en dos series á lo largo del vientre (perro, gato), ya en la parte ventral posterior (yegua, vaca), ó en la parte pectoral (hombre, monos superiores, murciélago, elefante). Alcanzan mucho desarrollo durante la preñez y cuanto más se aproxima la época de la nutrición de los hijos, formándose entonces gran número de *ve-*

1. lat. *mamma*: pecho de la madre, teta; *fero*: llevo.

sículas ó *acinos* [1] *lactíferos*, mientras que más tarde, y sobre todo en la vejez, degeneran de una manera extraordinaria (figs. 96 y 97). El conducto de secreción termina en el *pezón*, *mamila* [2] ó *papila*, que falta en los *Monotremados*, cuyas glándulas lactíferas, así como las de los *Cetáceos*, se comprimen por un músculo especial, que facilita la extracción de la leche.

La *leche* es una especie de emulsión blanca amarillenta ó azulada, de reacción al principio neutra ó alcalina, después acídula *(anfitérica)*, de sabor algo dulce, y de olor específico, según la clase de animal de que proviene. Se compone de agua, grasa ó manteca, caseína, albúmina, azúcar de leche, carbonatos, fosfatos y sulfatos, cloruro de potasio y de sodio, vestigios de hierro, combinaciones del fluor y del silicio, urea, y otros cuerpos, peculiares sólo á ciertas especies, como el ácido equínico en la leche de yegua. Por razón de las substancias que contiene y de la proporción conveniente de éstas, la leche debe considerarse como un alimento completo.

Como elementos morfológicos, se encuentran en la leche los *corpúsculos lácteos* ó *glóbulos de leche*, y los *corpúsculos* ó *glóbulos calóstricos* [3].

Los *corpúsculos lácteos*, á que se debe la opacidad de la leche, son pequeñas gotas ó glóbulos de grasa, envueltos, al parecer, en una membrana haptógena muy tenue (véase pág. 85). Rota esa membrana, por procedimientos mecánicos, se juntan los globulillos de grasa y resulta lo que llamamos *manteca*.

La *manteca* es una mezcla de glicerina y de los ácidos grasos siguientes: butírico, caprónico, caprílico, caprínico, mirístico, palmítico, esteárico y oléico. La cantidad varía según la especie de animal, por una parte, y por otra, según la alimentación. La leche de camella, por ejemplo, contiene sólo un 2,9 % de manteca, mientras que en la de búfala se halla un 8,4 %; en la leche de mujer se observa como un 3 %, y en la de vaca como un 4 %, por término medio. La última leche que ceden las glándulas mamarias al ordeñarse, es la más rica en manteca.

Los *corpúsculos calóstricos* son células epiteliales ameboidales que se desprenden de la pared de los acinos y pasan de éstos á los conductos lactíferos. Se desprenden principalmente en los prime-

1. lat. *acinus*: pequeña baya. 2. lat. *mammilla*: pezón, pequeña teta. 3. lat. *colostra*: flor de leche, la primera leche espesa, gorda.

ros días de la lactancia, encontrándose más tarde, en número muy reducido. Además del protoplasma, contienen mucha grasa, que proviene del protoplasma de las células epiteliales, que no se separan de la pared de los acinos, y la despiden en forma de pequeños glóbulos *(glóbulos ó corpúsculos lácteos)*.

La *caseína* (véase pág. 43) se encuentra disuelta en la leche, coagulándose cuando ésta se pone ácida. La leche de los rumiantes contiene como un 4 %, por término medio; en mayor cantidad se halla en la de la marrana, en menor, en la de la yegua y en la de la burra.

El *azúcar de leche* (véase pág. 53), que se halla también disuelto, abunda principalmente en la leche de las razas equina y cameliana, en que se la observa hasta un 8 %; en la leche vacuna se encuentra como un 4 %.

En la ceniza de la leche abunda principalmente el fosfato de calcio, y las sales potásicas sobrepasan á las sódicas. El agua que contiene la leche, varía de 83 á 88 por ciento, según la especie de animal ó la bondad de la leche.

3. Secreciones cutáneas.

La textura permeable de los tejidos permite una evaporación ó secreción continua en la superficie del cuerpo animal, que es tanto más enérgica, cuanto más seco es el aire que rodea al cuerpo, menos fuerte la presión atmosférica y más abundante la substancia de evaporación.

La *piel ó integumento* [1], al través del cual se efectúan ciertas clases de secreciones, se compone en los animales superiores, de la *epidermis* y del *cutis*.

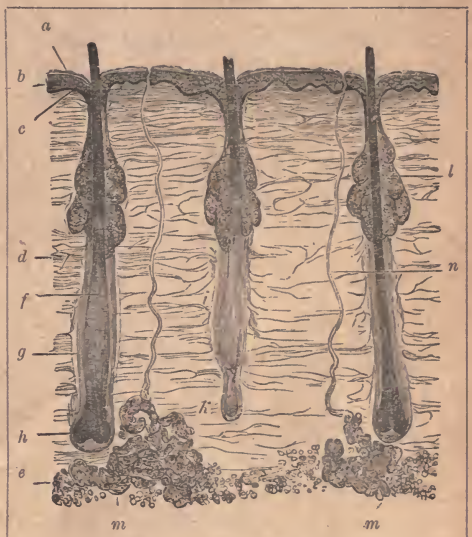
La *epidermis* [2] ó *cutícula* (fig. 98 *a*), se compone de un epitelio pavimentoso, que es simple en un solo vertebrado : el pez más inferior *(Amphioxus* [3]); en los demás es un epitelio pavimentoso compuesto. En los animales acuáticos es generalmente blanda y algo gelatinosa, mientras que en los terrestres es más ó menos endurecida en su superficie, á causa de la transformación que experimentan las células de la capa externa (véase pág. 78). Las

1. lat. *integumentum*: cubierta, capa. 2. gr. *epí*: arriba; *dérma:* piel. 3. gr. *amphí*: de dos maneras, en los dos extremos; *oxys*: agudo, en forma de punta.

células inferiores blandas y tenues, constituyen la parte de la piel que se denomina *red de Malpighi* ó *estrato* [1] *mucoso*, y que contiene el pigmento cutáneo (fig. 98 *b*). La parte inferior de la *red de Malpighi* es desigual, á causa de las papilas del cutis que la empujan hacia arriba; se le da el nombre de *cuerpo capilar de la red de Malpighi* (fig. 98 *c*).

El *cutis* [2], *corion* [3] ó *dermis* [4], que representa la parte más espesa de la piel (fig. 98 *d*), se compone del tejido conjuntivo fibroso, conteniendo, además, muchas fibras elásticas (véase pág. 84). Las partes pilíferas de la piel tienen fibras musculares lisas, los *músculos arrectores* [5] *del pelo*, que se dirigen hacia la cubierta del pelo, para insertarse en su parte inferior. La contracción de esos músculos levanta los pelos, produciendo en el cutis lo que llamamos *piel de gallina* ó *cutis anserina* [6].

Fig. 98.



CORTE VERTICAL DE LA PIEL DEL CABALLO.

a epidermis ó cutícula.
b red de Malpighi con el pigmento.
c cuerpo papilar de la red de Malpighi.
d cutis, dermis ó corion.
e conjuntiva subcutánea adiposa.
f tronco del pelo.
g pellejo del pelo.
h bulbo del pelo con la papila capilar.
i pelo viejo.
k bulbo capilar nuevo.
l folículo adiposo.
m m glándulas sudoríparas arrolladas.
n conducto de la glándula sudorípara.

Al cutis sigue la *conjuntiva subcutánea adiposa* ó *panículo* [7] *adiposo* (fig. 98 *e*), que es menos compacto que el cutis propiamente dicho, y que posee cavidades romboidales muy irregulares, en las cuales se depositan células adiposas. Entre el cutis y el panículo adiposo, se encuentran las glándulas sudoríparas arrolladas.

1. lat. *stratum*: lecho, capa. 2. lat. *cutis*: cuero. 3. gr. *chórion*, lat. *corium*: la parte gruesa de la piel. 4. gr. *dérma*: piel. 5. lat. *arrector*: elevador, el que alza. 6. lat. *anserinus*: relativo al ganso. 7. lat. *paniculus*: panecillo.

La evaporación del agua por la piel ó *perspiración*, no se manifiesta por lo general de una manera visible; se efectúa con rapidez y en cantidades variables, importando en el hombre de 500 á 800 gramos en 24 horas.

El *sudor*, que se observa en el hombre y en algunos otros mamíferos, es el producto de glándulas cutáneas tubulares, espirales ú onduladas, cuya parte inferior se halla arrollada ó en ovillo, en la parte subcutánea de la piel. Estos órganos se llaman *glándulas sudoríparas* (fig. 89 *m*).

El sudor se compone de agua, grasa, de los ácidos caprílico, caprónico, acético, fórmico y láctico, y de las sales que abundan en el cuerpo animal; á veces contiene urea y amoníaco. Es tanto menos concentrado, cuanto más abundante es, conteniendo hasta 99,5 % de agua.

Las *secreciones sebáceas* de la piel provienen de las glándulas sebáceas, que son generalmente acinosas y que se encuentran en todas partes del cutis, con excepción de la palma de la mano y de la planta del pie. Comunican, por lo general, con un pelo (fig. 98 *l*), untando á éste y proporcionando también á la epidermis algo de su contenido, que se compone de grasa, ácidos grasos, colestearina, isocolestearina, albuminatos y células epiteliales ó sus restos. El olor característico de cada clase de animal, tiene su origen principalmente en su secreción sebácea.

En muchos mamíferos se encuentran aún glándulas sebáceas muy desarrolladas en la cabeza, al rededor del orificio de egestión, en los pies, etc.; y en las aves están reemplazadas por una sola, la *glándula de la rabadilla*, muy desarrollada en las acuáticas.

En los peces, anfibios y muchos reptiles se observan *glándulas de mucina* en el integumento, que les proporcionan la materia mucilaginosa.

En los insectos se encuentran pequeñas glándulas cutáneas, que segregan directamente, ó indirectamente por medio de pelos ó conductos especiales, materias cáusticas ó urentes, como los ácidos fórmico, acético, butírico, cimicínico, etc. (véase pág. 57). Hállanse también en los insectos *glándulas sericíficas* [1] (véase pág. 47), *cerígenas* [2], *de pigmento* (véase pág. 52), etc.

En los moluscos son de importancia para la formación de la cáscara y del pigmento, las glándulas de la túnica. En los *Celen-*

1. lat. mod. *sericificus*: que hace seda. 2. lat. *cerificus*: que hace cera.

terados puede considerarse, como un producto cutáneo, la substancia urente de los *nematocistos* (véase pág. 67).

4. Secreción úrica.

La *secreción úrica* se efectúa, en la serie animal, por varias clases de glándulas ú órganos glandulares. En muchos *Celenterados* (medusas) funcionan pequeños corpúsculos *(corpúsculos marginales)* como órganos de la secreción úrica, ó el producto úrico es expulsado, en parte, en forma de elementos morfológicos, como, verbigracia, los *filamentos mesentéricos* (fig. 50, pág. 115). En los *Gusanos*, es el *sistema acuífero*, y en la mayor parte de los *Artrópodos*, son los *vasos de Malpighi*, que desempeñan el papel correspondiente. Los *Moluscos* y los *Vertebrados* poseen órganos más complicados para la secreción úrica, que se presentan como glándulas compuestas, pero siempre de carácter de una glándula tubular; en los primeros se les da el nombre de *órganos de Bojano*, y en los segundos, el de *riñones*.

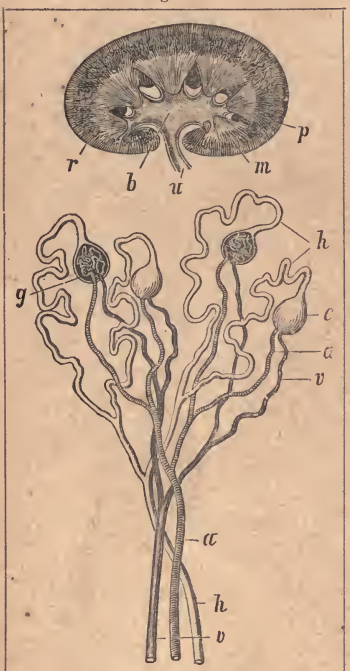
Los *riñones* de los *Vertebrados* son lobulados ó de forma de poroto (fig. 99). Se componen de la *substancia cortical*, de rojo obscuro y de estructura granulosa, y de la *medular*, rosada, tubulosa y aparentemente fibrosa. La primera se compone principalmente de pequeños corpúsculos (*corpúsculos de Malpighi*), que tienen hasta 0,2 mm de diámetro y que están formados por ovillos de vasos capilares (*glomérulos* [1], fig. 99 *g*), y una especie de cápsulas (*cápsulas de Müller* ó *Bowman*, fig. 99 *c*). Éstas se prolongan formando pequeños tubos (*túbulos renales tortuosos, de Henle* y de *Bellini*, fig. 99 *h*), que luego se reunen para constituir las *pirámides renales* (fig. 99 *p*); estas últimas terminan por su punta en pequeñas protuberancias, las *papilas renales*, que están rodeadas de pellejos tubulares ó vesiculares y llevan el nombre de *cálices renales*, de las que hay varias categorías, según su reunión. Esos cálices terminan en uno solo grande, que es la *pelvis* ó *bacineta renal* (fig. 99 *b*) y que, á su vez, se continúan en el conducto común de secreción ó *uréter* (fig. 99 *u*).

En la secreción úrica, los *corpúsculos de Malpighi* son los aparatos en que se filtra la substancia de secreción. La sangre arte-

1. lat. *glomerulus*: ovillo

rial entra en un *glomérulo* y hace pasar la substancia al través de la pared de sus vasos capilares; la substancia se junta al principio entre éstos y la *cápsula de Müller-Bowman*, pasa luego á los *túbulos tortuosos*, de allí á los *de Henle*, y de éstos á los *de Bellini* ó *colectores*, para llegar y depositarse en la *pelvis renal;* de esta última entra la substancia úrica en el *uréter*, para ser eliminada del cuerpo.

Fig. 99.



RIÑÓN DE MAMÍFERO.

A Corte del riñón.
r substancia cortical.
m substancia medular ó tubulosa.
p pirámides de Malpighi.
b pelvis renal ó bacineta.
u uréter ó conducto úrico.
B Aumento de 50/1.
a arteria, *v* vena.
g glomérulo del corpúsculo de Malpighi.
c cápsula de Müller ó Bowman.
h túbulos renales tortuosos de la substancia cortical, que en su trayecto representan los túbulos de Henle y de Bellini, en la substancia medular.

Los conductos de los órganos de la secreción úrica desembocan en el integumento, ó en el recto, ó juntos con los órganos de reproducción. En muchos animales van á parar en un depósito, la *vejiga urinaria*, de la cual se expide la substancia úrica por medio de la uretra.

La substancia úrica, que llamamos *orina*, es, en su parte esencial, el producto final de la oxidación de materias azoadas. Se compone de urea, de los ácidos úrico é hipúrico y sus sales (véase págs. 56 y 57 de pigmentos úricos (*urobilina*, etc.), de cloruro de sodio, de sulfatos y fosfatos, de creatinina (véase pág. 55), de pequeñas cantidades de azúcar, de ácido láctico y varias substancias no esenciales. La de las arañas contiene guanina (véase pág. 55), la de los insectos, ácido oxálico (véase pág. 58), y la de los caballos y otros fitófagos, carbonato de calcio, que da á su orina la turbiedad característica.

La orina es generalmente líquida, por la gran cantidad de agua en que se hallan disueltas las substancias mencionadas; en las arañas y en las aves, es semisólida, y sólida, en muchos insectos y en las serpientes.

Componiéndose la orina de agua, de sales y de productos de

la descomposición de substancias azoadas, tienen que variar forzosamente las cantidades de las substancias úricas, según la cantidad y también la calidad del alimento de cada individuo. El hombre, nutriéndose de alimentos mezclados, elimina en 24 horas como 34 gramos de urea, 0,5 á 1 gramo de ácido úrico, algo menos de ácido hipúrico, 0,5 gramos de creatinina, 7 gramos de sulfatos, 1 á 2 gramos de fosfatos y 12 á 13 de cloruro de sodio (véase pág. 37). Alimentándose de substancias no azoadas, la orina de 24 horas da sólo 15 gramos de urea, mientras que la alimentación de carne pura, da en el mismo tiempo hasta 53 gramos de urea.

La cantidad de agua de la orina depende, por una parte, de la de los líquidos que se toma; por otra, de la cantidad que se expulsa en forma de vapor por la respiración y perspiración (véase pág. 167), ó en el sudor. Bebidas frecuentes y abundántes tienen que aumentar la cantidad de agua de la orina; temperatura elevada, aire seco y trabajo muscular, que disminuirla; en este caso la orina es más concentrada y, por consiguiente, también más coloreada.

G. REPRODUCCIÓN.

Las funciones de que se ha tratado anteriormente, tienen por objeto la *conservación del individuo;* el fin de la que nos ocupará ahora, es la *conservación de la especie*, ó la producción de descendientes, para evitar que se extinga la especie ó raza.

Como regla general, en cuanto á la reproducción, puede establecerse, que todos los animales descienden de otros semejantes, habiendo, por consiguiente, *padres,* que dan lugar al origen de los descendientes de primera línea ó *hijos.* Esta reproducción, la única y general conocida, lleva el nombre de *generación parental.* Además de ésta, se admitía antes la *generación espontánea, heterogénea, primitiva* ó *equívoca* (véase págs. 3 y 25), creyendo que los organismos más inferiores y algunos de desarrollo elevado, proviniesen de otros cuerpos sumamente distintos *(heterogéneos).* Así se atribuía el origen de los infusorios y otros protozoarios, á las partículas vegetales ó sus productos de descomposición; se creía en la transformación del fango de las aguas en ciertos peces

(anguilas), y la del barro y lodo, después de una lluvia benéfica, en los caracoles, sapos y ranas; se admitía una fuerza especial en la carne descompuesta, para producir gusanos (véase pág. 25), y hasta en nuestro siglo, se creía aún en la formación de los gusanos intestinales de las mucosidades ó de epitelios que se desprenden del canal intestinal. En muchos casos bastaban el agua, el calor, la luz y la electricidad, para la producción de seres animados, lo que se admitía todavía hace pocos años, en cuanto al origen del ácaro de la sarna, etc. La idea errónea que se tenía de la *generación espontánea*, ha sido demostrada poco á poco (véase pág. 25), de tal manera, que no la admitimos hoy para los seres que conocemos; sin embargo, esto no excluye que esa clase de generación pueda haber existido en otras épocas, bajo condiciones distintas de las actuales ó de las que conocemos (véase pág. 3). Para la teoría de la descendencia (véase pág. 31), la *generación heterogénea* es un postulado necesario, para explicar el origen primitivo de los cuerpos orgánicos.

La reproducción tiene lugar, con pocas excepciones, cuando el individuo ha alcanzado el desarrollo definitivo, comenzando entonces la acumulación de cierta clase de material, innecesario para la conservación del individuo, y que es empleado en la formación de los descendientes.

La manera de reproducción en la *generación parental*, no es la misma en todos los animales, y se observan aún varios modos de propagación en una y la misma especie.

De una manera general comprende dos cosas principales: la *reproducción asexual* y la *reproducción sexual*.

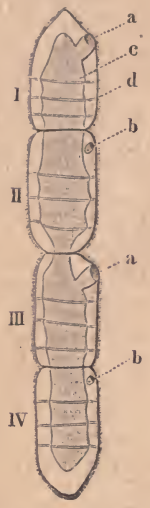
1. Reproducción asexual.

La *reproducción asexual* ó *ágama* [1], es caracterizada por la propagación de individuos que carecen de sexualidad, es decir, que no son ni machos ni hembras, y que no necesitan ayuda recíproca, para la propagación de su especie. Esta clase de reproducción se efectúa de tres maneras: por *división*, por *brotación* y por *germinación*.

1. gr. *agámos*: sin matrimonio.

En la *reproducción por división, generación fisípara* [1], *excisípara* [2] *ó esquizogénesis* [3], el individuo adulto se divide en dos, produciéndose incisiones ó hendiduras, que avanzan hacia el interior y motivan así la división (figs. 100, 101 y 102). En las amíbeas, que están formadas por una substancia homogénea y que carecen de órganos (véase pág. 60, fig. 7), la división puede efectuarse en cualquier sentido; en los protozoarios alargados y en varios gusanos inferiores, la división busca el camino más corto, el transversal (figs. 100 y 101); la existencia de órganos determina generalmente la dirección de la división, tomando éstos también parte en la división, de lo que resulta que hay también divisiones longitudinales y diagonales (fig. 102).

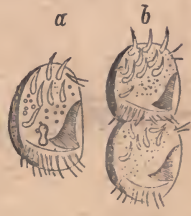
Fig. 100.



GUSANO: *Microstomum lineare* Oerst. en división.

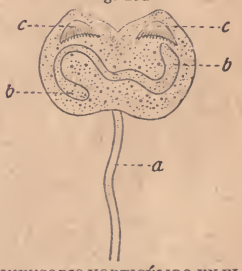
a boca, *b* boca en formación, *c* canal intestinal, *d* tabique transversal. *I* á *IV* los cuatro individuos todavía no separados.

Fig. 101.



INFUSORIO: *Aspidisca polystyla* Stein.
a vista inferior.
b en división.
200/1.

Fig. 102.



INFUSORIO VORTICÉLIDO EN EL PRINCIPIO DE LA DIVISIÓN.
a pedúnculo, *b* núcleo, *c* boca en formación.

Muchos *Protozoarios*, antes de dividirse, entran en *enquistación* [4], es decir, se envuelven en una materia más compacta, formando una especie de cápsula que se llama *quiste* [5]. En este estado, el individuo enquistado se divide en dos partes, y éstas en otras dos, y así sucesivamente, dando lugar á gran número de individuos, que rompiendo el quiste, se libran de su encierro.

En esa clase de reproducción, el individuo maternal desaparece con la división, siendo su producto dos ó más individuos nuevos, pequeños y juveniles, que son equivalentes entre sí. El concepto

1. lat. *fissum*: hendidura; *parare*: producir. 2. lat. *excisio*: excisión, cortadura, rompimiento; *parare*: producir. 3. gr. *schízein*: hender, dividir; *génesis*: origen, propagación. 4. lat. mod. *incystatio:* el acto de encerrarse en un quiste. 5. gr. *kystis:* quiste, vejiga, pellejo.

de madre ó hijo, desaparece en este caso, ó no existe en esta clase de generación, como tampoco hay el germen de la muerte fisiológica en los individuos que se propagan de esa manera; son relativamente los únicos seres inmortales: no se envejecen de tal manera que pierdan sus funciones; no mueren y no se descomponen después de la propagación de descendientes, sino que su propio cuerpo, una vez desarrollado, se divide en partes más ó menos iguales, para que cada una sea un nuevo ser y descendiente. Pero la inmortalidad en este caso, no es sino fisiológica ó inherente al conjunto de la materia; la inmortalidad absoluta no existe tampoco para los seres esquizogenéticos: con la división pierden, por una parte, su individualidad, su autonomía, y por otra, están expuestos á condiciones desfavorables (seca, calor, frío, influencia de substancias nocivas, etc.) y, como cualquier otro ser, tienen sus enemigos que se encargan de su destrucción.

Además de los *Protozoarios,* de muchos *Celenterados* y de varios *Gusanos,* se observa la reproducción por división en algunos *Equinodermos.* Así se dividen algunas estrellas de mar de tal manera, que unos de los radios vienen á pertenecer al uno de los individuos y los otros al otro; en el crecimiento que se efectúa después, cada individuo viene á desarrollar los radios ó brazos que le faltan, y se completa de esta manera (fig. 103).

No en todos los casos se separan los nuevos individuos resultantes de la división, sino que muchos quedan reunidos por medio de una extremidad ó una parte del cuerpo, formando *colonias* ó *cormas* [1]. Se observa esto en algunos *Protozoarios* y en muchos *Celenterados;* entre éstos principalmente en los pólipos.

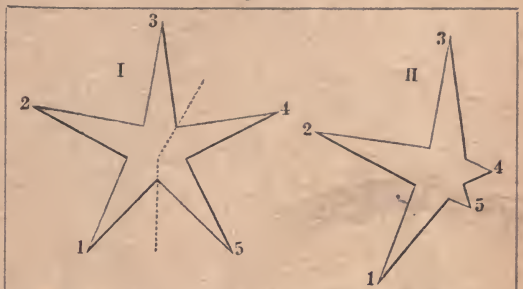
La *reproducción por brotación, gemación ó generación gemípara* [2] está basada en que el individuo produce como descendientes una especie de gemas ó brotes, que son al principio muy pequeños y que se desarrollan poco á poco, alcanzando la forma y el tamaño del individuo maternal. Se separan de éste, para representar *individuos libres,* ó quedan unidos con él, formando también *colonias* ó *cormas* (figs. 104 á 108).

En esta clase de reproducción, que no guarda límites fijos con la anterior, el animal, al producir descendientes, no pierde su individualidad; produce hijos de varias edades, envejece, y, al fin,

1. gr. *kórmos:* tronco, cepo. 2. lat. *gemma:* gema, yema ó botón de los vegetales; *parare:* producir.

muere, conservándose sólo en muchos casos su esqueleto ó su cáscara, si los poseen, como en los corales.

Fig. 103.



ESQUEMA DE LA DIVISIÓN DE LAS ESTRELLAS DE MAR.

I *1* á *5* los cinco radios; la línea de puntos indica la traza de división.
II *1* á *3* los radios que quedaron al individuo después de la división; *4* y *5* los radios en formación, correspondientes á los que había dado al nuevo individuo.

La brotación es generalmente *externa;* en pocos casos, *interna.* Originándose los brotes en un solo lado del individuo maternal, se la llama *lateral* (figura 104), mientras que se le da el nombre de *anfigena* [1], si se forman al rededor del tronco (fig. 105). En algunos pólipos es simplemente *basilar*, en otros, *estolonógena* [2], desarrollándose al principio un gajo horizontal ó *estolón* en la base del individuo maternal, que da lugar más tarde á la formación del individuo hijo (fig. 106). El desarrollo de los nuevos individuos en la extremidad ó el ápice de la madre, se denomina *brotación terminal* ó *acrógena* [3], y se la observa en algunos infusorios, corales y briozoarios (figs. 107 y 108).

La *brotación por intercalación* comprende la formación é interposición de nuevos individuos ú órganos entre otros. Se la observa en las tenias ó lombrices solitarias, en cuanto al desarrollo de los segmentos sexuales ó *proglótidos* [4]. También el aumento del número de los segmentos ó anillos en los cientopiés y en muchos gusanos anillados *(Quetópodos)*, es debido á la brotación, la cual puede producir, por consiguiente, un crecimiento indeterminable del individuo ó de la colonia.

La *brotación interna*, la observamos en algunos *Celenterados* y *Gusanos*. Así se forman en ciertos estados de las tenias, por ejemplo, en el *cenuro (Coenurus* [5]) y en el *equinococo (Echinococcus* [6]), las *vesículas primarias* y las *secundarias (vesículas hijas)*, que se desarrollan como pequeños gusanos.

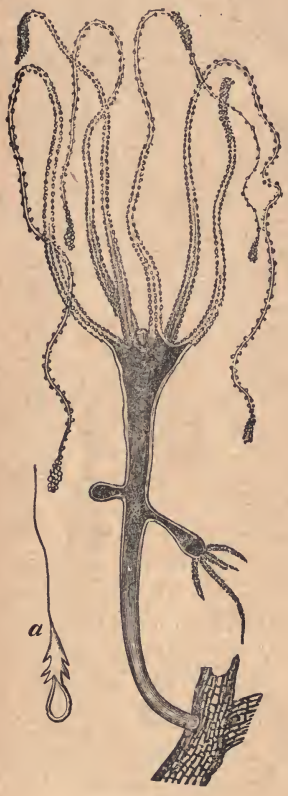
1. gr. *amphí*: alrededor; *geneá*: origen. 2. lat. *stolo, stolonis*: gajo. 3. gr. *ákros*: vértice, punta. 4. gr. *proglossis*: punta de la lengua; *eidos*: aspecto. 5. gr. *koinos*: de común; *urá*: cola. 6. gr. *echinos*: erizo; *kókkos*: *grano*.

La *reproducción por germinación* se asemeja mucho á la brotación interna, formándose en el interior del individuo, en partes determinadas, una especie de brotes ó gérmenes, parecidos á óvulos

Fig. 104.

CELENTERADO DEL GÉNERO *Fungia*, con brotación lateral.

Fig. 105.



CELENTERADO: *Hydra fusca* L. sesil en una planta acuática, con brotación anfigénea.

a Nematocisto.

Fig. 106.

BRIOZOARIO: *Pedicellina belgica* Bened.

a completamente desarrollado.
b brote juvenil con el estolón.
c individuo muerto, con dos huevos en el cáliz.

Fig. 108.

COLONIA DEL INFUSORIO: *Dinobryon sertularia* Ehrbg., con brotación terminal ó individuos flagelados.

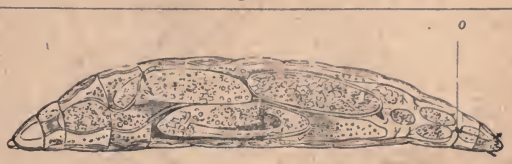
Fig. 107.

CORAL: *Stauria astraciformis* Ehrbg. con tres brotes terminales.

ó huevos. Esos *gérmenes* se desprenden muy temprano del individuo maternal, cuando son una especie de brotes muy pequeños, y dan lugar al desarrollo de nuevos individuos, en el interior de la madre, pero ya sin contacto directo con ella. En los animales,

que no han alcanzado todavía su forma y desarrollo definitivos, es decir, el *estado de imagen*, por ejemplo, en las larvas de muchos insectos, llámase *pedogénesis* [1] ó *generación juvenil*, esta clase de reproducción (fig. 109). En los animales en que en estado de imagen se produce esta clase de generación asexual, puede llevar la denominación de *teleogénesis* [2].

Fig. 109.



LARVA DE LA MOSCA *Heteropeza* con cría endógena.
o ojo.

2. *Reproducción sexual.*

Esta clase de reproducción está caracterizada por la existencia de individuos sexuales, ó animales en que se desarrollan órganos determinados y de dos clases distintas, cuyo objeto es proporcionar el material necesario para la propagación de la especie. Ese material son los *huevos* ú *óvulos*, y los *espermatozoides* [3] ó *zoospermios* [4] (véanse pág. 61, fig. 8; pág. 65, fig. 12 y fig. 110).

Los *órganos de reproducción*, en que se forman los productos mencionados, tienen mucha semejanza en su desarrollo y estado embrionario, distinguiéndose en muchos casos sólo en los adultos ó imágenes. Los órganos en que se desarrollan los huevos ú óvulos, son los *femeninos* ú *ovarios*, y los que producen los espermatozoides, los *masculinos* ó *testículos*. Ambos son de estructura y organización muy sencilla en los animales inferiores, mientras que en los superiores constituyen aparatos complicados, provistos de muchos órganos secundarios, para la conservación, la expulsión y la colocación de sus productos.

Hallándose las dos clases de órganos en un solo individuo, se le da el nombre de *hermafrodita* [5] ó *andrógino* [6]; mientras que los individuos que tienen una sola clase de órganos sexuales, representan los *sexos separados*, y se denominan *macho* y *hembra*, según la categoría de sus órganos.

1. gr. *país*, gen. *paidós*: joven, muchacho; *génesis*: propagación. 2. gr. *telos*: adulto, desarrollado; *génesis*: propagación. 3. gr. *spérma*, gen. *spérmatos*: semilla; *zóon*: animal; *eídos*: aspecto, forma. 4. gr. *zóon*: animal; *spérmios*: de semilla. 5. de *Hermaphróditos*: personaje mitológico, hijo de *Hermes* y de *Aphrodite*, que participaba de los dos sexos. 6. gr. *androgynes*: que tiene los sexos masculino y femenino en un mismo individuo.

El *hermafrodismo* es bastante común en los *Celenterados*, *Gusanos*, *Moluscoideos*, *Moluscos* y *Tunicados*, y no falta tampoco en los *Equinodermos*, *Artrópodos* y *Vertebrados*; aunque entre estos últimos se le observa sólo en unos pocos peces (*Serranus* [1], *Chrysophrys* [2]). Ofrece algunas modificaciones. En unos casos, se hallan las dos clases de órganos de reproducción reunidos en una sola glándula; en otros, separados, pero sus productos se mezclan en los conductos de expulsión, y en otros, en fin, estos conductos no están juntos y desembocan también separadamente. En los dos primeros casos cada individuo se fecunda á sí mismo, y se le da el nombre de *hermafrodita indiferente*, como, verbigracia, los proglótidos de la tenia; en el tercer caso se necesitan dos individuos, para que tenga lugar la fecundación, y esos se llaman *hermafroditas recíprocos*, por ejemplo, las lombrices terrestres y las sanguijuelas.

Fig. 110.

CORAL NOBLE (*Corallium rubrum* Lam.).

a espermatozoides, *b* huevos, *c* larva pestañada en natación.

En algunos crustáceos parásitos (*Cymothoidae* [3], *Cryptoniscidae* [4]) existe el hecho de que el animal es macho en su juventud y hembra en su vejez. En este caso el hermafrodismo, que ha recibido el nombre de *proterandria* [5], es sucesivo, desarrollándose en la juventud los órganos masculinos, y en la vejez, los femeninos, cuando aquéllos entran en degeneración.

La *bisexualidad separada* ofrece también distintos grados de desarrollo. En muchos animales, sobre todo en los *Celenterados*, apenas se distingue el macho de la hembra, ni aún en los órganos de reproducción; su sexualidad se llega á reconocer sólo por los gérmenes que desarrollan.

En otros animales se observa un *dimorfismo* [6] *sexual* bien marcado, distinguiéndose los dos sexos no sólo por su forma, tamaño y coloración, sino también por sus costumbres de vivir. Mientras que en los animales superiores el macho es el más desarrollado

1. Derivación latina de *serra:* sierra. 2. gr. *chrysophrys:* con cejas doradas. 3. *Cymothóe:* nombre mitológico; una de las *Nereidas*. 4. gr. *kryptós:* oculto; *oniskos:* pequeño asno, onisco. 5. *próteron:* antes, primeramente, primero; *andria:* masculinidad. 6. gr. *dimorphos:* de dos formas.

física é intelectualmente, en muchos inferiores sucede lo contrario. Así existen en los *Gusanos*, *Cirripedios* [1] y *Crustáceos parásitos*, varios grupos y géneros (*Rotatoria* [2], *Myzostomum* [3], *Scalpellum* [4], *Alcippe* [5], *Sacculina* [6], *Brachiella* [7]), cuyos machos son muy poco desarrollados, rudimentarios ó pigmeos, y se hacen llevar por las hembras, en que viven casi como parásitos ó como comensales. Varias especies de los animales mencionados son hermafroditas, pero se hallan, sin embargo, aún provistas de esa clase de machos que DARWIN ha denominado *machos complementarios*. Hay también animales cuyas hembras son rudimentarias, por ejemplo, las *trabajadoras*, entre las abejas, y otros, en que hay dos clases de hembras y de machos más ó menos desarrollados, como, verbigracia, en los termitos ú hormigas blancas.

La manera más común de la reproducción sexual, es la *ortogenética*. En la *ortogénesis* [8] los sexos son separados y necesitan la ayuda recíproca en la propagación de la especie. De la ortogénesis se derivan las demás modificaciones de la reproducción sexual.

Como forma más primitiva de la reproducción sexual, se conoce la *conjugación*. Ésta consiste en que dos individuos, en los cuales no se reconoce sexo alguno, se colocan juntos, y el cuerpo protoplasmático del uno perfora ó absorbe, en una parte, el propio integumento (membrana) y el de su próximo, para entrar en éste y mezclarse con él. En este caso desaparece uno de los individuos, y el otro, cuya substancia ha sido enriquecida, se divide, ó forma brotes ó gérmenes, produciendo de esta manera los descendientes. Como conjugación, en el sentido más vasto, puede considerarse también la fusión de los gérmenes de reproducción en la generación ortogenética.

No en todos los casos son necesarios los gérmenes de reproducción masculinos, para la propagación de la especie. Se conocen muchos *Artrópodos*, cuyas hembras sin haber sido fecundadas, ponen huevos, de que se desarrollan larvas. Esta clase de generación se llama *partenogénesis* [9] ó *reproducción virginal*.

La *partenogénesis* tiene cierta semejanza con la germinación asexual, pero no puede considerarse como tal, por desarrollarse los

1. lat. *cirrus*: cirro, zarcillo; *pes*: pie. 2. lat. *rota*: rueda. 3. gr. *myxein*: chupar; *stóma*: boca. 4. lat. *scalpellum*: escalpelo. 5. *Alcippe*: nombre mitológico; hija del gigante *Alciones*. 6. lat. *sacculus*: pequeño saco. 7. lat. *brachiella*: pequeño brazo. 8. gr. *órthos*: recto, derecho; *génesis*: procreación, engendramiento. 9. gr. *parthénos*: virgen; *génesis*: procreación, propagación.

gérmenes en individuos que por su organización deben ser considerados como hembras, y por ser aptos para la fecundación, lo que les da el derecho al nombre de *huevos;* los *gérmenes* propiamente dichos, carecen de esa aptitud y tampoco la necesitan.

La procreación partenogenética ofrece mucha variabilidad. Unas veces es excepcional, por falta casual de machos, verbigracia, en el bómbice de la seda ó morera *(Bombyx* [1] *Mori* [2] L.) y el *bicho de cesto* ó *canasto (Oiketicus* [3] *platensis* Berg); otras, es regular ó permanente, á lo menos en ciertas partes, por ser los machos muy escasos ó por su falta absoluta en ciertos parajes. Esto se observa también en cuanto al *bicho de cesto* y en el microlepidóptero [4] del género *Solenobia* [5]. Por otra parte, la partenogénesis es *telítoca* [6], ó *arrenótoca* [7]; en ésta, los descendientes son machos, en aquélla, hembras. Ejemplos de la primera ofrecen las mariposas recién mencionadas; de la segunda, las trabajadoras entre las abejas, que son hembras imperfectas, pero que elevadas á la categoría de *reina*, ponen huevos, de que sólo se desarrollan machos.

3. Desarrollo.

Desde la existencia como célula primordial ó huevo, hasta la muerte, cada individuo pasa por una serie de mutaciones ó cambios, en vista de los cuales su vida puede dividirse en tres períodos principales, que comprenden su *desarrollo,* su *madurez* y su *decadencia.*

El *desarrollo del individuo* ú *ontogénesis* [8], comienza, en el sentido estricto, con la división ó segmentación del huevo y la formación del *embrión* [9], comprendiendo éste el animal aún no desarrollado, al cual, cuando el desarrollo es avanzado, se le da, tratándose de mamíferos, el nombre de *feto* [10].

El *desarrollo embrionario* en la serie animal, cuyo estudio es objeto especial de la *embriología comparada,* y que tiene mucha

1. gr. *bómbyx*: bómbice. 2. lat. *morus*: morera, moral. 3. gr. *oiketikos*: que tiene habitación. 4. gr. *mikrós*: pequeño; *lepidóptero*: mariposa, de *lépis*, gen. *leptdos*: escama y *pterón*: ala. 5. gr. *solén*: canal, tubo; *bióo*: vivo, habito. 6. *théleia ó télys*: hembra; *tókos*: parto; *telytokéo:* paro hembras. 7. gr. *árrhen*: macho; *arrhenotokéo*: paro machos. 8. gr. *ón, óntos*: ser; *génesis*: desarrollo, origen. 9. gr. *émbryon*: que brota adentro; de *én*: en, adentro, y *bryo*: broto, germino. 10. lat. *foetus*: feto, el embrión desde el cuarto mes hasta el nacimiento.

importancia para la *sistemática* y el *estudio filogenético* [1] de los animales, ofrece mucha variedad. Puede comenzar inmediatamente después de la fecundación del huevo, lo que se observa principalmente en los mamíferos, ó principia solamente después de muchos días ó meses, lo que sucede en las aves, en los insectos y en muchos animales inferiores. Unos animales se desprenden de los huevos, antes del desarrollo embrionario de sus hijos; otros los retienen en órganos especiales, para desarrollar el embrión ó feto en el cuerpo maternal y dar á luz un hijo en lugar del huevo; éstos se llaman *vivíparos* [2] ó *zoótocos* [3], aquéllos, *ovíparos* [4] ú *oótocos* [5]. Los ovíparos, que incuban los huevos en ciertas cavidades determinadas del cuerpo y que producen hijuelos, en lugar de poner huevos, como ciertos insectos, peces, serpientes y lagartijas, se llaman *animales ovivivíparos*.

El desarrollo embrionario principia con la *segmentación del huevo*. Ésta comprende la división del contenido ó *vitelo* [6] del huevo ó de una parte de él en dos partes, y cada una de éstas en otras dos, y así sucesivamente, hasta que se forma un gran número de glóbulos ó células primordiales, que revistiéndose de membrana, representan células verdaderas, á que corresponde la construcción del embrión. La formación de éste se efectúa de diversas maneras, según la clase de animal.

En la formación del embrión, no se emplea todo el plasma del huevo. Además de la parte que se reserva en muchos casos como materia alimenticia del embrión, y al que se le da el nombre de *vitelo nutritivo*, siempre se conserva otra más, que se encierra en el embrión y que sirve para la formación de los futuros gérmenes de reproducción. Resulta de esto, que el plasma ó protoplasma del huevo se divide en dos partes: en una, que construye el embrión y puede llamarse *plasma personal (idioplasma* [7], de algunos autores), y otra, el *plasma germinativo*, que queda de materia de reserva, para la formación de nuevos gérmenes de reproducción en el ser que nace. Hay, por consiguiente, continuidad respecto al plasma germinativo. El plasma germinativo pasa de los padres á los hijos, y con la herencia sucesiva de una substancia de estructura molecular específica, los hijos tienen también que reflejar más

1. gr. *phylon*: tronco, familia; *genetikós*: relativo á la descendencia ú origen. 2. lat. *vivus*: vivo; *parare*: producir, parir. 3. gr. *zóon*: animal; *tókos*: parto. 4. lat. *orum*: huevo; *paro*: produzco. 5. gr. *ón*: huevo; *tokás*: que pare. 6. lat. *vitellum*: yema de huevo. 7. gr. *ídios*: propio, particular; *plásma*: lo formado.

ó menos las particularidades de sus padres. En este hecho se basa en gran parte la transmisión hereditaria de los caracteres físicos y morales.

El desarrollo de los animales después del nacimiento, se efectúa

Fig. 111.

BÓMBICE DE LA MORERA Ó SEDA (*Bombyx Mori* L.).

m macho, *h* hembra, *o* oruga, *c* capullo cortado con la crisálida, *pa* pata abdominal muy aumentada.

de dos maneras principales, que son el *desarrollo directo* y el *desarrollo indirecto.*

En el *desarrollo directo,* el nuevo ser se desprende del cuerpo maternal ó sale del huevo, teniendo ya el aspecto general de los padres, siendo solamente mucho más pequeño y sin la robustez y perfección de ellos. El tiempo, el alimento, las experiencias y las luchas por la vida, lo hacen crecer y desarrollar, proporcionándole, poco á poco, el tamaño y las aptitudes de sus progenitores. Su desenvolvimiento está relacionado principalmente con el desarrollo y fortificación de los órganos que existían ya al nacer, sin que su

organización se haya cambiado. Observamos esta clase de desarrollo en los *Mamíferos*, las *Aves* y los *Reptiles*, en muchos *Anfibios*, en la mayor parte de los *Peces* y en muchos animales inferiores.

En el *desarrollo indirecto*, el ser juvenil que sale del huevo, es muy diferente del adulto, y alcanza sólo después de varios cambios, transformaciones ó *metamorfosis* [1] la forma definitiva: la de los padres. Esta clase de desarrollo se observa en casi todos los tipos de los *Invertebrados*, y entre los *Vertebrados* en muchos *Anfibios* (figs. 111 á 116).

En el desarrollo indirecto, el ser juvenil, al cual se le da el nombre de *larva* [2], en general, y de *oruga* [3], en las mariposas, no sufre sólo transformaciones en cuanto á su forma, aspecto ó los órganos externos, sino también por lo que corresponde á su organización interna, adquiriendo nuevos órganos, ó perdiendo algunos de los que poseía, es decir, los *órganos provisorios*.

Fig. 112.

DESARROLLO DEL MOSQUITO.
i imagen (macho), *l* larva, *c* crisálida, *o* huevos. (La línea negra indica la longitud natural de la imagen).

La *metamorfosis*, que está en relación con el volumen del huevo y la cantidad del vitelo nutritivo, se divide en *metamorfosis progresiva* y *regresiva*, y en *metamorfosis completa* é *incompleta*.

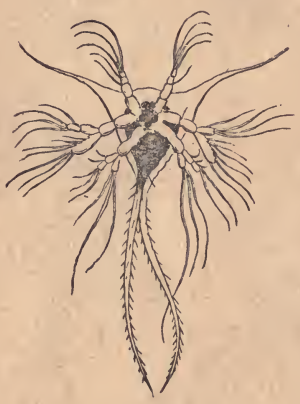
En la *metamorfosis progresiva*, el animal desarrollado ó *imagen*, es más complicado en su organización, ó más completo que la *larva*, como en los insectos la mariposa comparada con la oruga y el mosquito con su larva (figs. 111 y 112).

1. gr. *metamórphosis*: transformación, mutación. 2. lat. *larva*: máscara, disfraz. 3. gr. *eruca*: oruga, larva de mariposa.

En la *metamorfosis regresiva* sucede lo contrario: las larvas son de organización más elevada que las imágenes, principalmente en cuanto á los órganos de los sentidos y de la locomoción, lo que se observa en los *Cirripedios*, los *Crustáceos parásitos* y algunos *Gusanos* y *Moluscos* (figs. 113 y 114).

La *metamorfosis completa*, comprende la transformación de los insectos en que la *crisálida* [1] ó *pupa* [2] entra en un estado de re-

Fig. 113.



LARVA LIBRE DEL CIRRIPEDIO
Lepas anatifera L.

Fig. 114.

IMAGEN SESIL DEL CIRRIPEDIO
Lepas anatifera L. de perfil y de frente.

poso, como en las mariposas; mientras que en la *metamorfosis incompleta*, la crisálida no pierde su facultad de locomoción, de nutrición, etc., y se asemeja ya mucho á la imagen, como en la langosta, cuyas larvas y crisálidas se llaman vulgarmente *saltonas*. El desarrollo de la rana y de muchos sapos ofrece también un caso de metamorfosis incompleta (fig. 115).

En la reproducción sexual con desarrollo directo ó indirecto, así como también en la asexual, el individuo juvenil se desarrolla tomando generalmente el aspecto y la organización de los padres. Como excepción de la regla, se observa en algunos géneros el hecho de que los hijos se distinguen muchísimo de sus padres, no

1. gr. *chrysallis*, gen. *chrysallidos*: insecto encerrado, crisálida. 2. lat. *pupa*: muchacha, crisálida.

sólo en la forma y organización, sino también en las costumbres de vivir y de reproducirse. Esta clase de reproducción ha recibido el nombre de *generación alternante* ó *metagénesis* [1].

En la *generación alternante*, además del hecho de que el hijo no

Fig. 115.

DESARROLLO DEL SAPO *Pelobates fuscus* Wagl.

o parte de la ristra de huevos.
oo huevo, algo aumentado.
l cinco larvas pequeñas, de tamaño natural.
la larva juvenil con branquias y disco de succión.
lb larva más desarrollada con intestino espiral.
lc larva con las patas posteriores ya desarrolladas.
ld larva con las patas posteriores y anteriores desarrolladas.
i imagen ó sapo juvenil con la cola atrofiada.
s sapo completamente desarrollado.

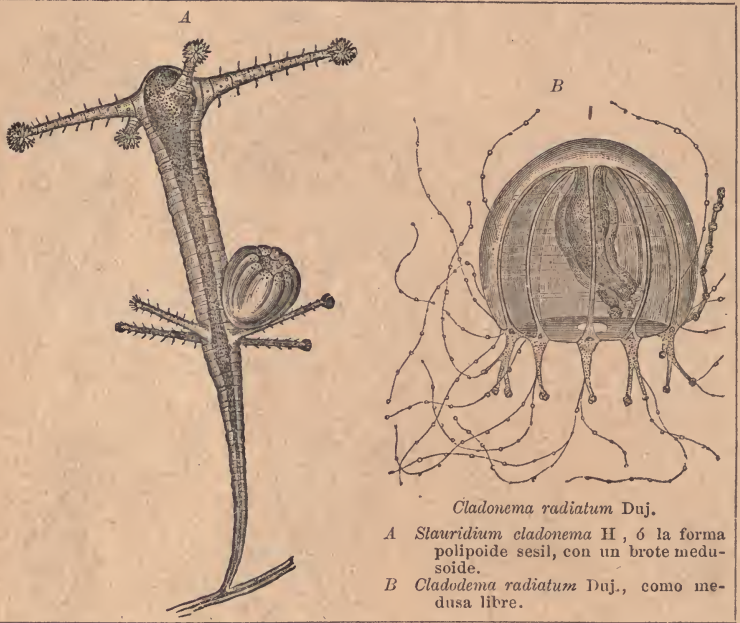
es parecido al padre, sino al abuelo ó bisabuelo, existe el otro, de la alternación en el modo de la reproducción: á una generación sexual sigue una asexual, y á ésta, otra vez, una sexual, etc. Así, si los individuos de una generación han sido sexuales, los de

1. gr. *metá*: entre, en medio, después; *génesis*: propagación.

la siguiente, son asexuales, y los descendientes de ésta, son otra vez sexuales.

La reproducción asexual en la generación alternante, ha recibido

Fig. 116.



Cladonema radiatum Duj.

A *Stauridium cladonema* H., ó la forma polipoide sesil, con un brote medusoide.

B *Cladodema radiatum* Duj., como medusa libre.

la denominación de *trofogénesis* [1] ó *generación de nodrizas.* En las tenias ó lombrices solitarias, verbigracia, la *cabeza* ó *escolex* [2] es la nodriza, y los *segmentos* ó *proglótidos* [3], producidos por ella por brotación, son los individuos sexuales hermafroditas, que producen huevos, de que se originan nuevos *escólices* ó *nodrizas.* Igualmente en las *Pólipomedusas* [4], el *polipoide* [5] ó *hidrosoma* [6] es la nodriza, que produce por brotación el *medusoide* [7] ó *paradroide* [8]; y éste es el individuo sexual, de cuyos huevos fecundados se desarrollan nuevamente los *polipoides* (fig. 116, *A* y *B*). En algunos gusanos, por ejemplo, en el *saguaypé [Distomum* [9] *hepaticum* [10]

1. gr. *trophós*: nodriza, ama de leche; *génesis*: procreación. 2. gr. *skólex*: gusano, lombriz intestinal. 3. gr. *proglossis*: punta de lengua; *eídos*: aspecto, forma. 4. lat. *polypus*: pólipo; *medusa*: medusa, aguaviva. 5. gr. *polypos*: pólipo; *eídos*: aspecto, forma. 6. gr. *Hydra*: hidra; *sóma*: cuerpo. 7. gr. *médusa*: medusa; *eídos*: aspecto. 8. gr. *par*: al lado, junto; *adrós*: desarrollado, maduro; *eídos*: forma. 9. gr. *di*: dos; *stóma*: boca (en el caso presente, ventosa). 10. lat. *hepaticus*: hepático, relativo al hígado.

(Abildg.) Dies], la generación alternante es mucho más complicada, intercalándose entre la reproducción sexual y la asexual, otra asexual más, ó varias generaciones asexuales. En este caso se habla de *individuos sexuales*, de *nodrizas madres* y de *nodrizas hijas*, ó se dividen éstas en nodrizas de primero, segundo y tercer orden. Las nodrizas de distintas categorías, se diferencian entre sí por su forma y sus hábitos (figs. 117 y 118).

Fig. 117.

SAGUAYPÉ [*Distomum hepaticum* (Abildg.) Dies.].
A el individuo sexual, con las dos ventosas y el canal intestinal ramificado.
B huevo, con el embrión ya formado.
C larva pestañada, con la mancha pigmentosa *x*.

En cierta oposición con la reproducción alternante, se halla la *heterogonía* [1], en que todas las generaciones son sexuales, á pesar de que los hijos son distintos de los padres en su organización y costumbres, y sólo los nietos obtienen las propiedades de los abuelos. Se la observa, por ejemplo, en el gusano *Rhabditis* [2] *nigro-venosa* [3] (Rud.), que vive en tierra húmeda, y cuya hembra fecundada, que tiene sólo hasta 1 mm de largo, produce de uno á cuatro hijos, que, desarrollándose en su interior, la devoran, cambian de forma y entran en el pulmón de las ranas, en donde se desarrollan como individuos hermafroditas, teniendo hasta 12 mm de longitud. Los descendientes de esta forma parásita, que se ha denominado *Ascaris nigro-venosus* [4] Rud., pasan al exterior por el canal intestinal de la rana,

1. gr. *héteros*: otro, el distinto; *goneía*: reproducción. 2. gr. *rhábdos*: vara, bastón. 3. lat. *niger*: negro; *venosus*: con venas. 4. gr. *askarís*: gusano intestinal.

y se desarrollan en la tierra, como *Rhabditis nigro-venosa*, que son de sexos separados.

En el mayor número de animales, los padres abandonan á sus hijuelos ó huevos, después de haberlos dado á luz y colocado en condiciones favorables para su manutención y desarrollo. Otros, al contrario, los cuidan por algún tiempo, prodigándoles con el alimento también su cariño y cierta enseñanza para los fines de la vida. Esta solicitud se llama *cuidado de la cría*, ó simplemente *cría*.

Fig. 118.

SAGUAYPÉ [*Distomum hepaticum* (Abildg.) Dies].

E esporoquiste en germinación. *R* redia con cercarias, que se forman en su interior. *B* bucéfalo ó cercaria con cola dividida y arrollada. *C* cercaria desarrollada, con cola simple y las dos ventosas.

La *cría* en las aves y en los mamíferos, es bien conocida. Entre los anfibios, hay algunas ranas (*Notodelphis* [1] *ovífera* [2] Weinl.), que llevan los huevos en una bolsa dorsal en donde se desarrollan los hijuelos. El macho del sapo *Alytes* [3] *obstetricans* [4] Wagl., se enreda las ristras de huevos, que ha puesto la hembra, al rededor de las extremidades posteriores, y los cuida en parajes húmedos, y el de *Rhinoderma* [5] *Darwinii* [6], D. B. en Valdivia, los cuida en la bolsa ó buche faríngeo, desarrollándose allí los hijuelos. Entre los peces hay *machos marsupiales* [7] en la familia de los *Signátidos* [8], que cuidan los huevos

1. gr. *nôtos*: dorso; *delphys:* útero, matriz. 2. lat. *oviferus:* que lleva huevos. 3. gr. *alytes*: atador. 4. lat. *obstetricans*: que presta servicios de partera. 5. gr. *rhis*, gen. *rhinós*: nariz; *dérma:* piel. 6. gen. lat. de *Darwin*. 7. lat. mod. *marsupialis:* con bolsa de cría. 8. gr. *syn:* junto; *gnáthos*: mandíbula.

en sus bolsas ventrales; y el macho del género *Arius* [1] incuba los huevos en la boca, y los hijuelos, ya bastante crecidos, se esconden todavía en ella, cuando hay peligro. Entre los invertebrados, el cuidado de la cría es muy poco frecuente; obsérvase sólo en algunos artrópodos. Así, los alacranes ó escorpiones y algunas arañas cargan sus hijuelos, llevándolos en las espaldas, y algunas chinches de plantas y las *tijeretas (Forficula* [2]), cuidan por algún tiempo á sus hijuelos, á la manera de la gallina.

El segundo período de la vida, comprende la *madurez*. En ésta, el individuo ha alcanzado su desarrollo definitivo, habiendo cambiado en muchos casos el *traje* (plumaje y pelaje), su dentadura, etc., y llegado al estado de pubertad. Á las demás funciones, se agrega la de la procreación. Con ésta, cesa generalmente el crecimiento del individuo; hacen excepción los peces, los reptiles y las ballenas, que siguen todavía creciendo por mucho tiempo.

El *período de la madurez*, es de más duración en los animales superiores, que en los inferiores, aunque varía también en éstos, siendo de pocas horas *(Efeméridos* [3]), ó de varios años *(Equinodermos)*. En los animales de desarrollo directo y de metamorfosis incompleta, este período es mucho más largo, que en los de metamorfosis completa ó desarrollo largo y complicado.

El tercer y último período de la vida, comprende la *decadencia ó catamorfosis* [4]. Es muy pronunciado en los animales de vida larga, pero falta casi por completo en los que se desarrollan por metamorfosis prolongadas y complicadas, y que no engendran hijos sino una sola vez durante su vida. En ese período, los órganos pierden poco á poco su energía vital; se manifiesta relajamiento y torpeza muscular y nerviosa; con tardanza y dificultad se efectúan el cambio de la materia y la distribución y absorción de la substancia preparada; degeneran, endurecen ó se atrofian células, tejidos y órganos; sobreviene un estado de decrepitud, y, en fin, uno ú otro de los órganos ó aparatos de importancia vital, ó todos á la vez, suspenden su función, produciéndose la *muerte natural*.

Después de la muerte, el cuerpo del animal ó *cadáver* se deshace según las leyes físicas y químicas, estableciéndose la *anastequiosis* [5] ó la descomposición del cuerpo en las substancias elementales.

1. *Arius*: Ario. 2. lat. *forficula*: pequeña tijera. 3. gr. *ephémeron*: que dura un solo día. 4. gr. *katá*: hacia abajo; *mórphosis*: formación. 6. gr. *anastoicheiosis*: disolución en elementos.

Pero nada se pierde: los elementos ó partículas vuelven á la atmósfera ó al seno de la madre tierra, y son material de construcción para nuevos organismos, así animales, como vegetales.

II. FUNCIONES ANIMALES.

A. SENSIBILIDAD.

I. SISTEMA NERVIOSO.

1. Sistema nervioso en general.

El *sistema nervioso* comprende el aparato, por medio del cual se manifiestan en el animal las impresiones y el reconocimiento de los objetos que le rodean; que provoca en él los diversos movimientos voluntarios é involuntarios que ejecuta su organismo; ó que sirve, en general, de agente de acción para todas las funciones del cuerpo animal. Los elementos morfológicos, de que se compone el sistema nervioso, están representados por el *tejido nervioso*, ó especialmente por los *nervios* y *ganglios*, de que se ha tratado en las páginas 96 á 99.

Los *Protozoarios* y los *Pseudocelenterados (Espongiarios)* carecen del sistema nervioso. El protoplasma ó substancia fundamental percibe y transmite en ellos toda clase de impresiones, sin formar centros de percepción, ni vías de comunicación especiales.

En los *Metazoarios*, se distingue generalmente el *sistema nervioso* en *periférico* y en *central*. El primero, que está representado por los nervios que se componen de las fibras nerviosas, constituye el *aparato conductor* de las impresiones, y el segundo, el de la percepción y distinción de las impresiones, y que da impulsos para distintas acciones. Este último se compone de los ganglios ó masas ganglionares, de los cuales, el que se halla arriba de la faringe en los animales de cabeza bien desarrollada *(Artrópodos, Vertebrados, Gusanos* y *Moluscos* superiores), ha recibido el nombre de *ganglio suprafaríngeo ó cerebro*. Las fibras nerviosas que conducen

las impresiones externas al sistema nervioso central, se llaman *fibras sensorias ó centrípetas* [1], y las que transmiten los impulsos de los centros nerviosos á los órganos de la locomoción ó movimiento voluntario, se denominan *fibras motrices ó centrífugas* [2].

En la mayor parte de los *Celenterados* y en los *Equinodermos*, el sistema nervioso está representado por fibras nerviosas *ambulacrales* [3] que se hallan en los radios y que se reunen cerca de la boca, constituyendo el *anillo ganglionar* (fig. 119).

En los animales bilaterales simétricos, el sistema nervioso se dispone también simétricamente á los dos lados del cuerpo, conservando sólo una parte la posición central. Así existe en los gusanos inferiores un ganglio suprafaríngeo central, del cual salen nervios para los dos costados; y en los gusanos superiores hay aún otro ganglio, el *infrafaríngeo*, que comunica con el suprafaríngeo por medio de cordones nerviosos ó *comisuras*, constituyendo el anillo llamado *faríngeo*. Los *Moluscos* poseen los ganglios mencionados divididos en dos, y se llama á los superiores, *ganglios cerebrales*, y á los inferiores, *pedales* [4]. Con los primeros están en comunicación otros dos, los *ganglios viscerales ó branquiales*. Esta clase de sistema nervioso ha recibido el nombre de *descentralizado* (figs. 120 y 149).

Fig. 119.

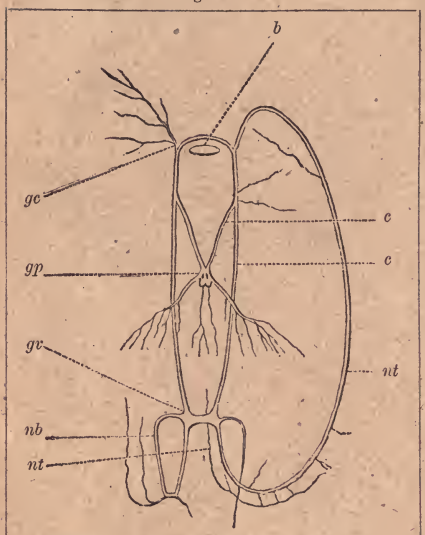
Anillo ganglionar del erizo de mar.

En los grados superiores de la escala zoológica, el sistema nervioso es *centralizado*, y representa dos formas típicas. En los *Anélidos*, entre los *Gusanos*, y en los *Artrópodos*, comunica con el anillo faríngeo una cadena de ganglios, que se extiende á lo largo del cuerpo, debajo del canal intestinal, y que se denomina *cuerda ó cadena ganglionar, abdominal ó ventral*. Esta cadena ganglionar ofrece mucha variedad, según la clase de animal. En unos casos, los ganglios dobles que la componen, están separados y comunican entre sí por comisuras transversales y longitudinales; en otros, se hallan refundidos, mostrando sólo las comisuras longitudinales (fig. 121). En los ganglios nacen los nervios que se dirigen á los distintos órganos periféricos de los segmentos torácicos y abdominales. El ganglio suprafaríngeo ó cerebral provee de nervios á los órganos de los sentidos, y el infrafaríngeo, á los bucales.

1. lat. *centrum*: centro; *petere*: dirigir, ir. 2. lat. *fugere*: huir. 3. lat. mod. *ambulacralis*: paseante por todas partes. 4. lat. *pedalis*: perteneciente al pie.

El segundo tipo del sistema nervioso centralizado, se observa en los *Vertebrados*. En este tipo falta el ganglio infrafaríngeo; el suprafaríngeo representa una masa cerebral complicada de grandes dimensiones, y la cuerda nerviosa se extiende encima del canal intestinal. Ambas masas forman conjuntamente el centro del sistema nervioso y se hallan encerradas en piezas óseas, á saber: el *cráneo* y la *columna vertebral*, con excepción del vertebrado más inferior, el pez *Amphioxus*[1], que carece de esas cubiertas óseas. La masa cerebral ó la primera parte del sistema nervioso central, lleva el nombre de *encéfalo*[2] ó *cerebro* en el sentido más vasto; y su continuación en forma de cuerda, ó la segunda parte, el de *medula espinal* (figs. 122 á 124).

Fig. 120.



Esquema del sistema nervioso de la almeja (*Mytilus edulis* L.)

b boca.
gc ganglio cerebral.
gp ganglio pedal.
gv ganglio visceral.
nb nervio branquial.
nt nervio tunical.
c comisuras.

Fig. 121.

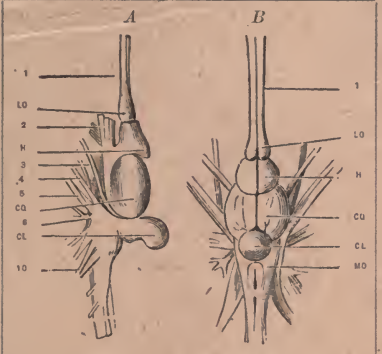
REPRESENTACIÓN DE LA CADENA GANGLIONAR ABDOMINAL DE UN COLEÓPTERO CARNICERO.

Con el desarrollo de las masas nerviosas se complica la estructura del sistema nervioso, no sólo en el número y la disposición de las fibras y ganglios, sino también en la naturaleza química de la materia que constituye sus elementos morfológicos. Ésta se presenta en las masas nerviosas principalmente de dos colores, que le ha valido las denominaciones de *substancia blanca* y *substancia gris*. Esta última forma en el encéfalo la masa cortical, y en la medula espinal, la parte medular; contiene hasta 81 % de agua y es de reacción ácida, debida probablemente

1. gr. *amphi*: en los dos extremos; *oxys*: puntiagudo. 2. gr. *enképhalos*: encéfalo; de *én*: en; *kephalè*: cabeza.

al ácido láctico. La *substancia blanca* representa en el encéfalo

Fig. 122.

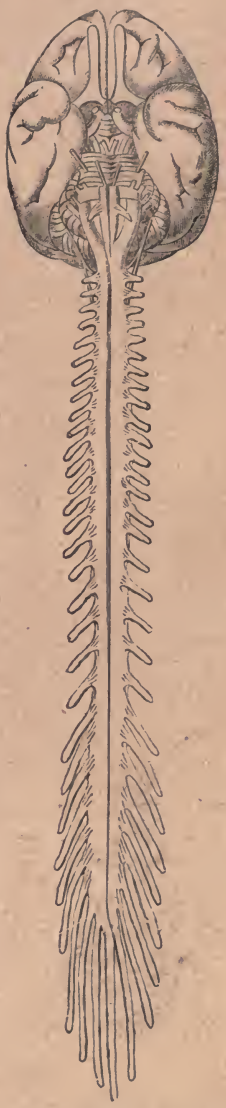


ENCÉFALO DE LA PERCA
(*Perca fluviatilis* L.).

A de perfil. *B* de arriba.
1 nervio olfatorio.
2 nervio óptico.
3 nervio oculomotor.
4 nervio troclear.
5 nervio trigémino.
6 nervio abductor.
10 nervio vago.
LO lóbulo olfatorio.
H hemisferios ó ganglios anteriores.
CQ cuerpo cuadrigémino ó ganglios intermedios.
CL cerebelo.
MO medula oblongada.

la parte medular, y en la medula espinal, la cortical; es de reacción alcalina ó neutra y contiene hasta 68 % de agua. En los embriones de los animales homeotermos y en los pecilotermos adultos, ambas substancias contienen mayor cantidad de agua, y al parecer, en proporción igual. Además del agua, entran en la combinación de las masas nerviosas varios albuminatos, la lecitina, la cerebrina, la colestearina, (véase págs. 48 y 51), un poco de grasa y las sales comunes. El fosfato se halla en la lecitina. La *substancia gris* del encéfalo, que es proporcional á la inteligencia de los animales, es considerada, por lo general, como el

Fig. 123.



ENCÉFALO Y MEDULA ESPINAL DEL MONO *Ihesus nemestrinus* Geoffr.
Visto por debajo. 1/2.

asiento de las funciones intelectuales, y á la *substancia blanca* se mira como el órgano preceptor de las sensaciones.

2. *Sistema nervioso central.*

El *encéfalo* de los vertebrados inferiores es poco desarrollado y se presenta como una serie de ganglios vesiculares, que en este caso llevan el nombre de *vesículas cerebrales*. Éstas se hallan colocadas en la línea media longitudinal del cráneo y comunican entre sí por medio de sus cavidades. En los grados más inferiores hay sólo tres *ganglios ó vesículas cerebrales*, que se denominan *cerebro anterior, medio y posterior*. En los grados ya elevados, se intercala, entre el cerebro anterior y el medio, otro ganglio más, á saber: el *cerebro intermedio ó mesencefalión* [1], y del cerebro posterior se desprende una pieza que une el encéfalo con la medula espinal, y que es la *medula oblongada* (fig. 122).

Fig. 124.

ENCÉFALO DEL MONO *Innus cynomolgus* (L.) Wagn. Visto de arriba. 1/1.

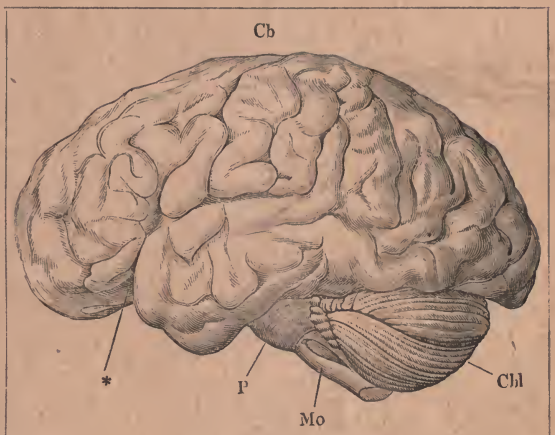
En las *Aves* y en los *Mamíferos*, el cerebro anterior y el posterior alcanzan gran desarrollo, y se les da el nombre de *cerebro* y *cerebelo* respectivamente, representando entonces éstos, y además la *medula oblongada*, en los animales más elevados, las tres partes principales del encéfalo (figs. 124 á 127).

El *cerebro* propiamente dicho y el *cerebelo*, representan dos mitades simétricas, los *hemisferios*, que se hallan separados por la *fisura sagital ó longitudinal* (fig. 126). La parte superior del cerebro representa las *circunvoluciones ó giros* [2], que están separados entre

1. gr. *mésos*: medio, intermedio; *enkephálion*: pequeño cerebro. 2. lat. *gyrus*: circunvolución, giro.

sí por *surcos* más ó menos profundos (figs. 124 á 125). En la parte inferior del cerebro ó *base*, se distinguen tres *lóbulos*, de los cuales el *anterior* está separado del *medio*, por la *fisura horizontal anterior* ó *fosa de Silvio*, y el límite entre el *lóbulo medio* y el *posterior* se halla indicado por el borde anterior del cerebelo (fig. 126). Por medio del *cuerpo calloso* se reunen los hemisferios en su base (fig. 127). Debajo del cuerpo calloso se halla la *bóveda* ó *fórnix* [1], y á poca distancia, delante de él, hay dos cuerdas nerviosas (fig. 126 II[1]), que se encuentran cerca del *quiasma* [2] *óptico* ó punto donde se cruzan los nervios ópticos. Detrás de este último se halla el *túber* [3] *cinéreo* [4] ó *cuerpo gris*, con su prolongación ó *infundíbulo* [5], del cual cuelga la *hipófisis* [6] (fig. 127 II). Además se encuentran allí los dos *cuerpos mamilares* ó *candicantes* [7] y los dos *pedúnculos del cerebro* (fig. 126 B), que convergiendo entran en el *puente de Varolio*. En vista de esto y por hallarse los dos hemisferios del cerebelo y la medula oblongada en comunicación con el *puente de Varolio*, este último representa una especie de comisura que reune entre sí las tres partes del encéfalo (fig. 126). Detrás del puente de Varolio, separado por el *acueducto de Silvio* (fig. 127 *A*), se encuentra la *lámina de los tubérculos* ó *cuerpos cuadrigéminos*, que lleva el *conario* [8] ó *glándula pineal* [9], ó *epífisis* [10] (fig. 127 *Lq* y *Cn*). Del acueducto de Silvio

Fig. 125.

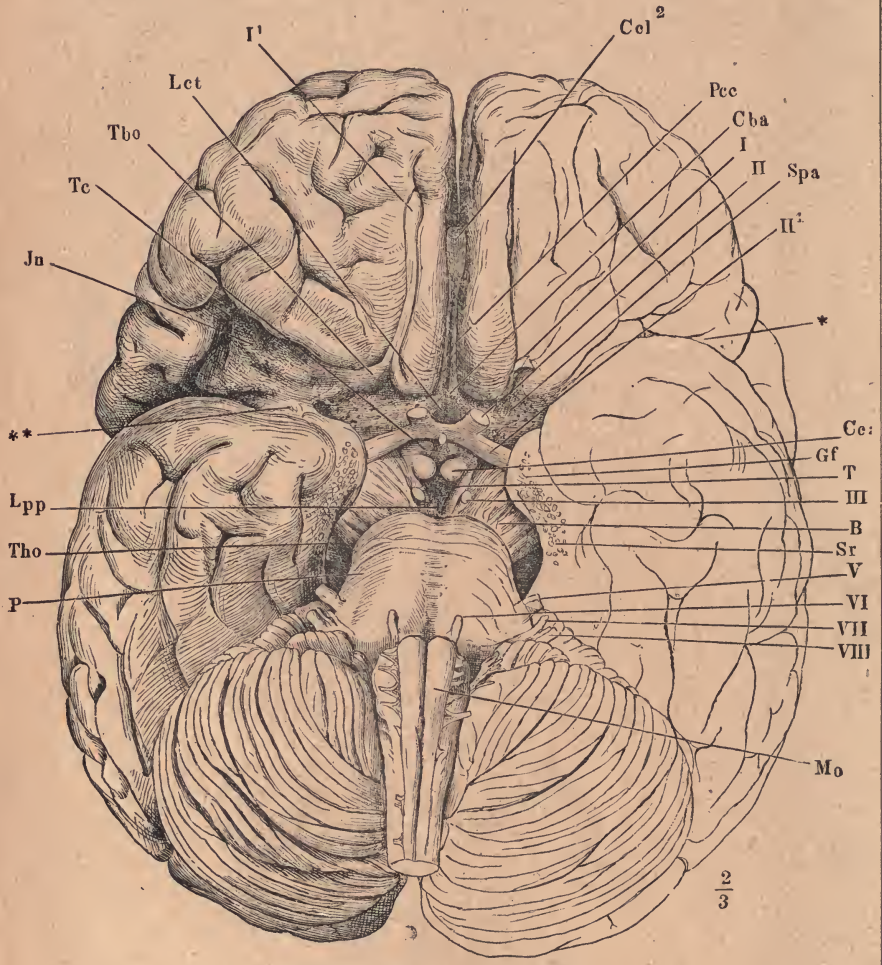


ENCÉFALO DEL HOMBRE.
Vista de perfil.
Cb cerebro con sus circunvoluciones y surcos. *Cbl* cerebelo. *Mo* medula oblongada. *P* puente de Varolio. * fosa de Silvio.

1. lat. *fórnix*: bóveda, arco. 2. gr. *chiasma*: el signo ó forma de la letra griega χ. 3. lat. *tuber*: hinchazón, tumor, tubérculo. 4. lat. *cinereus*: gris. 5. lat. *infundibulum*: embudo. 6. gr. *hypóphysis*: lo que vuelve á crecer, retoño. 7. lat. *candicans*: blanquizco, lustroso. 8. gr. *konárion*: pequeño cono, la glándula pineal según GALENO. 9. lat. mod. *pinealis*: como piña. 10. gr. *epiphysis*: crece, aumento, añadidura.

se llega á una cavidad, situada entre la lámina de los cuerpos cuadrigémi-

Fig 126.

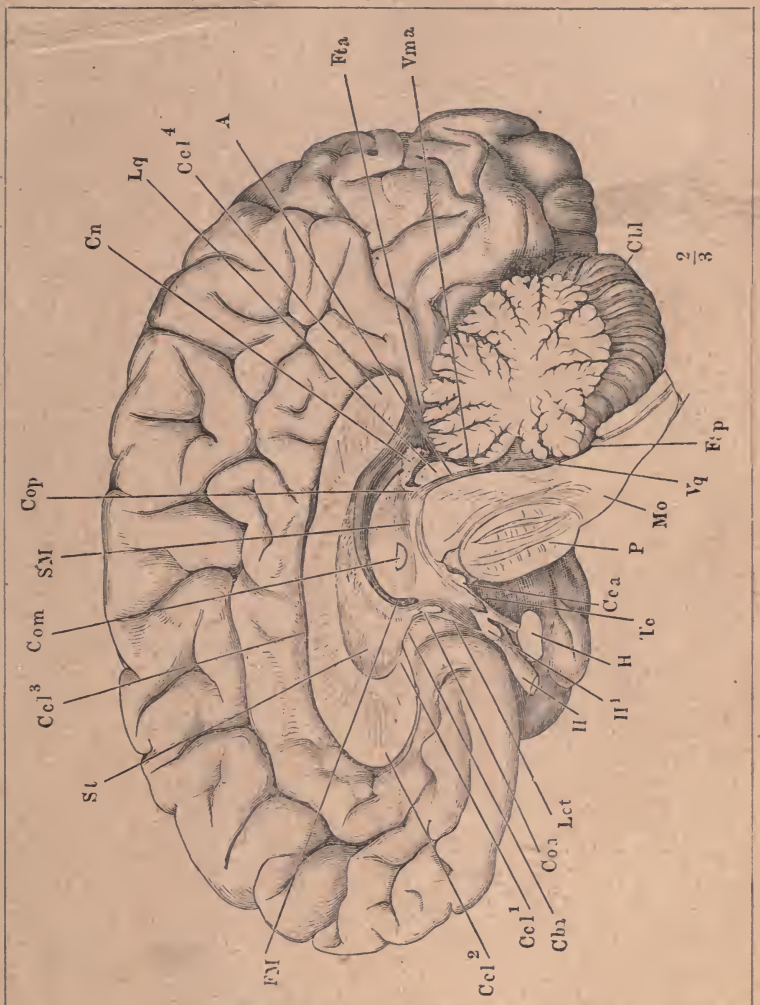


BASE DEL ENCÉFALO DEL HOMBRE.

P puente de Varolio, *Tho* tálamo óptico, *Lpp* lámina cinérea, ** parte de unión de la vuelta del cerebro con la base, *Jn* ínsula (circunvoluciones marginales de la parte inferior del cerebro), *Tc* túber cinéreo, *Tbo* tálamo olfatorio, *Lct* comisura basilar gris, *I'* bulbo olfatorio derecho, *Ccl*² y *Pcc* partes del cuerpo calloso, *Cba* comisura basilar blanca, *I* origen del nervio olfatorio, *II* nervio óptico, *Spa* substancia blanca perforada por vasos, *II*¹ tracto óptico que comunica con el quiasma óptico, * fisura ó fosa de Silvio, *Cca* cuerpos candicantes ó mamilares, *Gf* giro de la bóveda, *T* substancia gris que cubre el tegumento, *III* nervio oculomotor, *B* pedúnculo cerebral, *Sr* substancia blanca reticular del giro de la bóveda, *V* nervio trigémino, *VI* nervio abductor ú oculomotor externo, *VII* nervio facial, *VIII* nervio acústico, *Mo* medula oblongada. El punto blanco en el quiasma óptico indica el punto de inserción de la hipófisis.

nos y el cuerpo calloso, que se llama el *tercer ventrículo del cerebro,*

Fig. 127.



CORTE LONGITUDINAL MEDIO DEL ENCÉFALO DEL HOMBRE.

Etp entrada en el cuarto ventrículo (*Vq*) ó fisura cerebral posterior, *Mo* medula oblongada, *P* puente de Varolio, *Cca* cuerpos candicantes, *Tc* substancia gris que cubre el tegumento, *H* hipófisis, *H*¹ quiasma óptico, *H* nervio óptico, *Lct* comisura basilar gris, *Coa* comisura anterior, *Cba* comisura basilar blanca, *Ccl*¹ pico, *Ccl*² rodilla, *Ccl*³ cuerpo y *Ccl*⁴ hinchazón del cuerpo calloso, *FM* foramen de Monro, *St* septo lúcido (tabique en la cavidad de la rodilla del cuerpo calloso), *Com* comisura media, que pasa por el tercer ventrículo, *SM* surco de Monro, *Cop* comisura posterior, *Cn* conario ó glándula pineal, *Lq* lámina de los cuerpos cuadrigéminos, *A* acueducto de Silvio, *Fta* fisura anterior cerebral, *Vma* velo medular anterior, *Cbl* cerebelo.

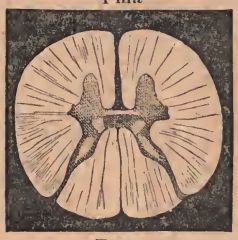
y de éste se pasa, á los dos lados, por un orificio semilunar *(foramen* [1] *de Monro)*, al *ventrículo lateral* ó *tricorne* [2], que posee cada uno de los hemisferios del cerebro y que contiene, como el tercer ventrículo, una pequeña cantidad de líquido (fig. 127).

El *cerebelo* posee también circunvoluciones en su superficie, dispuestas con más regularidad que en el cerebro y casi paralelamente entre sí (figs. 125 y 126).

La *medula oblongada* se prolonga hacia atrás, identificándose con la medula espinal. Entre ella y el cerebelo se halla el cuarto ventrículo cerebral, que está en comunicación con el tercero por medio del acueducto de Silvio (fig. 127 *Vq* y *A)*.

La *medula espinal,* que comienza en la anterior, termina cerca de las vértebras lumbares superiores y es algo entumecida en las partes cervical y posterior, de donde salen los nervios más gruesos. Sus dos caras, la anterior ó inferior y la posterior ó superior, poseen un surco bastante profundo *(fisuras ó surcos medios anterior* y *posterior)*, que la dividen en dos mitades simétricas. La *comisura* que une estas dos mitades, contiene un canal estrecho, que es continuación del cuarto ventrículo cerebral y que se extiende por toda la medula (figs. 123, 127 y 128).

Fig. 128



CORTE TRANSVERSAL DE LA MEDULA ESPINAL.

Fma y *Fmp* fisuras media anterior y posterior. Adentro de la substancia blanca se halla la gris que forma los cuernos. El canal espinal se muestra como un punto negro central.

La medula espinal se compone principalmente de la substancia blanca, que encierra á la gris. Esta última muestra en el corte transversal la figura de una H ó una X, cuyas prolongaciones se llaman *astas* ó *cuernos anteriores* y *posteriores*. En la medula oblongada se halla la substancia gris también en el interior, mientras que se observa lo contrario en el cerebro y cerebelo.

El encéfalo y la medula espinal se hallan envueltos en tres membranas, que llevan el nombre colectivo de *túnicas ó meninges* [3]. La anterior ó inferior, *membrana blanda vascular, piamáter* ó *me-*

1. lat. *foramen:* abertura, agujero. 2. lat. *tricornis:* con tres cuernos. 3. gr. *mènigx,* gen. *méniggos:* piel, membrana, principalmente del encéfalo.

ninge vasculosa, es muy rica en vasos sanguíneos, entra hasta en los surcos más profundos, enviando una prolongación al tercer ventrículo y de allí á los ventrículos laterales. La piamáter se halla cubierta por la *aracnoides* [1] ó *meninge serosa*, que no representa una masa continua, sino que deja mallas ó intersticios, en los que se halla un líquido escaso, que baña el encéfalo y la medula. La membrana ó túnica externa ó superior es la *duramáter* ó *meninge fibrosa* ó *dura*, que envía repliegues entre los hemisferios cerebrales y cerebélicos, y entre el cerebelo y el cerebro que cubre al anterior, y protege las distintas partes contra choques y remociones.

3. Funciones del sistema nervioso central.

Los estudios neurológicos [2], que hace apenas un decenio se practican en la serie animal con todos los detalles y medios de la fisiología experimental moderna, demuestran mucha variedad en la función de las distintas partes del sistema nervioso central, según su configuración, desarrollo ó la clase de animal.

En el vertebrado más inferior, el *Amphioxus*, que carece de encéfalo, cualquier parte de la medula espinal puede funcionar como un sistema central total. Cortado este pez en tres ó cuatro pedazos, cada uno de éstos efectúa movimientos regulares de locomoción, como si estuviera provisto de cabeza. En los demás peces, que poseen encéfalo, los movimientos voluntarios y la facultad de buscar y reconocer el alimento, dependen del ganglio ó cerebro medio. En los anfibios, esas funciones son atributos del ganglio ó cerebro anterior, mientras que la facultad de ver, es propia del ganglio medio. En las aves, el sentido de la vista ya se halla ligado con el ganglio anterior ó cerebro, funcionando el cerebro medio como centro de la sensibilidad cutánea. En los mamíferos, el centro de la sensibilidad cutánea se halla ligado ya, en gran parte, con el cerebro propiamente dicho, siendo, por consiguiente, en ellos esta parte del encéfalo el órgano central para muchísimas funciones. Estas múltiples funciones ó la actividad asombrosa del cerebro, se comprende ó explica en parte, por la organización complicada de la masa cerebral. Sólo para la substancia gris, el

1. gr. *aráchnes*: araña, *eídos*: forma. 2. gr. *neûron*: nervio, tendón; *lógos*: tratado.

cálculo da, para el cerebro del hombre, 1200 millones de células nerviosas, y 4800 millones de fibras nerviosas, que constituyen esta masa cerebral ó que comunican con ella.

En los mamíferos superiores y en el hombre, los hemisferios del cerebro propiamente dicho, deben ser considerados como el órgano de la inteligencia y racionabilidad. Los dos pueden funcionar vicariamente, hasta cierto grado, de tal manera, que el uno desempeña las funciones de ambos.

Los estudios de Fritsch, Hitzig, Munk, Ferrier, Exner, Paneth, etc., demuestran la existencia de *centros psicomotores* [1] y *psicosensorios*, más ó menos extensos y determinados, en la substancia gris ó cortical del cerebro. Las partes anteriores á la fisura de Silvio, corresponden principalmente á los centros motores, y las posteriores, á los sensorios, de manera que la destrucción ó extirpación de ciertas partes del cerebro, situadas delante de la fisura indicada, producen perturbaciones de movimientos determinados, mientras que la extirpación de la parte detrás de la fisura de Silvio, hacen desaparecer ciertas funciones sensorias. Así se notan en la esfera sensoria, dos centros bien caracterizados. La extirpación del *lóbulo occipital*, cerca de su punta posterosuperior, produce la *ceguera psíquica* ó pérdida de la memoria de la vista; mientras que la extirpación del *lóbulo temporal*, cerca de su parte inferior, da por resultado la *sordera psíquica* ó pérdida de la memoria del oído. Con la regeneración de las partes extirpadas, vuelve á nacer en el individuo la facultad de oir y de ver, pero sin recuerdo de anteriores experiencias del oído ó de la vista. Cegado psíquicamente, por ejemplo, un perro ó un caballo, ya no reconoce á su dueño por la vista, sino por el oído y el olfato; ensordecido psíquicamente, no le reconoce por la voz, etc. La destrucción de los nervios correspondientes á las partes indicadas del cerebro, en los animales recién nacidos, da por resultado la suspensión del desarrollo de los centros correspondientes.

Acerca de las funciones del cerebelo, sabemos muy poco. Pero, sin duda alguna, el cerebelo toma parte activa en la coordinación de los movimientos. Un animal, privado de él, hace toda clase de movimientos irregulares, que no tienen objeto alguno. El *centro de coordinación* del cerebelo, parece estar en comunicación con la raíz del *nervio vestibular*, que viene del cerebelo.

1. gr. *psyché*: soplo, aliento, alma.

La medula oblongada representa el centro de locomoción general para los peces y los anfibios. En los demás vertebrados contiene este órgano el centro de impulso para los nervios vasomotores y el punto de partida químico para la formación del azúcar en el hígado. Como *centro vasomotor,* da impulsos permanentes para la contracción de los elementos musculares de la pared de los vasos sanguíneos; como *sacaropoético* [1], regula la producción del azúcar en el hígado, y por lesión de ciertas partes, da lugar al desarrollo de la *diabetes ó enfermedad de azúcar.*

El *asiento del centro respiratorio* de la medula oblongada, que se suponía en el *nudo vital de Flourens,* por cuya lesión muere el animal repentinamente, ha quedado en cuestión después de los estudios muy recientes de Wertheimer, que han demostrado la existencia de centros de inspiración y de espiración en la medula espinal. En treinta animales adultos se pudo mantener los movimientos respiratorios, después de cortarles la medula espinal detrás de la primera vértebra cervical.

La medula espinal, además de ser el *centro de los movimientos respiratorios,* es principalmente el *órgano central de los movimientos reflejos,* es decir, de los movimientos involuntarios que se producen por irritación de los nervios sensorios, como el acto de cerrar los ojos, al acercarse un peligro, etc. Pero también la voluntad, parece poder influir sobre la actividad de algunos nervios de la medula espinal. Las acciones reflejas poco explicadas ó entendidas, recibieron antes el nombre de *instinto,* y la medula espinal fué considerada entonces como el órgano central de éste.

4. Sistema nervioso periférico

El *sistema nervioso periférico* se compone, en los animales superiores, de los nervios que nacen en el cerebro y en la medula espinal, y que se denominan *nervios cerebrales* y *nervios espinales.* Su objeto es: transmitir las órdenes de los órganos centrales á los periféricos, y dar conocimiento de lo que pasa ó se halla al rededor del individuo; resulta de allí que los unos son centrífugos y los otros centrípetos.

Los doce pares de *nervios cerebrales ó encefálicos,* que con excep-

1. gr. *sákchar*: azúcar; *poiéticós*: relativo á la producción.

ción de los dos primeros, nacen en la substancia gris del fondo del cuarto ventrículo, son los siguientes: 1.º *nervio olfatorio;* 2.º *nervio óptico;* 3.º *nervio oculomotor;* 4.º *nervio troclear* ó *patético;* 5.º *nervio trigémino* ó *trifacial;* 6.º *nervio abductor* ú *oculomotor externo;* 7.º *nervio facial;* 8.º *nervio acústico* ó *auditivo;* 9.º *nervio glosofaríngeo;* 10.º *nervio vago* ó *neumogástrico;* 11.º *nervio accesorio, recurrente* ó *espinal,* y 12.º *nervio hipogloso* (fig. 126, pág. 226.)

Fig. 129.

ESQUEMA DEL SISTEMA NERVIOSO DEL HOMBRE.

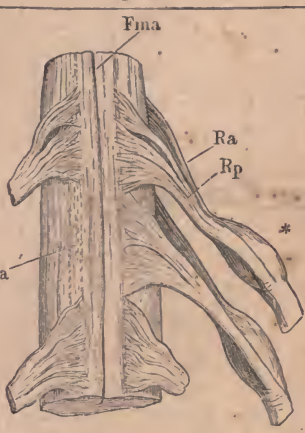
a cerebro, *b* cerebelo, *c* medula espinal; en ésta nacen los nervios espinales. Las cuerdas del sistema vegetativo ó gran simpático, están indicadas por las líneas paralelas á la medula espinal.

Los *nervios espinales* varían en número, según la clase de animal, ó el número de vértebras. En el hombre existen 31 pares, raras veces 32, que se dividen en 8 *cervicales,* 12 *torácicas* ó *dorsales,* 5 *lumbares,* 5 *sacrales* y 1 ó 2 *coxígeas* [1] (fig. 129). Cada uno de los nervios espinales posee dos raíces: una *anterior* ó *inferior,* y otra *posterior* ó *superior.* La anterior se llama también *raíz motora,* por componerse sólo de fibras nerviosas motrices, y la posterior, *raíz sensoria,* por contener solamente fibras sensitivas. Las raíces de los nervios nacen en las células ganglionares de la substancia gris: las fibras motoras en las células de los *cuernos anteriores,* y las sen-

1. gr. *kókkyx,* gen. *kokkygos*: coxis; *coxígeo*: relativo al coxis.

sorias en los *cuernos posteriores*. Ambas raíces se dirigen al próximo *orificio ó foramen intervertebral*, donde la raíz posterior forma una hinchazón, el *ganglio intervertebral*, y las dos se refunden para representar un tronco nervioso de dos elementos morfológicos distintos, los motores y los sensitivos (fig. 130). Más adelante cada tronco se divide otra vez en una *rama anterior* y otra *posterior*, de las cuales, la posterior provee de nervios motores y sensitivos á los músculos y al integumento de la nuca y del dorso, mientras que las ramas anteriores forman con los nervios adyacentes complexos, que se denominan *plexos*, con excepción de los nervios pectorales, que permanecen aislados, sin formar plexos. Entre los *plexos nerviosos* se distinguen los siguientes: *cervical, braquial, lumbar, ciático, pudental* y *coxígeo*.

Fig. 130.



PARTE DE LA MEDULA ESPINAL DEL HOMBRE.
Vista de adelante.

Fma fisura media anterior. *Rp* raíz anterior. *Ra* raíz posterior. *Sla* parte en que se ha arrancado una raíz anterior. * ganglio intervertebral.

5. *Sistema nervioso vegetativo.*

Un grupo especial de elementos nerviosos, formado de ganglios y de fibras, que posee cierta clase de independencia, aunque sujeto al cerebro y á la medula espinal, es el *sistema nervioso vegetativo, sistema simpático ó gran simpático*.

El sistema vegetativo está también compuesto de órganos centrales, los *ganglios*, y periféricos, los *nervios ganglionares*. Por anastomosis, los ganglios forman, á lo largo de la columna vertebral, dos cuerdas *(cuerdas ganglionares del simpático)*, que están en relación con el mayor número de los nervios cerebrales y con todos los espinales. Los nervios que nacen en los ganglios de las cuerdas, forman plexos, que, siguiendo los vasos sanguíneos, constituyen una red de nervios acompañados de ganglios, en torno de las vísceras de las cavidades torácica, abdominal y de la pelvis.

Los principales plexos del gran simpático, son el *plexo cardiaco* y el *celíaco* ó *solar*.

El objeto del sistema nervioso simpático, es proveer de nervios á las fibras musculares lisas, por cuya razón se extiende principalmente en las vísceras. Los movimientos del corazón, del estómago y del canal intestinal, que no dependen de la voluntad, son, por consiguiente, incitados por el gran simpático, que lleva el nombre de *sistema nervioso vegetativo*, en oposición al cerebroespinal, que se llama *sistema nervioso animal*.

Entre los Vertebrados, el gran simpático falta sólo en el *Amphioxus* y en algunos otros peces inferiores (*Mixínidos* [1]). Entre los Invertebrados, se encuentra ya en muchos artrópodos, aunque muy poco desarrollado.

6. *Acción y terminación de los nervios.*

La *acción de los nervios* en general, depende probablemente de movimientos moleculares ó de cambios químicos, producidos en la materia. Lo último se observa, por ejemplo, en la retina del ojo, donde tienen lugar cambios de materia por influencia de la luz. En cuanto á la acción de los nervios que comunican con los músculos, consiste en irritar á éstos, para cuyo objeto determinadas fibras nerviosas comunican íntimamente con fibras musculares.

El modo de terminar de las fibras nerviosas en los músculos lisos, es aún poco estudiado; en los músculos estriados, es muy variado y de mucha importancia para el reconocimiento de la actividad de los nervios y de los órganos de los sentidos.

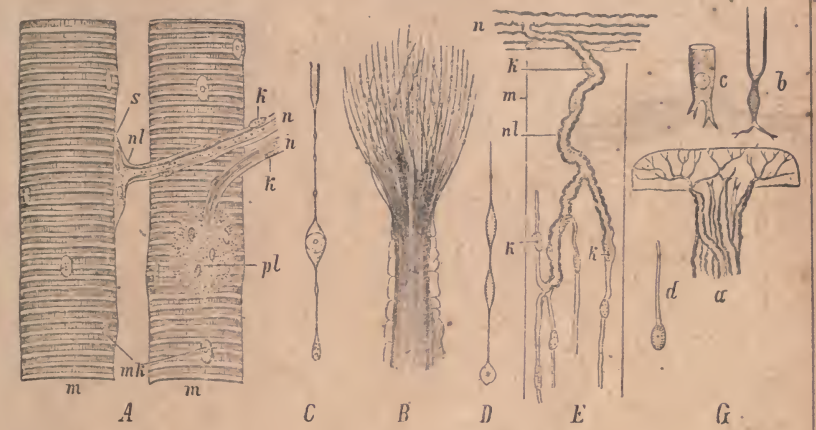
Todos los nervios se dividen, y por lo general dicotómicamente [2]. En la división toman parte el neurolema, la vaina medular y el cilinderaxis (véase pág. 97). Los troncos nerviosos se dividen rara vez, las extremidades, siempre (fig. 131). Estas últimas presentan mucha variedad: á veces forman una especie de pinceles (fig. 131 *B*), ó hinchazones ú *órganos bacilares* [3], que tienen mucha semejanza con las células ganglionares, encontrándose principalmente en la retina (fig. 131 *C* y *D*).

Las extremidades de nervios que comunican con los músculos estriados, se insertan por las *placas* ó *láminas terminales* (fig. 131 *A pl*) ó por las *prominencias de Doyère* (fig. 131 *A nl*), entrando las fibras

1. gr. *Myxinos*: pez mucilaginoso de los antiguos. 2. gr. *dicha*: doblemente; *tomós*: cortando. 3. lat. *bacillum*: palito.

más delgadas en el sarcolema de los músculos. Estas *placas terminales nerviosas* están constituídas por una substancia granulosa, provista de corpúsculos hialinos, y se encuentran principalmente en los artrópodos,

Fig. 131.



TERMINACIÓN É INSERCIÓN DE FIBRAS NERVIOSAS

A Inserción en placas terminales, en el músculo del conejillo de las Indias.
m fibra muscular.
s sarcolema.
mk corpúsculos musculares.
n fibra nerviosa primaria.
nl neurolema.
k corpúsculos de la fibra nerviosa.
pl placa ó lámina terminal.
B Terminación del nervio olfatorio del sollo y sus pelos olfatorios.
C Nervio bacilar de la retina del hombre.
D Nervio bacilar de la retina del pulpo marino.
E Terminación del nervio cutáneo de la rana.
n nervio.
nl neurolema.
k corpúsculos nerviosos.
m contornos de la fibra muscular.
G Terminación de los nervios del gusto de la rana.
a distribución de los nervios en la papila del gusto.
b célula nerviosa bifurcada.
c célula nerviosa calicina.
d célula nerviosa cilíndrica.

reptiles, aves y mamíferos. En los anfibios obsérvase una ramificación de las fibras nerviosas y la existencia de corpúsculos ovoidales en los cilinderaxis de las ramas (fig. 131 *E*).

II. ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS.

1. Estesiología.

La *estesiología* [1] tiene por objeto el estudio especial de los órganos de los sentidos.

Los órganos de los sentidos sirven para recibir las impresiones del

1. gr. *aisthesis*: sentido, órganos de los sentidos; *lógos*: tratado

mundo exterior. La transmisión de esas impresiones se hace por medio de los nervios sensorios, que comunican con los centros nerviosos, y en éstos se efectúa la percepción correspondiente.

La mayor parte de los *nervios de los sentidos* irritan puntos especiales del sistema nervioso central, y producen de esta manera sensaciones específicas: así, el *nervio olfatorio* sólo produce sensación de olor, el *nervio óptico*, de luz, el *auditivo*, de sonidos. Los nervios de los sentidos del tacto y del gusto transmiten varias clases de impresiones, como, el calor, el frío, la presión, el dolor, el sabor, el prurito, etc. Son, pues, órganos más complicados, cuyas percepciones, aunque variadas, constituyen sólo los sentidos del *tacto* y del *gusto*.

Las sensaciones producidas por los *órganos de los sentidos*, reciben el nombre de *objetivas*, si son impresiones de los objetos ó verdaderos efectos externos; y *sensaciones sujetivas*, si se producen en el sistema nervioso, sin la existencia real de esos fenómenos, como, el zumbido en los oídos, las manifestaciones fotosfénicas [1] de la vista, etc.

Los sentidos son cinco: el *tacto*, el *gusto*, el *olfato*, el *oído* y la *vista*, correspondiendo á cada uno un aparato especial.

2. *Sentido del tacto.*

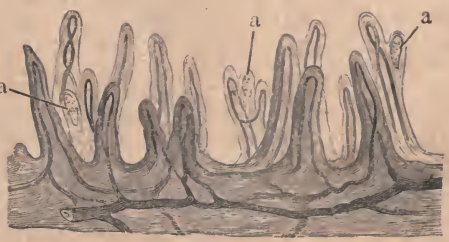
El *sentido del tacto* es el más generalizado en la serie animal, encontrándose hasta en los seres más inferiores, en que es difícil comprobar la existencia de otros sentidos. Su objeto es percibir las impresiones que obran sobre el integumento del animal, producidas por el palpamiento, el contacto, el calor, el frío y la presión.

A pesar de que todo el integumento ó sea la piel, puede considerarse como el órgano del tacto, existen, sin embargo, partes ú órganos en él, que desempeñan con especialidad esta función. A esta categoría de órganos, que son casi todos vicarios, pertenecen: los lóbulos dorsales, los flagelos y las pestañas de los infusorios; los tentáculos orales y filamentos marginales de los celenterados y equinodermos; los tentáculos cefálicos, labios y cirros pedales de los gusanos; los palpos, antenas y tarsos de los artrópodos;

1. gr. *phós*, gen. *photós*: luz; *phaínein*: hacer aparecer.

los tentáculos y lóbulos de los molusces; las colas aprehensorias ó trepadoras, la lengua, los labios, la trompa, los pelos palpadores, etc., de muchos reptiles y mamíferos; la membrana cerosa del pico de las aves, etc.

Fig. 132.



CUERPO PAPILAR DE LA PIEL DEL HOMBRE.
En unas papilas se ven vasos sanguíneos, en otras, corpúsculos del tacto (*a*).

Como órganos especiales del sentido en cuestión, deben ser consideradas las *papilas del tacto,* que se encuentran en el cuerpo papilar de la red de Malpighi de los animales superiores (véase pág. 197, figura 98 *c,* y fig. 132).

Entre estas papilas se distinguen las *del tacto* propiamente dichas ó *papilas nerviosas,* y los *corpúsculos de Vater - Pacini.*

Las papilas nerviosas son prominencias cónicas, donde terminan nervios. Éstos forman redes ó espirales alrededor de un corpúsculo más ó menos sólido, como en los dedos de las manos y de los pies (fig. 133), ó terminan en una cavidad, como en la piel de los labios (fig. 134). A la categoría de las papilas nerviosas pertenecen también los *órganos caliciformes* ó *gemiformes de Leydig,* las *ampollas de Savi,* etc., que se encuentran en los canales mucilaginosos ó laterales, ó en el integumento de los peces.

Fig. 133.

PAPILA DEL TACTO DE LA YEMA DEL DEDO ÍNDICE.

Fig. 134.

PAPILA DEL TACTO DEL BORDE DEL LABIO.

Fig. 135.

CORPÚSCULO DE VATER - PACINI DEL MESENTERIO DEL GATO.

Los *corpúsculos de Vater - Pacini* son elípticos y están formados

por una substancia homogénea central y unas capas periféricas de tejido conjuntivo. En su parte central penetra un solo nervio, que se bifurca ó termina en maza (fig. 135). Su papel como órgano de tacto, no está aún del todo definido.

Como ya se ha dicho, desempeñan los órganos del tacto funciones de diversa naturaleza, que comprenden el *tacto* propiamente dicho y los sentidos de *temperatura*, de *presión* y de *dolor*. Estudios modernos han demostrado la existencia de órganos de percepción y conducción especiales para cada una de las funciones respectivas, cuyos centros se encuentran en la misma región de la substancia cortical del cerebro.

Por el tacto propiamente dicho, se reconocen la forma y estructura de los objetos. En el hombre son principalmente las yemas de los dedos que sirven para esta clase de percepción. En el integumento en general, se manifiesta como un *sentido de localidad*, por medio del cual se reconoce cualquier sitio de la piel que se ha palpado. Esta facultad es adquirida en su mayor parte por la experiencia, que ha enseñado á relacionar la impresión cerebral con el punto periférico de que ha salido.

La *percepción cutánea localizada* es más determinada en las partes que poseen gran número de papilas, ó que las tienen muy aproximadas las unas á las otras. Se observan *regiones del tacto* en la piel, cuya extensión se determina por medio de un compás modificado, que puede llamarse *aphómetro* [1]. Si el individuo siente, con los ojos cerrados, las dos puntas del compás como una sola impresión, ésas no han tocado sino una sola región, mientras que si la percepción es de ambas puntas, cada una de ellas ha venido á parar en regiones distintas. Las regiones del tacto tienen la extensión siguiente: en la punta de la lengua, 1,1 mm; en la yema de los dedos, 2 á 2,5; en el dorso de la mano, 29 á 31; en la región pectoral media, 44; en el cuello y dorso, 50, y en el brazo y en la pierna, 50 á 66 milímetros.

La *percepción de temperatura* se efectúa por puntos y nervios de la piel, distintos de los del tacto propiamente dicho. Además, se sabe ahora, que los nervios que transmiten la impresión del frío, son distintos de los que transmiten el calor. Los nervios no pueden sustituirse en sus funciones: los del tacto no pueden servir de conductores de la impresión del frío ó del calor, y viceversa.

1. gr. *aphé*: tacto, el acto de tangir ó palpar; *métron*: medida.

La facultad de apreciar la presión que ejerce un cuerpo sobre la piel, entra también en el sentido del tacto en general, pero debe distinguirse de la facultad del individuo, de poder reconocer y avaluar el grado de la actividad muscular. Las dos propiedades en conjunto, hacen reconocer la pesadez de los cuerpos, sin estar libres de apreciaciones erróneas. Un objeto que se levanta por medio de un hilo, parece de mayor peso que uno que se alza en una bolsa; en el primer caso, la presión, concentrada sobre un espacio pequeño, ha producido la impresión del dolor, y motivado el error. También el *sentido de la presión* se educa con el ejercicio y la experimentación.

3. Sentido del gusto.

El *sentido del gusto* nos transmite aquellas impresiones de los cuerpos, que constituyen su *sabor*. Sirve á los animales para escoger ó reconocer el alimento conveniente.

Debe tenerse presente que sólo los cuerpos disueltos pueden afectar los órganos de este sentido.

En los animales que carecen de especial organización, reside este sentido en todo el protoplasma; en otros, probablemente en los tentáculos ó en ciertas partes de la boca y de la piel. En muchos insectos son órganos especiales del sentido del gusto, las cerdas de la punta de la trompa y los órganos caliciformes de la base de la lengua y de la parte inferior de las mandíbulas.

En los animales superiores y en el hombre, la lengua y una parte de la membrana mucosa de la boca, deben ser consideradas, en el sentido más vasto, como los órganos del sentido del gusto, mientras que como órganos especiales, funciona cierta clase de papilas *(papilas del gusto)*.

La *lengua* de los mamíferos, órgano formado por gran número de músculos intrincados, se halla en la cavidad bucal. La membrana mucosa, que desde los labios reviste á esta última, envuelve también á la lengua. Se distinguen en ésta: la *base* ó *raíz*, el *cuerpo* y la *punta* ó *ápice*, como también, el *dorso*, la *parte ventral* y los dos *costados* ó *bordes* (fig. 136). Su función principal consiste en empujar el bolo alimenticio hacia la faringe y ayudar en su deglución; pero como órgano vicario toma también parte activa en otras funciones, por ejemplo, en la formación de la voz y la percepción del tacto y del gusto.

Las *papilas* que se encuentran en la lengua, se dividen en cuatro clases: *filiformes, fungiformes, circunvaladas* y *foliadas.*

Las *papilas filiformes* [1] son muy numerosas, proporcionando á la lengua una estructura aterciopelada blanda ó áspera, según su naturaleza carnosa ó córnea. Varían de forma y no son órganos del gusto, sino del tacto; carecen de las *gemas del gusto* y comunican con el nervio lingual, rama del trigémino (fig. 136 *k* y *g*). Las otras tres clases de papilas poseen las *gemas del gusto* y comunican con el nervio glosofaríngeo; representan los *órganos especiales del gusto.*

Fig. 136.

LENGUA DEL HOMBRE.

d base ó raíz, *e* nervio glosofaríngeo, *f* nervio hipogloso, *g* nervio lingual (rama del nervio trigémino), *k* papilas filiformes, *i* papilas fungiformes, *h* papilas circunvaladas, *l* región de la fosa ciega.

Las *papilas fungiformes* [2] se hallan también en gran número en toda la lengua, distribuídas simétricamente, y forman por lo general series. En el dorso lingual son menos visibles, por hallarse como escondidas entre las papilas filiformes (fig. 136 *i*).

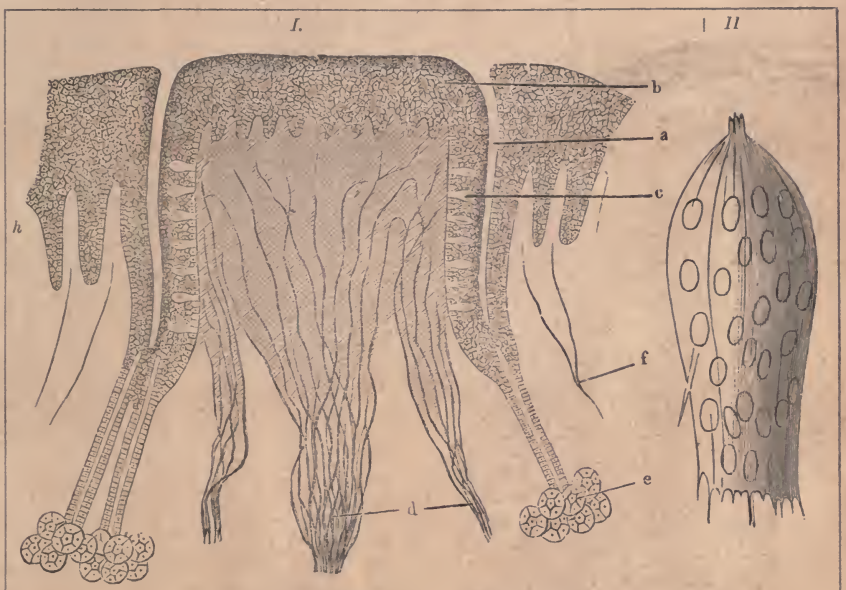
Las *papilas circunvaladas* [3] se hallan distribuídas de diversas maneras en el dorso de la lengua, predominando principalmente en la base. Allí se encuentran solitarias ó bien en series transversales ó longitudinales. En el hombre forman, en número de 10 á 12, las figuras ∧ ó ○, cercá de la región de la *fosa ciega*

1. lat. *filiformis:* de forma de hilo. 2. lat. *fungiformis:* de forma de hongo. 3. lat. *circumvallatus:* vallado alrededor.

(fig. 136 *h* y *l*). Por lo general son circulares, formadas por una parte central (especie de fortín ó torre), un canal y una elevación que circunvala á este último (fig. 137 *I*). Estas papilas abundan en los rumiantes, mientras que son escasas en los carnívoros y omnívoros.

Las *papilas foliadas* [1] se encuentran en número escaso, dispuestas con

Fig. 137.



PAPILA CIRCUNVALADA Y GEMA DEL GUSTO.

I. Corte vertical de la papila circunvalada, *b* parte central, *a* canal circular, *c* gema del gusto, *d* y *f* nervios, *e* glándula que provee de líquido al canal circular, *h* valla circular.
II. Gema del gusto muy aumentada.

poca regularidad, en la lengua de los mamíferos. Están formadas por 2 á 16 laminillas, y se hallan únicamente en los costados de la base y del cuerpo de la lengua.

Las fibras nerviosas de la lengua, que vienen del nervio glosofaríngeo, se dirigen á esas tres clases de papilas y comunican con órganos especiales de ellas, que han recibido el nombre de *gemas, cálices ó botones del gusto.* Las *gemas del gusto*, así llamadas por la forma de botón ó yema de flor, se componen de células nerviosas muy largas *(células del gusto)*, y tienen una cavidad central, en que penetra un nervio (fig. 137 *II*). En las papilas circunvaladas, las gemas del gusto están en la periferia

1. lat. *foliatus:* que tiene hojas ó láminas.

de la parte central; en las fungiformes, se hallan en la parte superior.

Respecto á los sabores, estudios recientes parecen demostrar que el *dulce* y el *amargo* son impresiones verdaderas del gusto, mientras que el *agrio* y el *salado* lo son sólo en parte. El reconocimiento de diversos *sabores dulces, amargos,* etc., depende de mezclas de diferentes cuerpos de sabor distinto y de la experiencia que se ha adquirido en distinguirlos. Muchas sensaciones que vulgarmente se miran como pertenecientes al sentido del gusto, corresponden sólo en parte á éste y en parte al del tacto, ó al gusto y al olfato, ó á los tres sentidos á la vez.

Como en el sentido del tacto, también en el del gusto se ha demostrado que, para la transmisión de las impresiones específicas, funcionan fibras nerviosas especiales. Así deben admitirse, en el sentido del gusto, cuatro clases distintas de fibras nerviosas, para percepción y transmisión de las cuatro cualidades del sabor. En la punta de la lengua se hallan principalmente las fibras del *sabor agrio,* y en la base, las del *amargo.* La percepción del sabor depende, en su mayor parte, de la cantidad del cuerpo que se prueba y de la naturaleza del mismo.

4. Sentido del olfato.

El *sentido del olfato* sirve al animal para darse cuenta de cierto estado del medio en que vive. Le sirve, como el sentido del gusto, para buscar y reconocer su alimento, y para darse cuenta de los gases que son perjudiciales á la respiración; también para husmear el enemigo, y reconocer á los suyos. En los animales y en el hombre salvaje, este sentido es mucho más desarrollado ó agudo que en el hombre civilizado, en que ha perdido su sutileza primordial, por alteraciones poco naturales ó la negligencia del uso.

La impresión llamada *olor,* es producida por partículas diminutas ó *efluvios,* que emanan casi todos los cuerpos orgánicos y varios inorgánicos y que, por su naturaleza en extremo sutil, se esparcen con facilidad en la atmósfera. En el agua, las soluciones de las partículas de los cuerpos olorosos, proporcionan la impresión del olfato en los animales acuáticos.

Los animales más inferiores perciben, sin duda, el olor, por cualquier parte de su cuerpo, por sus apéndices protoplasmáticos ó por los tentáculos. En muchos artrópodos, que tienen olfato

muy pronunciado, existen pequeñas cavidades ó *cuerpos bacilares* en las antenas y en los palpos, que comunican con fibras nerviosas y que reciben y transmiten las impresiones correspondientes. *Órganos del sentido del olfato* característicos, existen sólo en los vertebrados y llevan el nombre de *narices*.

Fig. 138.

PARED EXTERNA DE LA MITAD DERECHA DE LA NARIZ DEL HOMBRE.

a, *b*, *c* partes salientes de las conchas de la nariz, revestidas de la membrana pituitaria; *h* paladar duro, *i* paladar blando; *f* parte superior de la faringe; *k* abertura de la trompa de Eustaquio; *p* plexo del nervio olfatorio, para la transmisión del olor; *q* y *l* terminaciones y ramas de nervios procedentes del nervio trigémino (*v*, *w*); *o* labio superior.

El *nervio olfatorio*, cuyo objeto es transmitir las impresiones del olor, se compone siempre de fibras microgranulosas y sin medula, y se extiende en la mucosa de la fosa nasal y las cavidades nasales adyacentes. La fosa nasal está dividida en dos cavidades por medio de un tabique, y su parte superior lleva hojas ó láminas óseas y cartilaginosas, que se llaman *conchas de la nariz*, y que tienen por objeto aumentar la superficie olfatoria. Ésta es sumamente desarrollada en los paquidermos, rumiantes y carnívoros. Las cavidades nasales comunican con la faringe por medio de las aberturas posteriores ó *coanas* [1].

1. gr. *choáne*: cavidad de forma de embudo, según HIPÓCRATES.

La *membrana mucosa* ó *pituitaria*, que reviste las cavidades nasales, segrega un humor que facilita la recepción del olor. Las partes inferiores de la fosa nasal tienen por objeto humedecer la corriente de aire que entra en la nariz, recibiendo en su mayor parte, el líquido necesario de las glándulas lagrimales y de las cavidades nasales secundarias; para que llegue el aire lo más húmedo posible al nervio olfatorio, las extremidades de éste se hallan esparcidas sólo en la parte superior de la fosa nasal, que ha recibido el nombre de *región olfatoria* (fig. 138).

Fig. 139.

CÉLULAS NERVIOSAS Y EPITELIALES DE LA REGIÓN OLFATORIA.

a célula epitelial pituitaria que se ramifica inferiormente, *b* núcleo de la misma célula; *c* célula olfatoria con el cuerpo bacilar y la fibra descendente, *d* núcleo de la misma célula.

El *nervio olfatorio* (fig. 126 *I* y *I*[1]) penetra en la nariz por los orificios del *hueso etmoides* [1], distribuyéndose, en el hombre, en la *concha nasal superior* y en una parte de la *concha media*. Su ramificación continúa, hasta que aparecen fibras separadas, que se intercalan entre las células epiteliales de la membrana pituitaria, y forman allí las *células olfatorias*, en cuya extremidad se halla el *cuerpo olfatorio bacilar*, que sobrepasa á las células epiteliales pituitarias (fig. 139).

Además del nervio olfatorio, penetra y se ramifica en la fosa nasal una rama del trigémino (fig. 138 *v, w, l, q*), que funciona como nervio sensitivo; por su irritación se produce el *estornudo*, que expulsa de la nariz los cuerpos extraños.

La cantidad mínima de un cuerpo oloroso, suficiente para producir en el hombre la impresión de olor, varía según la clase de la substancia. Así se percibe todavía el olor de 1/600 miligramo de bromo, 1/5000 de ácido sulfhídrico, 1/20000 de esencia de rosa, 1/230000000 de clorofenol y 1/23000000000 mg de mercaptán (sulfuro de etilo), difundidos en 1 centímetro cúbico de aire.

1. gr. *etmós*: criba; *eídos*: forma.

5. *Sentido del oído.*

Por medio del *sentido del oído,* se llega á reconocer y apreciar las vibraciones acústicas que producen los cuerpos y que se transmiten al *órgano del oído* por medio del aire ó del agua, ó substancias sólidas.

El *órgano del oído* está representado principalmente por la extremidad periférica del *nervio auditivo* ó *acústico* y por una membrana tenue. En ésta se esparcen las ramificaciones y los órganos terminales de aquél, y se encuentra en contacto con un líquido acuoso, que se pone en movimiento por las vibraciones acústicas. Las fibras nerviosas llevan las impresiones al aparato nervioso central, órgano de la percepción.

Fig. 140.

OTOCISTO DE UN MOLUSCO.

a otocisto, en que se ven un nervio que penetra, los pelos auditivos, y un otolito central semicristalino.
b célula epitelial con pelos auditivos.

La *parte membranosa ó vesícula auditiva,* se presenta bajo diversas formas, según el grado de desarrollo del órgano del oído. En su forma primitiva ó más sencilla, es una vesícula ó pequeña bolsa esferoidal ó elipsoidal, en cuya pared penetra y se ramifica un nervio; en otros casos la vesícula está asentada sobre un ganglio. La cavidad de la vesícula contiene el líquido acuoso, en el que están suspendidas una ó varias concreciones calcáreas: las *piedras auditivas* ú *otolitos* [1]. Estos corpúsculos se encuentran en movimiento casi continuo, que es debido á la acción del epitelio vibrátil, con que se halla revestida la pared interna de la vesícula. Además de las pestañas comunes, el epitelio contiene otras más fuertes, colocadas en células relativamente grandes; han reci-

1. gr. *oûs*, gen. *otós*: oído; *líthos*: piedra.

bido el nombre de *pelos auditivos*, hállanse en número de uno, ó muchos juntos, y sobrepasan á las comunes (fig. 140 *b*).

Esta clase de órgano del oído, que ha recibido el nombre de *otocisto* [1], se encuentra en muchos gusanos y moluscos (fig. 140 *a* y 149 *ot*). En los tres tipos inferiores de la escala zoológica, no se han observado órganos del oído.

En los crustáceos, principalmente en los *Decápodos* [2], se observa una modificación en el otocisto. Representa una vesícula abierta,

Fig. 141.

LABERINTO DEL ÓRGANO AUDITIVO DEL HOMBRE
en su mayor parte abierto.

e sáculo oblongo; *g* sáculo redondo; *h* canales semicirculares membranosos; *i* lámina espiral membranosa.

que no posee otolitos, ó en la que entran granos de arena, para suplir su falta. Estos órganos se encuentran en la base de las antenas internas. Los *Mísidos* [3] tienen los otocistos cerrados y situados en las láminas laterointeriores de la aleta caudal.

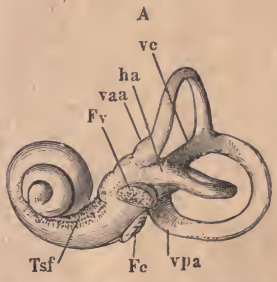
Entre los insectos hay pocos con aparato auditivo. Se le observa en los *Grílidos* [4], en los *Locústidos* [5] y en los *Acridíidos* [6]. En las dos primeras familias, se encuentra en la parte basilar de las tibias de las patas anteriores, y en la tercera, en los costados de la parte posterior del tórax. El aparato receptor de las vibraciones del órgano del oído en los ortópteros [7] mencionados,

1. gr. *oùs, otós*: oído; *kystis*: vejiga, quiste. 2. gr. *dekápus*: con diez pies. 3. gr. *mysis*: compresión de la boca, de los ojos, etc. 4. lat. *grylus*: grillo. 5. lat. *locusta*: langosta, según PLINIO. 6. gr. *akrídion*: pequeña langosta, según DIOSCÓRIDES. 7. gr. *orthópteros*: con alas derechas.

se compone de una serie de *cuerpos bacilares,* situados en una faja ganglionar, que comunica con el nervio auditivo, procedente del primer ganglio torácico. Este aparato se halla en la depresión de una hinchazón traqueal y está cubierto por una membrana tenue ó *tímpano,* que se ve como un pequeño espejo en la base de la tibia anterior del grillo, etc. Las vibraciones son recibidas por el tímpano y de allí pasan á los cuerpos bacilares, al nervio auditivo, etc.

En los arácnidos existen *pelos auditivos* ú *órganos cordotonales* [1], en diversas partes del cuerpo, principalmente en las patas y en los palpos, implantados en cavidades calicinas, y comunican con fibras nerviosas. En muchos casos, esos pelos son de longitud diferente, formando una escala. Cada uno de estos pelos parece vibrar á impulso de una nota musical determinada.

Fig. 142.



MODELO DEL LABERINTO ÓSEO DE ÓRGANO AUDITIVO DEL HOMBRE.

vc rama común de los dos canales semicirculares verticales, *ha* parte ampollar del canal horizontal, *vaa* parte ampollar del canal vertical anterior, *vpa* parte ampollar del canal vertical posterior; *Fv* ventana oval, *Fc* ventana redonda; *Tsf* lámina cribosa espiral, por donde penetran las fibras nerviosas en el caracol auditivo.

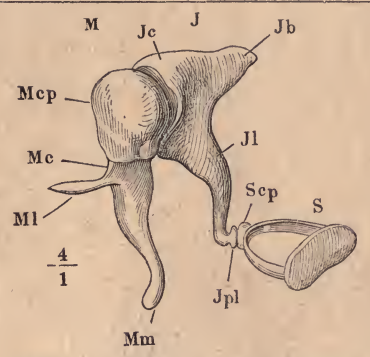
En los vertebrados, la vesícula auditiva es más desarrollada ó complicada. Muestra prolongaciones semicirculares posteriores ó *canales semicirculares membranosos,* y generalmente un apéndice espiral anterior ó *conducto coclear* [2]; en los vertebrados superiores la vesícula misma se halla dividida en dos departamentos: la posterior, *utrículo* [3], *sáculo oblongo ó semielíptico,* está en comunicación con los canales semicirculares membranosos, y la anterior, *sáculo redondo ó semiesferoidal,* con el conducto coclear. Todas estas partes se hallan encerradas en un receptáculo huesoso, que ha recibido el nombre de *laberinto óseo,* mientras que se llama *laberinto membranoso* al conjunto de las partes membranosas, más la extremidad del nervio auditivo, que penetra en esta parte del órgano del oído (figs. 141 y 142).

En los peces y en muchos anfibios, el aparato auditivo se compone sólo del laberinto. El agua en que viven, transmite las vibraciones acústicas á piezas sólidas, á saber: al cráneo y al laberinto óseo, y éstos las transfieren al nervio auditivo.

1. gr. *chordé*: cuerda; *tónos*: sonido. 2. lat. *cochlear*: de forma de la cáscara de caracol. 3. lat. *utriculus*: pequeño útero, pellejo, vesícula.

En algunos anfibios, en muchos reptiles, en las aves y en los mamíferos, además del laberinto, existe un aparato especial para la conducción de las vibraciones acústicas, que en el aire no son de tan fácil transmisión á piezas sólidas, como en el agua. Este aparato se llama *caja del tímpano*. Se asemeja á un tambor, teniendo en su cara anterior el *tímpano* ó *membrana timpánica* (fig. 144 *ph* y *tf*). Desde el tímpano hasta el laberinto, la caja timpánica se halla atravesada, en los anfibios, reptiles y aves, por un huesecillo llamado *columela* [1], ó por una serie de tres, como en los mamíferos. Estos tres *huesecillos auditivos*, que llevan el nombre de *martillo*, *yunque* y *estribo*, tienen por objeto transmitir las vibraciones del tímpano al laberinto (fig. 143). Hay, además, un canal ó tubo, que comunica con la caja del tímpano, llamado *trompa de Eustaquio*. Tiene por objeto equilibrar la presión interna con la externa ó atmosférica, que pesa sobre el tímpano, y reemplazar el aire absorbido. Este órgano desemboca en la parte anterior del canal respiratorio (fig. 54 *T*, pág. 118 y fig. 144 *ot*).

Fig. 143.



HUESECILLOS AUDITIVOS DE LA CAJA TIMPÁNICA DERECHA DEL HOMBRE

En su relación recíproca y vistos de adelante.

M martillo, *J* yunque, *S* estribo; *Mcp* cabeza, *Mc* cuello, *Ml* apófisis larga, y *Mm* manga del martillo; *Jc* cuerpo, *Jb* apófisis corta, *Jl* apófisis larga y *Jpl* huesecillo lenticular del yunque; *Scp* cabeza del estribo.

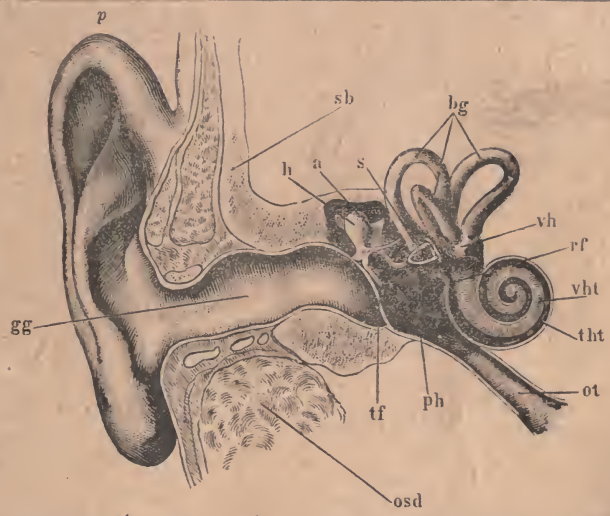
En los anfibios, reptiles y aves, el aparato conductor de las vibraciones acústicas, consta de las partes indicadas; en los mamíferos es más complicado. Posee un canal, que comunica con el tímpano y es llamado *conducto auditivo externo* y, además, una pieza saliente en forma de embudo ó concha, denominada *pabellón* ú *oreja*, y destinada á recoger las vibraciones (fig. 144 *gg* y *p*). En vista de esta organización, el aparato auditivo del hombre y de los animales superiores, se divide en las tres partes siguientes: 1.° el *oído externo*, que se compone de las dos partes recién indicadas; 2.° del *oído medio*, que comprende la caja timpánica con

1. lat. *collumella:* pequeña columna.

todas sus piezas, y 3.º el *oído interno,* al que corresponde el laberinto (fig. 144).

En el hombre, el *oído interno* ó *laberinto,* se compone del *vestíbulo,* de los tres *canales semicirculares* y del *caracol.* El vestíbulo

Fig. 144.



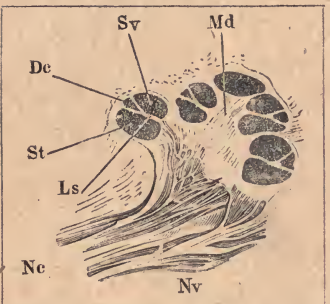
REPRESENTACIÓN SEMIESQUEMÁTICA DEL APARATO AUDITIVO DEL HOMBRE.

p pabellón, gg conducto externo; *tf* tímpano, *ph* caja del tímpano, *ot* trompa de Eustaquio, *h* martillo, *a* yunque, *s* estribo, con la plancha en la ventana oval; *vh* vestíbulo del laberinto, *bg* los tres canales semicirculares, *vht* escala vestibular del caracol abierto, *tht* escala timpanal que lleva á la ventana redonda (*rf*); *sb* hueso temporal; *osd* glándula parótida. (El oído externo y el medio están en disposición natural, mientras que el interno ha sido desviado en 90 grados; el laberinto y la caja timpánica son de doble aumento, las demás partes son de tamaño natural.)

comunica con la caja timpánica por medio de la *ventana oval,* y de él se originan los tres *canales semicirculares,* dispuestos en tres direcciones distintas y dilatados en su base, donde forman las *ampollas* (fig. 142). El *caracol,* que tiene dos vueltas y media, posee en su interior tres canales ó departamentos paralelos entre sí y sobrepuestos (figs. 145 y 146). El inferior, que lleva el nombre de *escala timpanal,* está separado, en su mayor parte, de los dos superiores, por la *lámina espiral ósea* (figs. 145 y 146 *Ls).* Entre ésta y la pared externa del caracol, se extiende la *membrana espiral* (fig. 141 *i),* que separa completamente la *escala timpanal* de las otras dos, es decir: del *canal coclear* y de la *escala vestibular.* La escala timpanal comunica en su base con la caja timpánica, por medio de la *ventana redonda,* que está cerrada

por una membrana tenue *(membrana timpanal secundaria)* (figura 144 *rf*). El *canal coclear* y la *escala vestibular* están separados por la *membrana vestibular* ó *de Reissner* (fig. 146 *v*), y desembocan en el vestíbulo.

Fig. 145.

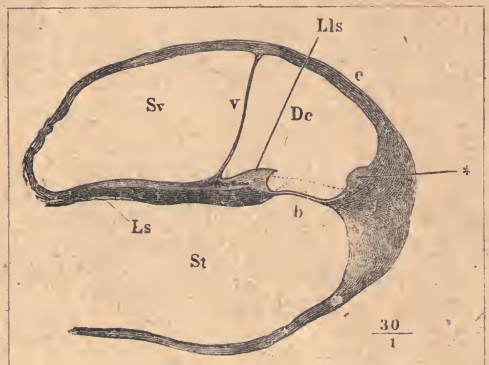


CORTE DEL NERVIO AUDITIVO Y DEL CARACOL.

Nv rama vestibular del nervio auditivo; *Nc* rama coclear del nervio auditivo; *Ls* lámina espiral del caracol, *St* escala timpanal del caracol, *De* canal coclear, *Sv* escala vestibular; *Md* columnilla ó modíolo del caracol.

El *laberinto óseo* recién descrito, está revestido interiormente de una membrana tenue, que constituye el *laberinto membranoso* y posee los dos sáculos anteriormente indicados, de los cuales el *oblongo* forma las *ampollas*, y el *redondo* comunica con un tubo membranoso del canal coclear. Toda la parte interna del laberinto lleva un líquido, la *endolinfa* [1], que transmite las vibraciones acústicas. Entre el laberinto óseo y el membranoso, se halla una capa delgada de líquido, que se llama *perilinfa* [2] ó *licor de Cotugno*.

Fig. 146.



CORTE DE UNA VUELTA DEL CARACOL.

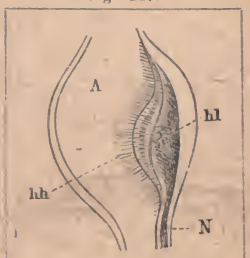
Sv escala vestibular, *De* canal coclear, *St* escala timpanal; *Ls* lámina espiral ósea, *Lls* limbo de la misma; *b* membrana basilar, en que se halla colocado el aparato de Corti, que está indicado por las líneas de puntos, cuya superior representa la membrana tectoria, y las inferiores los arcos de Corti; *e* pared externa del canal coclear; *v* membrana vestibular ó de Reissner; * prominencia espiral.

El *nervio auditivo* se divide en dos ramas. La *rama vestibular* provee de fibras nerviosas al sáculo oblongo y á las tres ampollas membranosas; la *rama coclear* da una pequeña rama al sáculo redondo, entrando, por lo demás, en el caracol. En los dos sáculos y en las tres ampollas membranosas, terminan las fibras nerviosas en órganos auditivos más ó menos análogos. Éstos son las *crestas auditivas*, entre cuyas células epiteliales aparecen las extremidades de

1. gr. *éndon:* adentro, en el interior; *úmphe:* agua, linfa. 2. gr. *peri:* alrededor.

las fibras nerviosas, representando los *pelos auditivos* (fig. 147). Al lado de estos últimos se halla la *arena auditiva* ú *otoconia* [1], formada por cristales microscópicos de carbonato de calcio y reunidos, en parte, por una substancia gelatinosa; estas aglomeraciones recuerdan los *otolitos* de los *Invertebrados*.

Fig. 147.

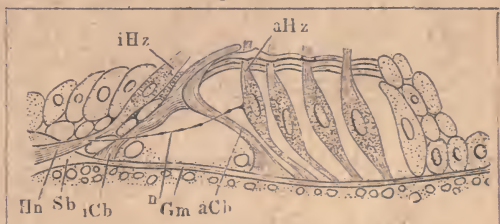


CORTE LONGITUDINAL DE UNA AMPOLLA.

A ampolla; *N* fibras nerviosas que se dirigen á la cresta auditiva (*hl*) y aparecen allí, en parte, como pelos auditivos (*hh*). (De gran aumento.)

Más complicada aún es la terminación de las fibras nerviosas en el caracol. En éste entran las fibras nerviosas por los orificios de la *lámina cribosa espiral* (fig. 142 *Tsf*), para tomar parte en la formación del *aparato musical auditivo* ó *aparato de Corti*. Hállase éste en la *membrana basilar*, que representa en su mayor parte á la *lámina espiral membranosa*, entre el *canal coclear* y la *escala timpanal* (figs. 141, 146 y 148). La membrana basilar es más angosta en la base del caracol, que en su vértice, midiendo en éste 1/20, y en aquélla 1/2 milímetro. Se compone como de 3000 fibras paralelas y bien tensas, en las cuales se hallan colocados *los arcos de Corti*, que á causa de la extensión de la membrana basilar, aumentan también su abertura desde la base hasta el ápice del caracol, pero disminuyen su altura ó flecha. Esos arcos están representados por las *fibras de Corti* ó *bacilos* [2] *acústicos*, de los que unos forman la *serie interior* cerca de la pared timpanal, y los otros, la *exterior*, al lado de la pared coclear externa; la fibra interna del arco, se llama *puente*, y la externa, *cuerda*. Cerca de estas fibras se encuentran células alargadas y pestañadas *(células de Corti)*, que forman interiormente una serie y exteriormente de 4

Fig. 148.



CORTE DEL APARATO DE CORTI.

Sb lámina espiral ósea; *Gm* lámina basilar; *iCb* fibra de Corti interna ó puente, *aCb* fibra de Corti externa ó cuerda; *iHz* célula de Corti interna, *aHz* célula de Corti externa; *Hn* nervio auditivo; *n* fibra nerviosa que se dirige á la célula externa de Corti. (Muy aumentado.)

1. gr. *oûs*, gen. *otós* oído, oreja; *conia*: polvo, tierra. 2 lat. *bacillum*: palito.

á 5 series, con las que comunican las fibras nerviosas. A esos elementos morfológicos se agregan muchos otros, y una membrana (la *tectoria*[1] ó *de Corti)*, que sirve de cubierta á todo el aparato (figs. 146 y 148).

La transmisión de las vibraciones acústicas á las extremidades de los nervios del laberinto, tiene lugar de la manera siguiente La onda sonora que ha puesto en vibración al tímpano, es trasladada, por los huesecillos auditivos, á la membrana de la ventana oval, y de ésta, al líquido del vestíbulo en el cual toma dos direcciones diferentes, que corresponden á los sáculos y sus prolongaciones. La onda del sáculo oblongo corre por los canales semicirculares y pone en movimiento á los pelos auditivos de las crestas acústicas (fig. 147). Por medio de éstas se transmiten, al parecer, sólo los ruidos, mientras que los sonidos musicales son transmitidos por el aparato de Corti. En este caso, la onda del sáculo redondo se comunica al líquido del canal coclear y pone en movimiento el aparato de Corti. En éste, la membrana basilar debe ser mirada como un instrumento musical de cuerdas paralelas, en el cual vibran las diferentes zonas radiales, en distintos períodos ó intervalos, según la longitud y tensión de las fibras. Las fibras de la membrana basilar, transmiten sus movimientos á las células pestañadas que comunican con las ramificaciones del nervio auditivo, el cual lleva las impresiones al cerebro, y por consiguiente, al conocimiento del individuo. Habiendo como 3000 fibras en la membrana espiral ó basilar, corresponden á cada medio tono de las siete octavas, en que se divide la escala musical, 32 fibras, más ó menos. Hay músicos que distinguen diferencias mucho menos marcadas entre dos notas, por ejemplo, hasta 1/64 de un tono. Resulta de ahí, que dos sonidos de este valor deben corresponder á dos fibras distintas, pero las más próximas, de la escala de la membrana basilar. Las fibras de la membrana basilar, en vista de su longitud diferente, se ponen en movimiento por las ondas sonoras del ambiente, según el tono propio que les corresponde, produciendo, entonces, de 32 á 60,000 vibraciones por segundo, que corresponden á los tonos que el hombre de oído musical es capaz de percibir.

1. lat. *tectorius*: relativo ó perteneciente al tapamiento ó á la cobertura.

6. Sentido de la vista.

Por medio del *sentido de la vista,* los animales perciben la luz, reconocen el color, la forma, el tamaño, la posición y los movimientos de los cuerpos que les rodean.

El mayor número de los protozoarios, celenterados y equinodermos, muchos gusanos, los moluscoideos, en estado adulto, y muchos moluscos, carecen de *órganos de la vista.* Sin embargo, esos animales están dotados de la facultad de ver, ó á lo menos, de la percepción de la luz y de los colores, lo que se ha comprobado por gran número de experimentos. Su visión, en este caso, no depende tampoco de partes determinadas, sino que es potencia de todo el cuerpo, en mayor ó menor grado, lo que justifica su denominación de *animales dermatópticos* [1]. Los unos, entre ellos, son *fotófilos* [2], los otros, *fotófobos* [3]; algunos muestran preferencia por colores determinados y distinguen, entre éstos, diversos grados ó matices. La lombriz terrestre, que pertenece á esta categoría de animales, tiene muy pronunciada la percepción cuantitativa de la luz, así como también la cualitativa de los colores, aunque se le corte la cabeza, que de todas maneras no posee órganos de la vista.

Pero no solamente los animales que carecen de órganos de la vista tienen la *facultad fotodérmica* [4] arriba descrita, también algunos *animales oftalmópticos* [5] muestran esa particularidad, aunque en menor grado, si se les priva de los órganos de visión especiales. Así, la salamandra, quitándole los ojos y tapándole las órbitas con cera negra, distingue todavía ciertas diferencias cuantitativas de la luz y se muestra sensible á ciertos colores.

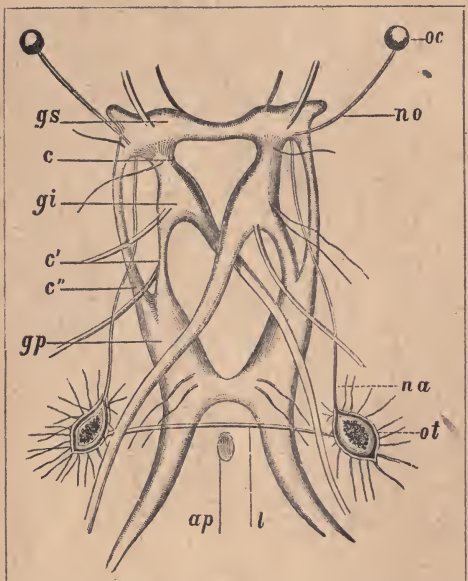
Los *órganos especiales de la vista* son los *ojos,* que representan aparatos más ó menos complicados, y que están en comunicación, como los órganos de los sentidos en general, con extremidades de nervios determinados. Se distinguen dos clases de ojos: los *fotoscópicos* y los *idioscópicos.*

Los *ojos fotoscópicos* [6] están representados por acumulaciones ó

1. gr. *dérma*: piel; *optikós*: relativo á la vista. 2. gr. *phós,* gen. *photós*: luz; *phílos*: amigo. 3. gr. *phóbos*: miedo, horror. 4. gr. *phós, photós*: luz; *dérma*: piel. 5. gr. *ophthalmós*: ojo; *optikós*: perteneciente á la visión. 6. gr. *phós, photós*: luz; *skopós*: viendo, mirando.

manchas de pigmento, situadas en diversas partes del cuerpo. En algunos gusanos *(Turbelarias)*, se hallan en contacto con las extremidades de nervios, en otros no tienen relación directa con el sistema nervioso, ó se encuentran careciendo del mismo. Faltando el medio refractor de la luz, esta clase de ojos no pueden ser aptos para la producción de las imágenes, sino solamente para la percepción de la luz y de los colores.

Fig. 149.



CENTROS NERVIOSOS Y ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS EN EL MOLUSCO *Paludina vivipara* LAM.

gs	ganglio superior.	*oc*	ojo.
gi	ganglio inferior.	*no*	nervio óptico.
gp	ganglio pedal.	*na*	nervio auditivo.
c c' c''	comisuras.	*ot*	otocisto.
ap	arteria pedal.	*l*	ligamento otocístico.

Los *ojos idioscópicos* [1] derivan de los *fotoscópicos*, encontrándose, desde algunos equinodermos hasta el hombre en mayor ó menor grado de desarrollo ó complicación. Tienen por objeto percibir no sólo la luz y los colores, sino también los cuerpos mediante la producción de sus imágenes. Á este fin, están dotados de un refractor y de los elementos nerviosos perceptores y transmisores de las impresiones. Esta clase de ojos representa, en los animales más elevados, dos tipos distintos, que se denominan *ojos simples* y *ojos compuestos*.

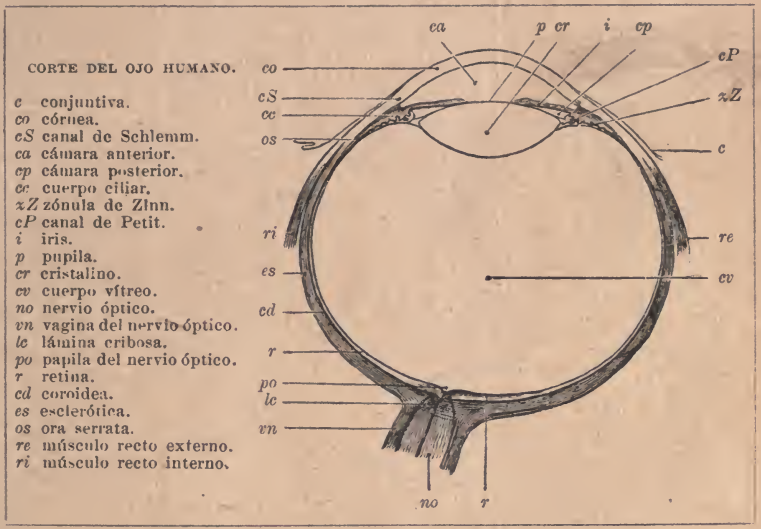
El *ojo simple* es un aparato óptico, en el cual no se hallan repetidas las partes esenciales que lo constituyen y que, en su estructura más sencilla, está representado por las terminaciones bacilares del nervio óptico, dispuestas en la periferia de un cuerpo convexo, y por el refractor, colocado delante de aquéllas. Esta clase de ojos, que no producen sino una sola imagen, se encuentran en algunos equinodermos y gusanos, en la mayor parte de

1. gr. *idios:* propio, especial; *scopéo:* veo, miro, examino.

los moluscos (fig. 149), y en los artrópodos. En estos últimos se les da el nombre de *ocelos* [1].

En los cefalópodos [2], entre los moluscos, y en los vertebrados, el ojo simple es mucho más complicado en su estructura (fig. 150). En la parte anterior se halla la *córnea,* que es transparente, y á continuación de ésta, la *esclerótica* [3], que es blanca y opaca, y en

Fig. 150.

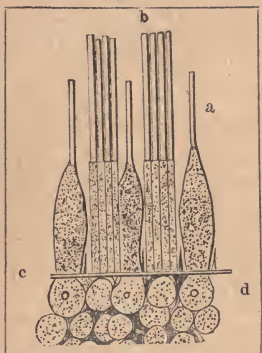


la cual, en ciertos animales (aves), se forman anillos óseos ó cartilaginosos. Debajo de la esclerótica, se encuentra la *coroidea* [4], *membrana vascular* ó *pigmentosa,* que contiene el pigmento negro ó fusco, para la absorción de los rayos dispersos de la luz. En la coroidea de los albinos falta el pigmento, y el ojo aparece entonces colorado, por efecto de los vasos sanguíneos. La coroidea termina, en su parte anterior, en el *cuerpo ciliar.* El *iris* separa la *cámara anterior* de la *cámara posterior* del ojo; es una membrana de forma de disco, de varios colores, á veces de lustre metálico; tiene músculos circulares y radiales, cuyo principal objeto es dilatar ó angostar su orificio central, llamado *pupila.* Ésta es, según la clase de animal, circular ó elíptica, en algunos pocos casos rectangular ó semilunar; su borde es generalmente entero,

1. lat. *ocellus:* pequeño ojo. 2. gr. *kephalé:* cabeza; *pús, podós:* pie; — *Cefalópodos* = pulpos marinos. 3. gr. *sklerós:* duro, seco. 4. gr. *choroeidés:* membrana acinosa.

raras veces pestañoso. A la coroidea sigue, interiormente, la *retina ó membrana nerviosa,* proveniente de las fibras del *nervio óptico,* que revisten la pared interna del ojo y constituyen esta membrana sumamente complicada, en la que se distinguen como diez capas diferentes. La exterior ó terminal de esas capas está representada por los *cuerpos bacilares ópticos,* en que terminan las fibras nerviosas (figs. 131 *C, D* y 151). La parte central posterointerior del *bulbo ocular* contiene el *cuerpo vítreo,* delante del cual, y detrás de la pupila, se halla el *cristalino.* Éste es lenticular ó esferoidal, formado por células fibrosas (véase pág. 83), y representa el principal medio refractor. Las cámaras del ojo, sobre todo la anterior, contiene el *humor acuoso,* en cuya agua se hallan disueltas varias substancias albuminosas, sales, urea, etc.

Fig. 151.



PARTE TERMINAL DE LA RETINA DEL OJO DEL HOMBRE.

a cuerpo bacilar de base cónica; *b* cuerpos bacilares de base cilíndrica; *c* membrana limitante externa; *d* capa granosa externa. 700/1.

Á los *órganos accesorios del ojo,* en los animales superiores y en el hombre, pertenecen: los *músculos oculares,* destinados á efectuar los diversos movimientos; la *órbita ó cavidad ósea,* los *párpados,* las *pestañas,* la *conjuntiva,* y el *aparato lagrimal,* sirviendo todos éstos para resguardar el ojo ó para limpiar su superficie. En ciertos animales faltan algunos de los órganos indicados ó aparecen otros distintos. Así, los peces y las serpientes no poseen párpados, pero las últimas tienen una cápsula en forma de vidrio de reloj, que cubre la parte anterior del ojo, resguardándola. En las aves, en muchos reptiles y en algunos anfibios hay, por el contrario, tres párpados, de los cuales el tercero, llamado *membrana nictitante*[1]), sirve para cubrir el ojo, desde el ángulo interno. También se observa el *tercer párpado* en la mayor parte de los mamíferos, pero solamente en estado rudimentario.

La *visión,* por medio del ojo descrito, se efectúa de la manera siguiente: Los rayos luminosos que salen de un objeto dado, pasan al ojo, donde son refractados principalmente por el cristalino, produciéndose en la retina una imagen diminuta del mismo objeto. La retina en el ojo vivo, es de color rojo, debido á la

1. lat. *nictitans*: que parpadea, pestañea, guiña.

púrpura de la vista ó *fotestesina* [1]. Esta substancia se descompone por la luz, pero se renueva continuamente por el cambio de la materia. Por medio de ella se forma, como en una placa fotográfica, la imagen del objeto que se mira, desapareciendo y regenerándose con la renovación de la materia colorante. Persistiendo la irritación de la retina mucho más tiempo que la sensación de la luz, se explica el fenómeno de la retención de las imágenes por algún tiempo. Cualquier estado de irritación del nervio óptico produce la sensación de la luz, lo mismo que ciertas acciones mecánicas (presión, golpes, etc.) y eléctricas.

La *percepción de colores* se explica, según la teoría de YOUNG-HELMHOLTZ, admitiendo que todas las sensaciones de los colores están formadas por tres colores fundamentales, que corresponden á las tres fibras nerviosas en que termina cada cuerpo bacilar. La irritación de la una da la sensación del *rojo*, de la otra la del *verde* y de la tercera la del *violeta*. La luz blanca irrita en igual grado las tres fibras, mientras que los demás colores, según su cualidad, producen irritaciones más ó menos fuertes en las distintas fibras. Así, la luz roja irrita con vehemencia las fibras de la percepción del *rojo*, la verde, las del *verde*, y la violeta, las de este color. La luz amarilla irrita sensiblemente las fibras de la percepción del *verde*, poco las del *rojo*, y muy suavemente las del *violeta*, de lo que resulta, que el *amarillo* no es color fundamental, sino una *mezcla de colores*. Lo mismo se puede decir del *azul*, que irrita poco las fibras de la percepción del *rojo*, pero fuertemente las del *verde* y del *violeta*.

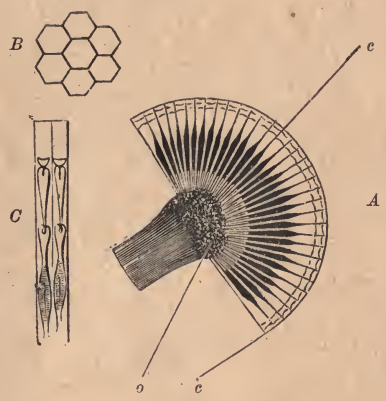
El *ojo compuesto* está formado, en cierta manera, por la reunión de muchos ojos simples, ó por la terminación aislada de los elementos nerviosos, que están rodeados de una capa de pigmento negro. Estos elementos nerviosos se hallan en una especie de pirámides cuadrangulares ó hexagonales, cuyo vértice sigue la dirección del nervio óptico común para todos, y cuya base está dirigida hacia afuera. En su extremidad se halla el cuerpo refractor ó *cono cristalino*, y la *córnea*. Cada pirámide es, en este caso, un *ojo simple*, y sus bases, terminando en una superficie convexa, representan el conjunto del *ojo compuesto*, que también se llama *ojo facetado* (fig. 152).

Esta clase de ojos se encuentran en los artrópodos, principal-

1. gr. *phós, photós*: luz; *aisthesis*: sentido, órgano de sentido.

mente en los insectos, en que se presentan como piezas semiesferoidales, en la cabeza. El número de las pirámides ópticas, que los compone, varía según la especie: en las hormigas es de 40 á 60, en la mosca común como de 4000, en el alguacil ó libélula 12000 y en algunas mariposas y escarabajos hasta 30000. Parece que no son aptos para la producción de imágenes, sino que sirven sólo para la percepción de la luz y de los colores.

Fig. 152.



OJO COMPUESTO.

A Corte de todo el ojo. *o* nervio óptico. *c* los ojos simples ó pirámides ópticas.
B Vista vertical de siete córneas hexagonales.
C Dos ojos simples ó pirámides, con los elementos nerviosos bacilares y los conos cristalinos.

800/1.

Muchos artrópodos poseen, á la vez, las dos clases de ojos, encontrándose los *simples* ú *ocelos* en la frente ó al lado de los compuestos.

En muchos animales, los ojos no se encuentran en la cabeza ó cerca dèl sistema nervioso central, sino en los costados del cuerpo ó en su parte posterior, como, por ejemplo, en los gusanos *Polyophthalmus* [1], *Fabricia* y *Amphiglena* [2], y en el crustáceo *Euphausia* [3]. Los animales que habitan cavernas ú otros lugares obscuros, carecen generalmente de órganos de la vista, ó los poseen muy poco desarrollados, como los peces *Myxine* [4] y *Lepidosiren* [5], los reptiles *Proteus* [6] y *Acontias* [7], y entre los mamíferos, algunos topos y el *Spalax* [8].

La *glándula pineal ó conario* (véase pág. 225), que Descartes consideraba como el asiento del alma, parece ser por las investigaciones modernas, un ojo rudimentario, en que se reconoce bien los elementos ópticos, en varios anfibios y reptiles. En estos animales, se separa durante su desarrollo una parte de dicho órgano, que queda afuera del cráneo, debajo de la epidermis (anfibios), ó

1. gr. *polys*: mucho: *ophthalmós*: ojo. 2. gr. *amphí:* alrededor; *gléne:* pupila, ojo. 3. gr. *éu*: bueno, hermoso; *pháusis:* lustre. 4. gr. *myxinos:* pez mucilaginoso de los antiguos; 5. gr. *lepís, lepídos*: escama; *Seirén:* sirena. 6. mitol. *Próteus*: Proteo. 7. gr. *acontías*: una víbora de los antiguos. 8. gr. *spálax*: topo.

entre el cerebro y el cráneo, debajo del foramen parietal. En el cráneo de muchos batracios y lagartos fósiles, hay una abertura en la parte correspondiente, que ha suscitado la opinión de que la glándula pineal ha funcionado como ojo, en ciertos animales de épocas anteriores.

B. LOCOMOCIÓN.

1. Movimientos en general.

Los movimientos de partículas sumamente pequeñas, así en el cuerpo orgánico como en la materia en general, han recibido la denominación de *movimientos moleculares ó brownianos*. Fueron descubiertos por el célebre botánico Roberto Brown (1781-1858), y son explicados hoy por las corrientes que producen el cambio de la temperatura y de la densidad del medio, la evaporación, la luz y la afinidad química, en la materia.

Los *movimientos sarcoideos* [1] *ó protoplasmáticos*, son propios al cuerpo de la célula y debidos á su contractilidad; se presentan con el cambio de forma y de lugar, y pueden manifestarse de diversas maneras (véase pág. 64). Esta clase de acción motora, por el conjunto de *células pigmentosas ó cromatóforas* [2], produce varios *fenómenos cromáticos* [3]. En el iris del ojo se manifiesta el color azul por la combinación de una capa de células blancas sobre otra de pigmentosas negras: el negro, al través del blanco, da la apariencia del color azul, que representa varios matices, según la pureza de los dos colores y el espesor de la capa de las células cromatóforas. Siendo la capa superior amarilla, el iris aparece verde, mostrando también varios tonos de colorido, según la intensidad y el espesor de las capas amarilla y negra, y además, según la distribución del blanco y del amarillo. Moviéndose las células pigmentosas de la capa inferior, habrá cambios de colores, lo cual se observa en muchos peces, anfibios y reptiles y, entre éstos, sobre todo en el camaleón. Este animal muestra parcialmente los colores blanco, amarillo, azul, verde, fusco y negro, en varios matices y distribuciones. Los dos primeros colores aparecen, cuando las células pigmentosas obscuras no largan apéndices y se

1. gr. *sarcoeidés*: parecido á carne; de *sarx, sarcós*: carne, y *éidos*: aspecto. 2. gr. *chróma*: color; *phorós*: llevando. 3. gr. *chromatikós*: relativo á colores.

hallan muy retiradas; los dos siguientes, por transparencia, como en el iris, y los dos últimos, por los apéndices de las células pigmentosas negras, que se interponen entre las blancas ó amarillas, ó las sobrepasan. El juego irregular de las células pigmentosas en las distintas partes del cuerpo, produce fajas, líneas, manchas ú otra clase de dibujos. Los *colores de tornasol*, al contrario, son producidos por la reflexión de la luz en células epidérmicas huecas.

Los *movimientos ciliares* y *undulatorios* de ciertas células, membranas é integumento de los animales más inferiores (véase págs. 64, 65, 79 y 80), se efectúan por las *cilias* ó *pestañas*, que, según los estudios modernos, son muy complicadas en su estructura ú organización.

Además de los movimientos indicados, existen otros, solamente propios al organismo animal, efectuados por los *músculos* y por el *esqueleto*, que constituyen los aparatos de locomoción *activo* y *pasivo*.

2. *Aparato locomotor activo.*

El *aparato locomotor activo*, que efectúa el mayor trabajo mecánico en la función de locomoción, se compone de los *músculos*, que vulgarmente llamamos *carne*, y que están formados por el tejido muscular (véase pág. 92). Los nervios y los vasos sanguíneos están implantados en las masas musculares, que contienen también tejido conjuntivo y grasa (fig. 153).

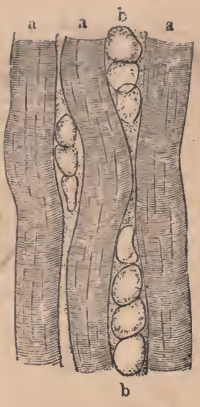
Los *músculos voluntarios* representan generalmente masas bastante compactas ó cuerpos fusiformes; en el integumento son de forma de fajas. Los *involuntarios* son por lo general huecos, representando los órganos vegetativos, como el corazón, el canal intestinal, etc.

La mayor parte de los músculos está en comunicación con piezas más ó menos sólidas, que constituyen el esqueleto. En los animales inferiores, se relacionan con el esqueleto cutáneo, recibiendo el nombre de *músculos cutáneos ó integumentales*, mientras que en los superiores comunican con el esqueleto interno, denominándose *músculos del esqueleto*. Su unión con las piezas sólidas, tiene lugar por medio de fajas ó cuerdas fibrosas, generalmente blancas y lustrosas, llamadas *tendones*. La inserción de los músculos es doble: por medio de sus dos extremidades (*origen* y *término*), saltando una articulación, rara vez más; de esta manera,

los huesos, por lo general, son palancas de un brazo. La *sindesmología* [1] comprende el estudio especial de la unión de los músculos con las piezas del esqueleto, y la *miología* [2], el de los músculos. Estos se dividen en muchas categorías, según sus funciones.

La *actividad del músculo* se manifiesta por su *irritabilidad* y *contractilidad*. La primera se verifica por la incitación de las fibras nerviosas; la segunda se debe á la estructura complicada de las fibras musculares y á su substancia fundamental. Cada músculo posee cierto grado de *dilatabilidad* y *elasticidad:* no pasando, en el estado natural, el coeficiente de la primera, el músculo vuelve otra vez á su estado primitivo, en virtud de la segunda propiedad. El músculo contraído aumenta de espesor, consistencia y temperatura, conteniendo doble cantidad de sangre en el estado tetánico, que en el de reposo. La energía ó vigor del músculo depende del número de las fibras que lo componen, por consiguiente, del espesor y no de la longitud. El ejercicio físico, á causa de la nutrición abundante por la sangre, da lugar al engrosamiento de los músculos, en cuyo caso se forman nuevas fibras musculares, sin aumentar el espesor de las ya formadas. Á la acción motora muscular favorecen la capa cartilaginosa y la sinovia de las articulaciones, que disminuyen cierta resistencia producida por el roce, y la disposición particular de la articulación, pues siendo la *cápsula articular* hueca y sosteniéndose una pieza ósea en la cavidad de la otra por la presión atmosférica, resulta un descargo notable de la articulación.

Fig. 153.



MÚSCULO CON GRASA.
[Muy aumentado].
a fibras musculares.
b células grasas.

El fenómeno de la contracción muscular produce también cambio de materia y desarrollo de calor. Hay consumo de gran cantidad de oxígeno, formándose á la vez mucho anhidrido carbónico y ácido láctico, que producen cansancio y sueño, y deben ser expulsados del organismo. La eliminación de estas substancias se verifica principalmente durante el reposo (véase pág. 96).

1. gr. *syn:* junto; *desmós:* faja; *lógos:* tratado. 2. gr. *mys:* músculo, ratón; *lógos:* tratado.

3. *Aparato locomotor pasivo.*

El *aparato locomotor pasivo* comprende el *esqueleto,* formado por piezas más ó menos sólidas; tiene por objeto llevar ó sostener las partes blandas del cuerpo, ó servirles de abrigo y de resguardo. Por otra parte, tiene el fin de proporcionar á los músculos puntos fijos de acción para sus diversas operaciones. El esqueleto es *externo* ó *interno.*

El *esqueleto externo,* llamado también *cutáneo,* reviste la parte superficial del animal, á manera del integumento, del cual se deriva, sea por íntima transformación, sea por secreción de materias sólidas que constituyen una capa de naturaleza especial. En el primer caso proviene de la incrustación del cuerpo blando por medio de sales calcáreas ó silíceas, como en los pólipos ó corales; ó se opera una transformación química y un engrosamiento del integumento, como en los insectos, cangrejos, cientopiés, arañas, etc., en que está formado por quitina y substancias minerales; en los tunicados contiene tunicina ó celulosa animal (véase pág. 49).

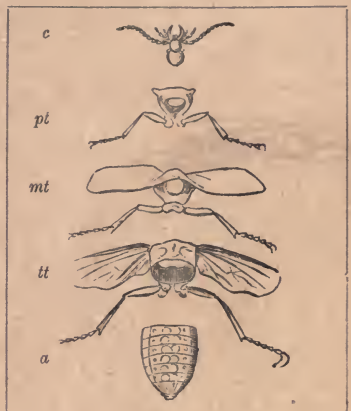
Como órgano especial, procedente de materias de secreción minerales, debe mencionarse el esqueleto cutáneo de los moluscos y moluscoideos, vulgarmente *cáscara,* y los habitáculos de varios gusanos *(Serpúlidos* [1]*),* que proceden de la secreción cutánea, con agregación de cuerpos extraños, procedentes de afuera.

El esqueleto externo se encuentra principalmente en los invertebrados. Es inmoble y formado por una sola ó varias piezas, como en los caracoles y en los erizos de mar, ó consta de varias partes movibles, como en las conchas y en los animales articulados. En éstos el esqueleto cutáneo es anillado, correspondiendo sus distintas partes á las del cuerpo (fig. 154), ó uniéndose algunas, para representar *placas* ó *escudos,* como sucede en los crustáceos y arácnidos. Muchos anillos ó segmentos del esqueleto cutáneo de estos animales están provistos de apéndices, que pueden ser simples ó no articulados, como los *parapodios* [2] de los gusanos *Quetópodos* [3], ó complicados y articulados, como las extremidades ó patas de los artrópodos [4] (fig. 155). Los músculos se insertan en las paredes internas de esta clase de esqueleto y en las

1. lat. *serpula:* pequeña serpiente. 2. gr. *pará:* junto, al lado; *pús, podós:* pie. 3. gr. *chaite:* cerda. 4. gr. *árthron:* artículo.

de sus apéndices articulados. En los vertebrados, en que el integumento poco compacto puede considerarse, en el sentido más vasto, como esqueleto cutáneo, la inserción de los músculos en éste es de poco alcance, en comparación con la del esqueleto interno.

Fig. 154.



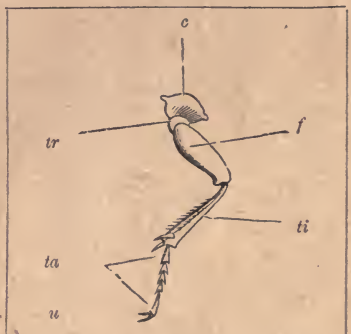
ESQUELETO CUTÁNEO DE UN COLEÓPTERO

c cabeza.
pt protórax.
mt mesotórax.
ti metatórax.
a abdomen.

Como formas transitorias entre las dos clases de esqueletos, debemos considerar las prolongaciones del esqueleto cutáneo hacia el interior del cuerpo, en varios artrópodos, principalmente crustáceos, en que los *apéndices esqueletarios internos* sirven para la inserción de ciertos músculos ó para resguardar la *cuerda abdominal nerviosa*.

Entre los invertebrados, existe un esqueleto interno verdadero, sólo en los cefalópodos ó moluscos superiores. Está representado por la *cápsula cartilaginosa cefálica* ó *cartílago cefálico*, que encierra el cerebro como en una especie de cráneo, y es atravesada por el esófago. Poseen, además, piezas cartilaginosas aisladas en el interior del cuerpo, que sirven para la inserción de músculos ó para el apoyo de ciertas partes del cuerpo.

Fig. 155.



PATA DE UN COLEÓPTERO CARNICERO.

c coxis.
tr trocánter.
f fémur.
ti tibia.
ta tarso de 5 artículos.
u uñas.

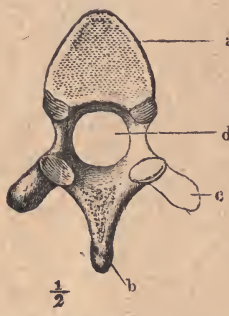
El *esqueleto interno*, característico especialmente para los vertebrados, se compone de muchas piezas determinadas, más ó menos sólidas. En los vertebrados más inferiores y en los embriones de los superiores, su consistencia no es muy notable, mientras que se observa lo contrario en los animales más desarrollados. En los primeros, el esqueleto está formado por el tejido cartilaginoso, y en los segundos, por el óseo, lo cual ha dado lugar á las denominaciones de *esqueleto cartilagi-*

noso y *esqueleto óseo*. Ambos ofrecen mucha variedad, según la clase de animal á que pertenecen. Así, el esqueleto de los animales terrestres es más compacto y elástico que el de los acuáticos, y el de las aves contiene mayor cantidad de substancia mineral que el de los mamíferos, etc.

4. Esqueleto de los Vertebrados.

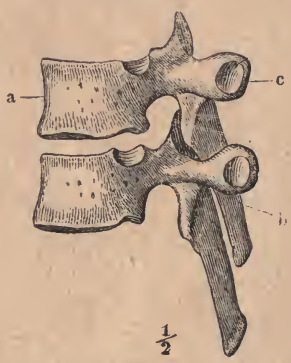
El esqueleto interno varía considerablemente en su organización ó en la estructura de sus diferentes piezas, según la clase de vertebrado á que pertenece. No obstante, se observa un plan de construcción común, como en todos los sistemas vegetativos y

Fig. 156.



QUINTA VÉRTEBRA TORÁCICA.
Vista por debajo.
a cuerpo, *b* apófisis espinosa, *c* apófisis transversa con cara articular, *d* foramen medular.

Fig. 157.



DOS VÉRTEBRAS TORÁCICAS
Vistas de perfil.

VÉRTEBRAS HUMANAS.

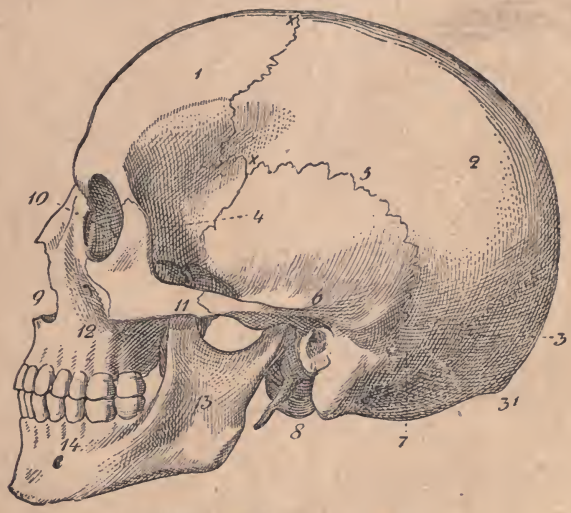
animales, distinguiéndose siempre ciertas partes *esenciales*, más ó menos constantes ó muy semejantes, y otras *secundarias*, bastante variables ó muy diferentes (véase pág. 101). El estudio especial del esqueleto de los animales superiores, constituye la *osteología* [1].

En su forma más primitiva, en los peces inferiores (*Leptocardios* [2] y *Ciclostómidos* [3]), el esqueleto está representado por un cordón celular cartilaginoso, la *cuerda dorsal*, y por las *placas fibromembranosas*. Éstas, originándose en la capa conjuntiva fibrosa de aquélla, se dirigen, unas, hacia arriba, para encerrar el sistema

1. gr. *ostéon*: hueso; *lógos*: tratado. 2. gr. *leptós*: delgado; *cardía*: corazón. 3. gr. *kyklos*: ciclo, círculo; *stóma*: boca.

nervioso central, y otras, hacia abajo, para envolver á los órganos de la cavidad del cuerpo. La cuerda dorsal sirve de apoyo á la medula espinal; representa, en cierta manera, á la columna vertebral del esqueleto más completo, y se pierde con la aparición de las vértebras. Un esqueleto primordial de la naturaleza indicada, aparece también durante el estado embrionario de todos los

Fig. 158.



CRÁNEO HUMANO VISTO DE PERFIL.

1/3 del tamaño natural.

1 hueso frontal, *2* parietal izquierdo, *3* occipital, *3'* protuberancia occipital externa, *4* ala magna del esfenoides, *5* borde superior de la escama del temporal, *6* hueso temporal, debajo de *6* la abertura del conducto auricular, *7* parte mamilar ó mastoides del temporal, que forma la apófisis mamilar ó mastoides, situada detrás y debajo de la oreja, *8* cóndilo occipital izquierdo, *9* abertura nasal, arriba de la misma el hueso nasal izquierdo, *10* hueso lagrimal izquierdo en la pared interna de la órbita izquierda, *11* hueso cigomático ó pómulo, *12* hueso maxilar superior, *13* rama ascendente del hueso maxilar inferior, *14* cuerpo del hueso maxilar inferior, x—x sutura coronal del cráneo.

vertebrados, y de él se desarrolla el otro, de organización elevada.

En la pared interna de la capa conjuntiva fibrosa, que envuelve la cuerda dorsal, se origina el *cuerpo* de las vértebras, que es cartilaginoso al principio, osificándose más tarde. Los cuerpos vertebrales forman primitivamente una especie de anillos alrededor de la cuerda dorsal, los cuales engrosando poco á poco y atravesando á ésta, la hacen desaparecer y constituyen piezas sólidas, las *vértebras*, de cuyo conjunto resulta la *columna vertebral*. De las placas fibromembranosas que se dirigen hacia arriba, se desarrolla el *arco*

vertebral y la *apófisis espinosa*, y de las placas que van hacia abajo, se originan las *apófisis transversas* y las *costillas* á la vez, ó sólo las primeras, según la especie (figs. 156-157).

La parte anterior de la columna vertebral experimenta una transformación, dilatándose el *canal* ó *foramen medular*, para encerrar el cerebro y formar la *parte cefálica* ó *cráneo*. En su estado primitivo, el cráneo se presenta como una cápsula cartilaginosa no articulada (*cráneo primordial*), que encierra en su pared el aparato del oído y posee las cavidades nasal y ocular. Esta clase de cráneo se observa sólo en los peces inferiores (*Ciclostómidos* y *Seláquidos*[1]), — los más inferiores, los *Leptocardios*, no tienen cráneo alguno, — mientras que en los demás ya se desarrolla un cráneo articulado, en unos cartilaginoso, en otros óseo; este último es característico, sobre todo, para los vertebrados superiores, en los cuales está formado por muchas piezas (figs. 158-163).

Los huesos cráneo-cefálicos proceden de la osificación de los cartílagos del cráneo primordial y de la de las membranas de la cuerda. En la *membrana* ó *vagina externa* de la parte de la cuerda dorsal que entra en la base del cráneo, se desarrollan tres cuerpos óseos análogamente á los de la columna vertebral, que se unen con otros huesos del cráneo, constituyendo piezas anulares, llamadas *vértebras craneales*.

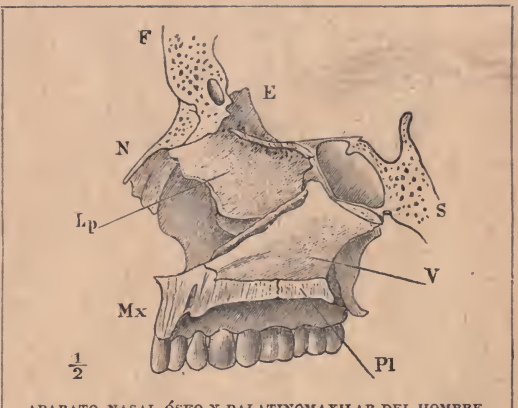
En la parte inferior del cráneo primordial aparecen arcos cartilaginosos ú óseos, que derivan de los arcos ó costillas de la cavidad respiratoria ó visceral, y tienen por objeto proveer de piezas sólidas á la entrada del canal digestivo. En los *Selaquios* este *aparato bucal* es sumamente sencillo, mientras que va complicándose en la escala ascendente, por la articulación y osificación de las piezas existentes, y el desarrollo de otras nuevas. Uniéndose este aparato con el cráneo, queda formada la *cabeza*, en la cual aquél representa la *parte facial inferior* ó *aparato palatinomaxilar* (fig. 159).

Á las partes esenciales recién descritas del esqueleto primitivo de los vertebrados, se agregan otras secundarias, según el desarrollo de la organización del animal. Partiendo de la columna vertebral, se desarrollan las *costillas*, para dar apoyo á la pared del cuerpo, resguardar ciertos órganos internos y ayudar, en varios casos, á la locomoción y respiración. Se originan generalmente

1. gr. *seláche*: tiburón.

en una parte determinada de la columna vertebral, comunicando unas *(costillas verdaderas ó esternales)* directamente con una pieza ósea, el *esternón*, y otras *(costillas falsas ó espurias)* indirectamente; algunas *(costillas fluctuantes)* son muy poco desarrolladas y libres. La región del cuerpo que lleva las costillas, ha recibido el nombre de *tórax*, y su cavidad se denomina *caja torácica*. Al tórax sigue el *abdomen*, y los dos juntos constituyen el *tronco del cuerpo*.

Fig. 159.



APARATO NASAL ÓSEO Y PALATINOMAXILAR DEL HOMBRE.

F hueso frontal, *N* hueso nasal, *E* hueso etmoides ó criboso, *Lp* lámina perpendicular del etmoides, *S* esfenoides, *V* vómer, *Pl* hueso palatino, *Mx* hueso supramaxilar.

En el tronco del cuerpo se desarrollan generalmente piezas esqueletarias articuladas, las *extremidades*. Representan órganos especiales de locomoción, por lo común en número de cuatro, dispuestos en pares: uno anterior y otro posterior. Los cetáceos (ballenas, delfines, etc.) carecen de extremidades posteriores, existiendo en su lugar, una *aleta caudal;* en el mayor número de los peces hay además de los dos pares, otros impares, como las aletas *caudal*, *anal* y *dorsal*.

Las extremidades se hallan colocadas y unidas á la columna vertebral ú otras partes del cuerpo, por medio de una especie de arcos, que llamamos *cíngulos*[1] *de las extremidades*. El *cíngulo anterior*, *humeral* ó *pectoral*, lleva las extremidades anteriores y se compone principalmente de la *clavícula*, *fúrcula*[2] ó *hueso yugular*, y del *omoplato* ó *escápula;* y el cíngulo *posterior* ó *coxígeo*, la *pelvis*, formado por los huesos *íleon* ó *de las caderas*, *ísquion* ó *cía* y *pubis*, lleva las extremidades posteriores. El *hueso sacro*, proveniente de la unión de las *vértebras sacrales*, forma la parte posterior de la pelvis. La unión de los *cíngulos* con el cuerpo, presenta en los peces varias excepciones de la regla común. Así, el cíngulo hu-

1. lat. *cingulum:* cíngulo, ceñidor, cinto. 2. lat. *furcula*: horquilla.

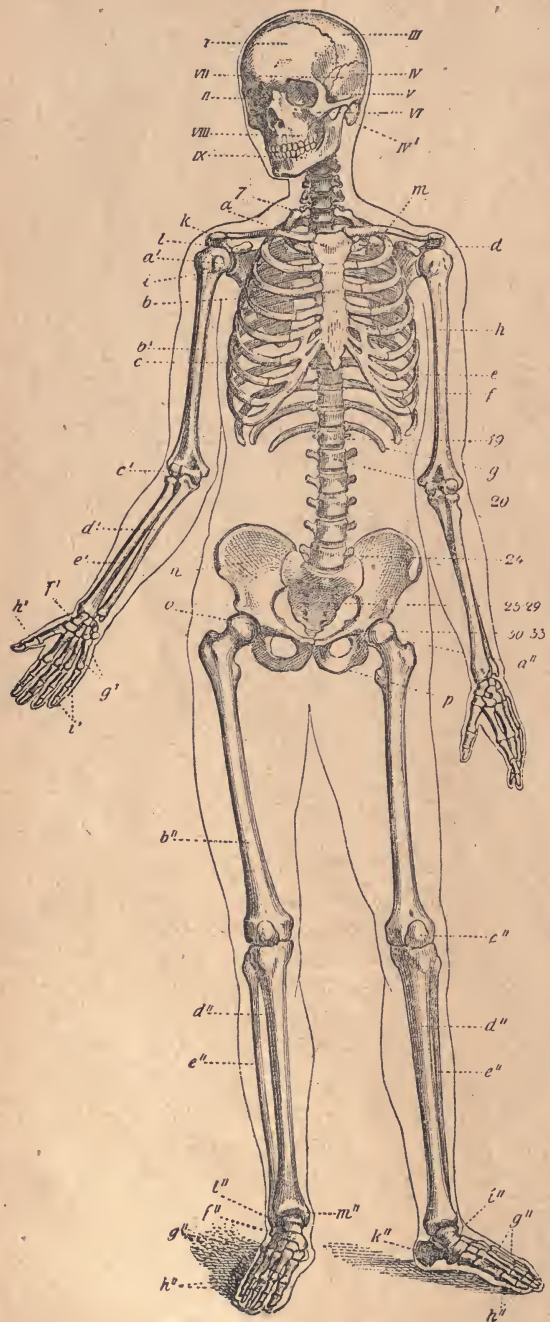


Fig. 160.

ESQUELETO HUMANO.

Cabeza.

I hueso frontal.
II hueso nasal.
III hueso parietal.
IV escama del temporal.
IV' apófisis mamilar.
V fosa temporal.
VI arco cigomático.
VII ala del esfenoides.
VIII hueso supramaxilar.
IX inframaxilar ó mandíbula.

Tronco y cíngulos.

7 séptima ó última vértebra cervical.
19 décimanona ó última vértebra dorsal ó torácica.
20 vigésima ó primera vértebra lumbar.
24 vigésimacuarta ó última vértebra lumbar.
25 á 29 hueso sacro formado por las 5 vértebras sacrales.
30 á 33 coxis, formado por las 4 vértebras coxígeas.
a manubrio esternal.
b cuerpo esternal.
c apófisis ó cartílago xifoides.
d primera costilla verdadera.
e última ó séptima costilla verdadera.
f primera costilla falsa.
g última costilla fluctuante.
h cartílagos costales.
i omoplato ó escápula.
k acromio del omoplato.
l apófisis coracoides.
m clavícula.
n hueso ileon.
o hueso pubis.
p hueso isquion ó cía.

Estremidades.

a' cóndilo del húmero.
b' húmero.
c' articulación ulnar ó cubital.
d' ulna ó cúbito.
e' radio.
f' huesos del carpo.
g' huesos del metacarpo.
h' las dos falanges del pulgar.
i' los dedos con tres falanges.
a'' cóndilo del fémur.
b'' fémur.
c'' rótula ó patela, detrás de la cual la articulación de la rodilla.
d'' tibia.
e'' peroné ó fíbula.
f'' huesos del tarso.
g'' huesos del metatarso.
h'' falanges de los dedos del pie.
i'' astrágalo.
k'' calcáneo.
l'' maléolo ó tobillo externo.
m'' maléolo ó tobillo interno.

meral se ingiere á veces en la cabeza ó directamente en la parte anterior de la columna vertebral; y el posterior, que por lo general se relaciona íntimamente con la columna vertebral, en esos animales casi nunca comunica con ella, siguiendo inmediatamente al cíngulo humeral (*Peces torácicos*, de Lineo), ó hallándose aún delante de él, en la parte yugular (*Peces yugulares*). Las demás partes del esqueleto y la estructura de las extremidades, muestran mucha variedad en la serie de los vertebrados, que comprende los *Peces*, *Anfibios*, *Reptiles*, *Aves* y *Mamíferos*.

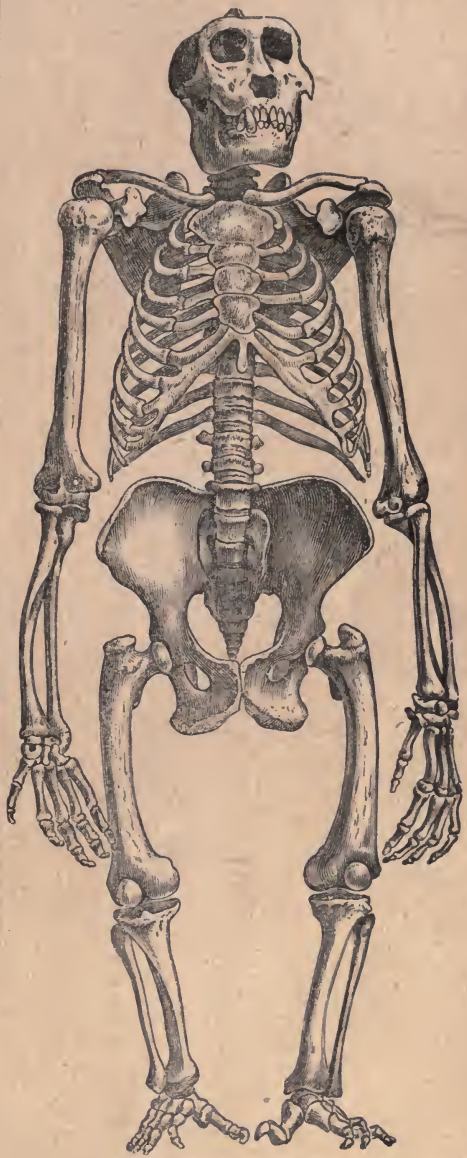
5. *Esqueleto de los Mamíferos.*

Al tratar del *esqueleto de los Mamíferos*, consideraremos en primera línea el del hombre (fig. 160), haciendo algunas observaciones, que servirán para la comparación con las partes correspondientes del esqueleto de los demás mamíferos.

1. *Cabeza.*

La *cabeza*, ó el *cráneo* en el sentido más vasto,

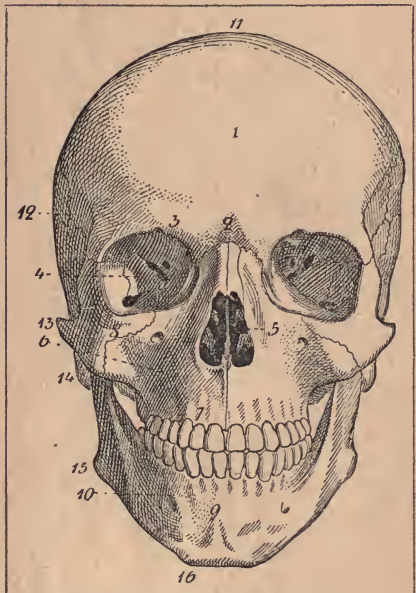
Fig. 161.



ESQUELETO DEL GORILA.
(*Gorilla gina* Is. Geoffr.)

es caracterizada en los mamíferos por las piezas no entresoldadas sino unidas por suturas, con excepción de los monotremados (*ornitorinco* y *equidna*); por los dos cóndilos occipitales, que articulan en la primera vértebra cervical; por la inmovilidad de los huesos supramaxilares y su unión entre sí y con otros huesos, y por la inserción directa de la mandíbula en el cráneo, sin la existencia del hueso intermediario, que se observa en otros vertebrados.

Fig. 162.



CRÁNEO HUMANO VISTO DE FRENTE.
1/3 del tamaño natural.

1 hueso frontal, debajo de *2* los dos huesos nasales, *3* borde superior de la órbita derecha, *4* órbita derecha, *5* cavidad nasal, *6* hueso maxilar superior, *7* dientes de la mandíbula superior, *8* hueso cigomático, *9* barba ó región mentonal, *10* inframaxilar ó mandíbula, *11* vértice del cráneo, *12* fosa temporal derecha, *13* arco cigomático, *14* apófisis mamilar ó mastoides del temporal derecho, *15* ángulo mandibular derecho, *16* protuberancia mentonal ó de la barba.

La cabeza se divide en la *cápsula cerebral* ó *cráneo* propiamente dicho, y en la parte que corresponde á la cara ó *cráneo facial*. El primero se compone, en el hombre adulto, de los ocho huesos siguientes: el *frontal*, los dos *parietales*, el *occipital*, el *esfenoides*, los dos *temporales* y el *etmoides*. El segundo consta de los catorce que siguen: los dos *supramaxilares*, los dos *palatinos*, los dos *cigomáticos*, los dos *nasales*, los dos *lagrimales*, las dos *conchas nasales inferiores*, el *vómer* y el *inframaxilar* ó *mandíbula* (figs. 158 á 163).

El *hueso frontal* consta en su origen de dos piezas, que se refunden durante la primera edad, en el hombre, los monos, murciélagos, insectívoros, rinocerontes, elefantes y monotremados, no sucediendo así en los demás mamíferos.

Los *huesos parietales* se refunden en muchos carnívoros y además en los rumiantes, caballos, rinocerontes, sirenas y monotremados, y en algunos marsupiales y desdentados. No se tocan en los delfines, por causa de la intercalación de los huesos frontal y occipital. En algunos casos están separados por un hueso especial (*interparietal*).

El *hueso occipital* consta, al principio, en el hombre, de cuatro partes, *escama occipital, cuerpo ó parte basilar* y *partes condiloides*, que se observan también en los demás mamíferos, en los cuales se refunden generalmente muy temprano, con excepción de algunos marsupiales, en que la reunión se efectúa muy tarde ó nunca.

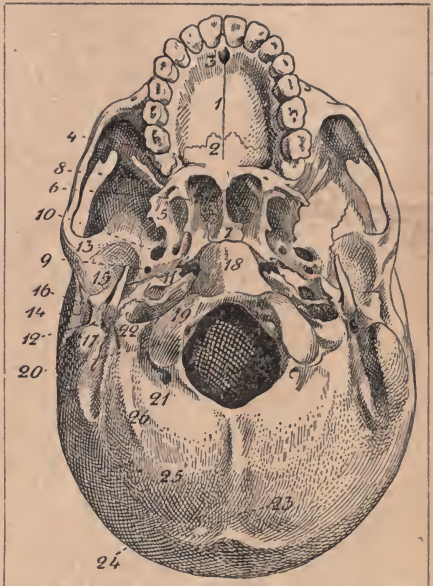
El *hueso esfenoides* [1] proviene en los mamíferos de dos huesos primitivamente separados: los esfenoides *anterior* é *interior*. Sus *alas* entran en la formación de la *fosa temporal*

Los *huesos temporales* se originan primitivamente de cuatro huesos, que se refunden más tarde, y que son: el *temporal*, el *timpanal*, el *mastoides* [2] ó *mamilar* y el *petroso*, el cual encierra el oído interno. Los dos primeros quedan separados en algunos animales, y el tercero falta en los cetáceos y monotremados.

El *hueso etmoides* [3], que se halla en la parte superior de la cavidad nasal, concurre á la formación de la pared de la órbita sólo en el hombre y en los monos.

Los *huesos supramaxilares*, que varían mucho en su desarrollo y son muy largos en el oso hormiguero, tienen entre sí los dos *huesos inter-*

Fig. 163.



CRÁNEO HUMANO VISTO POR DEBAJO SIN EL HUESO INFRAMAXILAR.

1/3 del tamaño natural.

1 parte palatina del hueso supramaxilar derecho, *2* hueso palatino (*1* y *2* juntos forman el paladar duro), *3* foramen incisivo ó palatino anterior, *4* foramen palatino posterior, *5* apófisis externa del ala del esfenoides, *6* apófisis interna del ala del esfenoides, que forma la pared lateral de la cavidad nasal, *7* vómer, *8* fisura orbital inferior, *9*, *10* y *11* aberturas para el pasaje de nervios y vasos, *12* fosa para un vaso, *13* apófisis cigomática del hueso temporal, *14* abertura del conducto auricular, *15* fosa articular para el cóndilo de la mandíbula inferior, *16* apófisis estiloides del hueso temporal, *17* apófisis mamilar ó mastoides del temporal, *18* cuerpo del hueso occipital, detrás del mismo el foramen occipital grande para el pasaje de la medula espinal, *19* cóndilo occipital derecho, *20* margen externa del foramen occipital, *21* abertura para el pasaje de vasos, *22* apófisis occipital transversa, *23* protuberancia occipital externa, en que se origina la cresta ó espina occipital externa, *24*, *25* y *26* líneas cruciadas occipitales.

1. gr. *sphén*: cuña; *eídos*: aspecto. 2. gr. *mastós*: teta, pezón; *eídos*: forma. 3. gr. *ethmós*: criba.

maxilares ó *premaxilares*, que se refunden muy temprano en el hombre y en los monos; en los demás mamíferos se conservan más ó menos, siendo muy grandes en el elefante y en los roedores.

Los *huesos cigomáticos* [1] faltan en los monotremados y en algunos insectívoros.

Los *huesos nasales* se refunden en una sola pieza, durante la primera edad, en los *Monos Catarrinos* [2] ó de nariz angosta, en el rinoceronte y en algunos insectívoros.

Los *huesos lagrimales* son muy grandes en los *Arciodáctilos* [3] (rumiantes, cerdos é hipopótamo), y faltan en los delfines y focas.

Las *conchas nasales inferiores*, que son muy complicadas en los carnívoros y en algunos roedores y marsupiales, son rudimentarias en los delfines; el *vómer*, por el contrario, es muy desarrollado en estos últimos.

El *hueso inframaxilar* ó *mandíbula* tiene por origen dos huesos, que se refunden temprano en el hombre y en los monos, murciélagos y *Perisodáctilos* [4] (caballos, rinocerontes y tapires), manteniéndose separados en la mayor parte de los mamíferos.

El *hueso hioides*, que se relaciona apenas con el cráneo, se halla en la base de la lengua, y es transformado en una especie de vejiga en los *aluatos* ó *monos chillones* (*Mycetes* [5]).

2. *Columna vertebral y tórax.*

La *columna vertebral* del hombre se compone de treinta y tres vértebras, que se dividen en *7 cervicales*, *12 torácicas* ó *dorsales*, *5 lumbares*, *5 sacrales* y *4 coxígeas*.

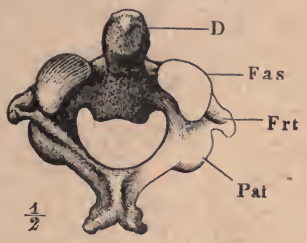
Las *vértebras cervicales* constituyen la armazón del cuello, cuya longitud no depende precisamente del número, sino también de la longitud de cada una de las vértebras. Son generalmente en número de 7, variando de 6 á 9 en los *Bradipódidos* [6] ó *perezosos*. Las dos primeras vértebras (*atlas* y *epistrófeo* ó *axis*) relacionan la columna vertebral con el cráneo. El *atlas* [7] es anular, carece de *apófisis espinosa*, pero tiene las *transversas* muy desarrolladas y provistas de caras de articulación para los cóndilos del hueso oc-

1. gr. *zygón*: yugo. 2. gr. *katá*: abajo, hacia abajo; *rhis*, *rhinós*: nariz. 3. gr. *ártios*: número par; *dáktylos*: dedo. 4. gr. *perisós*: número impar; *dák'y'os*: dedo. 5. gr. *mykétes*: bramador, rugidor. 6. gr. *bradys*: tardo, lento; *pús*, *podós*: pie. 7. gr. *atlás*: portador.

cipital; permite solamente levantar y bajar la cabeza. El movimiento de rotación de la cabeza se verifica sobre la segunda vértebra *(epistrófeo* [1] *ó axis)*, en cuya *apófisis odontoides* [2] gira el atlas con la cabeza. Esta apófisis no es sino el *cuerpo* del atlas, que se ha desprendido de él y refundido con el epistrófeo, el cual posee, además, las *apófisis espinosa* y *transversas* (fig. 164). Las apófisis transversas de las vértebras cervicales son caracterizadas por el *foramen transversario*, que da pasaje á los *vasos vertebrales* (fig. 165).

Las *vértebras torácicas* varían más en número que las cervicales. Hay generalmente de 12 á 14. Algunos murciélagos poseen sólo

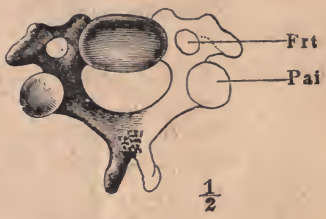
Fig. 164.



EPISTRÓFEO Ó AXIS.
Vista de adelante.

D apófisis odontoides ó diente, *Fas* apófisis oblicua ó articular superior, *Pai* apófisis oblicua ó articular inferior, *Frt* apófisis transversa.

Fig. 165.



QUINTA VÉRTEBRA CERVICAL.
Vista por debajo.

Frt foramen transversario, para el pasaje de los vasos sanguíneos.
Pai apófisis oblicua ó articular inferior.

VÉRTEBRAS HUMANAS.

11; el caballo tiene 18, el asno 19, el elefante 20 y el perezoso de dos dedos, 23 ó 24. Son caracterizadas por el gran desarrollo de la apófisis espinosa y la poca extensión de las transversas (figs. 156 y 157, pág. 264), y por apoyarse en ellas, las costillas.

Las *vértebras lumbares* tienen apófisis transversas muy grandes, y no comunican con las costillas. Se hallan por lo general en número de 5 á 7. El ornitorinco tiene sólo 2 y el equidna 3; en algunos *Monos Lemúridos* [3] *(Stenops* [4]) hay nueve vértebras lumbares.

Las *vértebras sacrales* entresoldadas forman el *hueso sacro*, mediante el cual la columna vertebral se une con la pelvis. Hay generalmente de 3 á 4 vértebras sacrales. Su número es muy va-

1. gr. *épistropheus*: el que gira ó da vuelta. 2. gr. *odús*, gen. *odóntos*: diente. 3. gr. *Lemures*: genios nocturnos, fantasmas, duendes. 4. gr. *stenós*: angosto; *óps*: *cara*.

riable en los marsupiales: en el género *Perameles* [1] hay una sola, en otros, de 2 á 7; en los desdentados hay hasta 9. En los cetáceos, cuya pelvis es rudimentaria, no existe casi la parte sacral de la columna vertebral.

Las *vértebras coxígeas*, que componen el *coxis, rabadilla, cauda ó cola,* sobrepasan á todas las demás en variabilidad de número y de estructura, según la función á que está destinado el órgano que constituyen. En el hombre y en algunos monos hay sólo de 3 á 5 vértebras coxígeas entresoldadas, mientras que en muchos otros mamíferos su número asciende á 30 y 40, y en el pangolín *(Manis* [2] *longicaudata* [3] Shaw) hasta á 46. Los recientes estudios de Fol demuestran la existencia de una cola de 8 vértebras, en el embrión humano á la edad de cinco á seis semanas; estas vértebras se refunden, constituyendo sólo 4. Por excepción nacen individuos con más de 4 vértebras coxígeas separadas, que se prolongan fuera del cuerpo, dando lugar á los raros ejemplares de *hombres con cola.*

Las *costillas* varían en número, según el de las vértebras torácicas, correspondiendo á cada una de éstas, dos de aquéllas. Se unen con el cuerpo de las vértebras por medio de su *cabeza* ó *capítulo* [4], y con la apófisis transversa, por el *tubérculo costal.* En los monotremados falta este último modo de inserción, mientras que es el único para las costillas posteriores de los cetáceos. Las costillas son óseas, con excepción de la extremidad pectoral, que es cartilaginosa y llamada *cartílago costal.* Las costillas que comunican por medio de este cartílago directamente con el esternón, son denominadas *costillas verdaderas,* las que comunican con el cartílago de la costilla verdadera inferior, son las *falsas ó espurias,* y las que no tienen comunicación alguna, son las *costillas fluctuantes.* Hay, por lo general, mayor número de costillas verdaderas, que falsas y fluctuantes; pero también se observa lo contrario, verbigracia en las ballenas, en las cuales sólo la primera costilla es verdadera. En el oso hormiguero las costillas son muy anchas, colocándose el borde posterior de la una sobre el anterior de la siguiente, de manera que faltan los *espacios intercostales,* que existen en otros mamíferos. *Costillas rudimentarias* se observan en algunas vértebras cervicales y lumbares, en que se desarrollan mucho las apófisis transversas, como en el oso común.

1. gr. *péra*: bolsa, maleta; lat. *meles*: tejón. 2. lat. *manis, manes*: manes, sombras ó almas de los muertos. 3. lat. *longicaudatus*: con cola larga. 4. lat. *capitulum*: cabezuela.

El *esternón* se compone de una serie de 4 á 13 placas óseas. En el hombre adulto consta de tres piezas entresoldadas por *sincondrosis* [1]. La superior ó *manubrio esternal,* comunica con las clavículas y el primer par de costillas; la media ó *cuerpo esternal,* tiene por origen varias placas y está en relación con las costillas 3ª á 7ª; el segundo par de costillas se inserta en la fosa sincóndrica entre el *manubrio* y el *cuerpo.* La tercera pieza esternal es la *apófisis xifoides* [2], *cartílago xifoides* ó *ensiforme* [3] (fig. 160 *a, b, c).* En los murciélagos y topos, el esternón está provisto de una elevación longitudinal *(cresta esternal),* en la cual se insertan ciertos músculos pectorales muy desarrollados.

3. Cíngulos humeral y coxígeo.

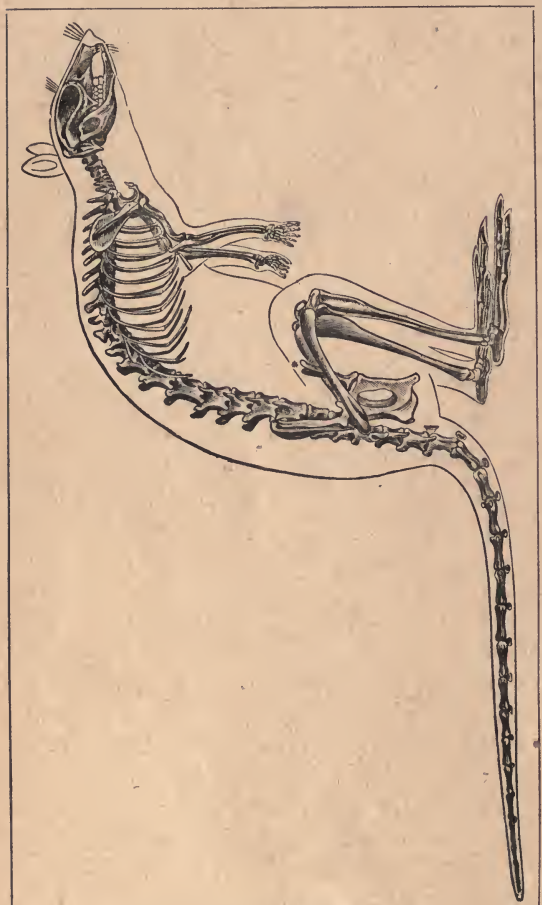
La parte dorsal del *cíngulo humeral* ó *anterior* consta en cada mitad del *omoplato* ó *escápula,* y del mismo modo la pectoral, de la *clavícula.* El *omoplato* existe en todos los mamíferos; es una pieza ósea triangular y lleva una cresta externa, la *espina escapular* [4], que termina en el *acromio* [5]. Debajo del acromio se encuentra la cara de la articulación para el húmero, articulándose también con él la *clavícula,* que comunica, por medio de la extremidad opuesta, con el esternón. La clavícula se halla bien desarrollada sólo en el hombre, los monos, murciélagos, insectívoros y muchos roedores; es rudimentaria en muchos carnívoros y en algunos roedores, y falta por completo en los cetáceos, arciodáctilos, perisodáctilos y en algunos desdentados y carnívoros. La *apófisis coracoides* [6] del omoplato, forma un hueso especial *(hueso coracoides)* en los monotremados, uniendo, junto con la clavícula, el omoplato con el esternón. En estos animales, que representan los mamíferos más inferiores, hay además un *episternón* [7] ó *hueso interclavicular,* que une la clavícula con el esternón.

El *cíngulo coxígeo* ó *posterior,* representado por la *pelvis,* falta casi por completo en los cetáceos, mientras que en los demás mamíferos se compone de tres huesos, el *íleon* ó *hueso de las cade-*

1. gr. *synchóndrosis:* unión por medio de cartílagos; de *syn:* junto y *chóndros:* cartílago. 2. gr. *xíphos:* espada; *eidos:* forma. 3. lat. *ensiformis:* de forma de espada. 4. lat. *scapularis:* relativo á la escápula ó espalda. 5. gr. *ákros:* extremidad; *ómos:* espalda. 6. gr. *kórax,* gen. *kórakos:* cuervo; *eidos:* aspecto. 7. gr. *epi:* arriba; *stérnon:* pecho, esternón.

ras, correspondiendo al omoplato del cíngulo humeral, el *pubis,* que equivale á la clavícula, y el *ísquion* ó *cia*[1] (fig. 160 *n*, *o*, *p*).

Fig. 166.



CANGURU: *Macropus elegans* F. Cuv.
* Huesos marsupiales.

Estos tres huesos de cada mitad de la pelvis se refunden temprano, excepto en los monotremados. La pelvis se une al hueso sacro por medio del íleon; raras veces (en algunos murciélagos y desdentados) favorece también esta unión, el ísquion. La *sínfisis*[2] *pubis* proviene de la unión de los huesos pubis, y sólo en los caballos, rumiantes y marsupiales toman también parte en su formación los huesos ciáticos. Muchos murciélagos carecen de sínfisis, quedando los huesos correspondientes separados. En los marsupiales (comadrejas, etc.) y en los monotremados hay dos huesos más en la pelvis, llamados *marsupiales*[3], que comunican con el borde superior del pubis, dirigiéndose hacia adelante (fig. 166*). De estos huesos cuelgan las *bolsas de cría* ó *marsupios.* La pelvis de los ce-

1. gr. *ischion*· hueso ó articulación de la cadera. 2. gr. *synphisis*: unión, reunión, soldadura. 3. lat. *marsupium*: bolsa.

táceos consta sólo de los huesos ciáticos, ó de éstos y del pubis, ó de éste último y de los ilíacos, pero siempre rudimentarios. Así, en los lamantinos (*Manatus* [1]), está formada solamente por los huesos ciáticos rudimentarios; en las ballenas (*Balaena* [2]), por los huesos ciáticos y pubis, y en los dugongos ó becerros marinos (*Halicore* [3]), por los ilíacos y pubis rudimentarios. En todos estos animales acuáticos no existe, por consiguiente, la *cavidad de la pelvis*, de los demás mamíferos.

4. *Extremidades.*

Las *extremidades anteriores*, apoyadas en el cíngulo humeral, se componen de tres partes principales: el *brazo*, el *antebrazo* y la *mano*.

El *brazo* consta de un solo hueso, el *húmero*, y es muy corto en los cetáceos, cuyas extremidades anteriores están transformadas en una especie de aletas. En los arciodáctilos y perisodáctilos es también bastante corto, pero en cambio tienen esos animales la mano muy desarrollada (fig. 167 D, P, O). El húmero comunica por su extremo superior con el omoplato, y por el inferior, con los huesos del antebrazo (fig. 160).

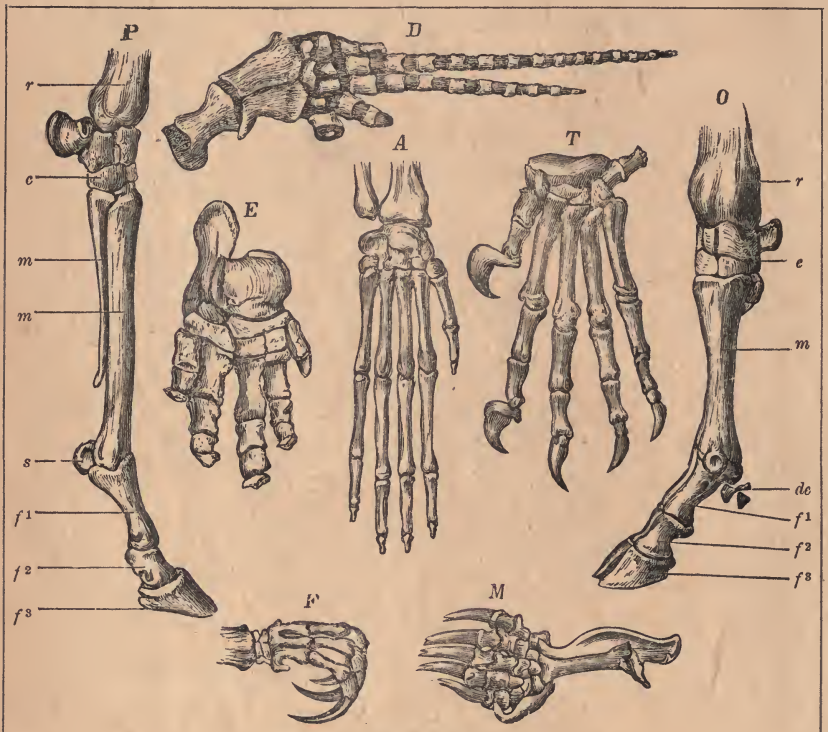
El *antebrazo* se compone de los huesos *radio* y *ulna* [4] ó *cúbito*. En el hombre, los monos, carnívoros, roedores y varios otros mamíferos, estos dos huesos están bien desarrollados y separados; en los murciélagos, arciodáctilos y perisodáctilos la *ulna* es rudimentaria en la parte inferior y se suelda con el *radio*. Pero en todos los casos, la extremidad superior de la ulna sobrepasa á la del radio, formando el *olecranón* [5] ó *apófisis anconeis* [6].

La *mano* se compone del *carpo*, del *metacarpo* y de los *dedos* ó *falanges* (figs. 160, 167 y 168). El *carpo* consta generalmente de siete huesecillos, dispuestos en dos series (3 : 4), agregándose muy á menudo á la primera serie otro más, el *hueso pisiforme* [7]. Los de la primera serie, contados de la parte radial hacia la ulna de la mano, son: el *escafoides* [8] ó *navicular* [9], el *lunar*, el *tricuetro* [10], y si lo hay, el *pisiforme;* en relación con los huesos del

1. lat. corr. *manati*: con manos. 2. lat. *balaena*: ballena. 3. gr. *háls*: mar; *kóre*: virgen, doncella. 4. lat. *ulna*: codo, ana, vara. 5. gr. *oléne*: codo; *kránon*: cabeza, cráneo. 6. lat. *ancon, anconis*: codo. 7. lat. *pisiformis*: de forma de arveja. 8. gr. *skáphos*: navecilla, lancha; *eídos*: forma. 9. lat. *navicularis*: relativo á naves ó navegación. 10. lat. *triquetrus*: triangular.

antebrazo, se los denomina también *radial, intermedio* y *ulnar* ó *cubital.* Los de la serie inferior se llaman: el *trapecio,* el *trapezoides,* el *capitado*[1] y el *hamado*[2] ó *unciforme*[3]. Su número varía, intercalándose, en los monos (figs. 161 y 167) y en muchos roedores, entre las series, otro

Fig. 167.



EXTREMIDADES DE MAMÍFEROS.

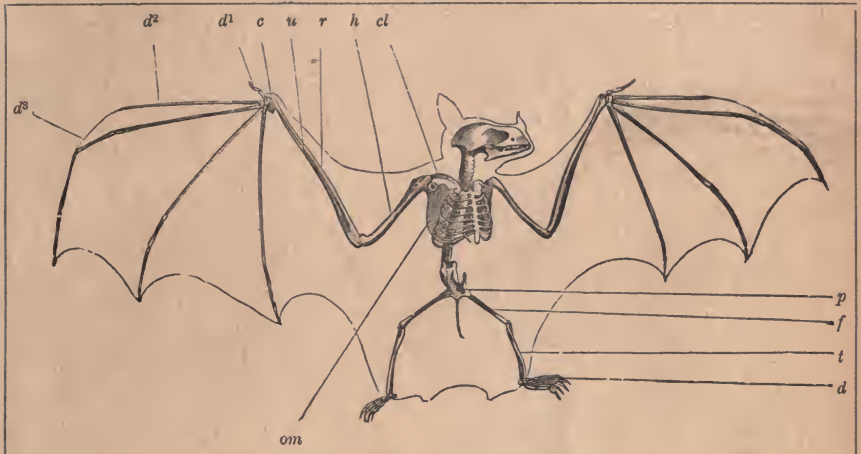
A mano del orangután.
D extremidad del delfín.
E pie posterior del elefante.
F extremidad del perezoso.
M extremidad del topo.
T pie anterior del tigre.
P pie anterior del caballo.
r radio.
c carpo.
m metacarpo.
s sesamoides.
f^1 primera falange.
f^2 segunda falange.
f^3 tercera falange.
O pie anterior del bisonte.
de dedos espurios.
(Lo demás como en *P*).

huesecillo más; ó refundiéndose algunos, como, por ejemplo, en los carnívoros, en los cuales se entresueldan el *escafoides* y el *lunar,* etc. El *metacarpo* se compone generalmente de cinco huesecillos, que articulan con los de la segunda serie del carpo, y de los cuales cada uno lleva

1. lat. *capitatus*: con cabeza. 2. lat. *hamatus*: con gancho. 3. lat. *unciformis*: de forma de garfio ó gancho.

un dedo. También hay, por lo común, cinco dedos, formados por tres huesecillos ó *falanges*, con excepción del *pulgar*, que consta sólo de dos. En los arciodáctilos y perisodáctilos, hay menor número de dedos, quedando algunos rudimentarios ó faltando por completo, lo cual sucede también con

Fig. 168.



VAMPIRO: *Phyllostoma hastatum* PALL.

om	omoplato.	*c*	carpo.	*p*	pelvis.
cl	clavícula.	d^1	pulgar.	*f*	fémur.
h	húmero.	d^2	dedo índice.	*t*	tibia.
u	ulna.	d^3	dedo medio.	*d*	dedos del pie.
r	radio.				

los huesos correspondientes del metatarso. En primera línea puede faltar el pulgar, ó éste y el dedo meñique; en segunda, los dos mencionados y los dos adyacentes, no quedando sino el tercer dedo ó intermedio, como, por ejemplo, en el caballo (fig. 167 *P*). En los murciélagos se desarrollan excesivamente los huesos del metacarpo y las falanges, para servir de inserción á las *membranas alares* (fig. 168), y en los cetáceos y otros animales acuáticos son á propósito para la formación de las *aletas* (fig. 167 *D*).

Las *extremidades posteriores*, apoyadas en el cíngulo coxígeo, se componen del *muslo*, de la *pierna* y del *pie*, y tienen en su estructura mucha semejanza con las extremidades anteriores (figs. 160, 161, 167 y 168). Faltan en los cetáceos, observándose sólo en la ballena común, pero en estado muy rudimentario. El *muslo* consta del hueso *fémur*, que articula en la parte superior con la pelvis y en la inferior concurre á la formación de la articulación de la rodilla. Delante de ésta se halla la *rótula* ó *patela* [1], de

1. lat. *patella*: platillo, taza, escudilla.

que carecen algunos marsupiales. En la *pierna* hay dos huesos, la *tibia* y el *peroné ó fíbula* [1]. La *tibia* es mucho más voluminosa que el *peroné,* el cual es poco desarrollado en los perisodáctilos y arciodáctilos, encontrándose en los primeros en la parte superior de la tibia, y en los segundos en su parte inferior. El *pie* se compone de las tres partes llamadas *tarso, metatarso* y *dedos.* El *tarso* consta de siete huesos que forman una primera serie compuesta de dos, un hueso medio *(escafoides ó navicular),* y una segunda serie, compuesta de cuatro. El primer hueso *(astrágalo* [2]*)* de la pri-

Fig. 169.

LAGARTIJA ALADA Ó DRAGÓN: *Draco volans* L.

mera serie, que nunca falta, se articula con la tibia, y el segundo *(calcáneo* [3]*)* forma el *talón.* Los cuatro huesos de la segunda serie son los tres *cuneiformes* [4] *(primero, segundo* y *tercero)* y el *cuboides* [5]. En los rumiantes se refunden los huesos *escafoides* y *cuboides.* El *metatarso* y los *dedos* son más ó menos de la misma construcción que el metacarpo y los dedos de las extremidades anteriores.

En la anatomía el nombre de *mano* se da siempre á la última parte de la extremidad anterior de los mamíferos, conservando la denominación de *pie,* para la de la posterior. En cuanto á la fisiología, se comprende bajo el nombre de *mano* la extremidad en la cual el pulgar ó primer dedo puede ser colocado en frente de los dèmás dedos ó relacionado, á voluntad, con ellos; la última parte de la extremidad, en que no se puede hacer esta manipulación, se llama *pie.* En vista de esta clase de organización de las

1. lat. *fíbula*: lo que sirve para unir dos cosas, v. gr. hebilla, clavija, etc. 2. gr. *astrágalos*: vértebra, huesecillo, dado. 3. lat. *calcaneum*: talón, calcañar. 4. lat. *cuneiformis*: de forma de cuña. 5. gr. *kybos*: cubo; *eidos*: forma.

extremidades, se clasifica los animales en *bimanos, cuadrumanos* y *cuadrúpedos.* Los animales que pisan el suelo con toda la planta del pie, se llaman *plantígrados* [1]; los que lo hacen con media planta, *semiplantígrados;* los que tocan el suelo solamente por medio de los dedos, *digitígrados* [2], y los que lo hacen únicamente con el casco, *ungulígrados* [3]. Del empleo de las diversas partes de la mano y del pie en la locomoción, depende la velocidad de ésta. Los *digitígrados* andan con más celeridad que los *plantígrados,* y el oso hormiguero, que se apoya en las partes ulnar y fibular de las extremidades, y más aún el perezoso, que pisa con todo el antebrazo, son muy lentos en sus movimientos locomotores.

Las extremidades descritas, que representan los *órganos especiales de locomoción* del hombre y de los animales superiores, varían mucho en su desarrollo, según el medio en que viven los seres y según los hábitos locomotores adquiridos ó impuestos por su organización. Son una especie de aletas ó *patas natatorias* en los animales acuáticos; están provistas de membranas en los voladores, representando *alas,* ó son á propósito para correr *(patas cursorias),* para andar *(patas gresorias* [4]), para cavar *(patas fosorias),* para trepar *(patas trepadoras ó escansorias* [5]), para agarrar bien la presa *(patas raptorias),* para saltar *(patas saltatorias),* (fig. 166), etc. En muchos casos sirven para varias clases de movimientos locomotores ó varias funciones, en algunos están provistos de órganos secundarios, ó el cuerpo lleva esta clase de órganos, para facilitar la locomoción, como en la lagartija alada ó dragón (fig. 169), *Draco volans L.*

Otras particularidades al respecto serán tratadas en la Zoología especial.

---

1. lat. *planta*: planta del pie; *gradus*: paso. 2. lat. *digitus*: dedo. 3. lat. *ungula*: casco, vaso. 4. lat. *gressorius:* á propósito para andar, caminar. 5. lat. *scansorius*: relativo al trepar.

ERRATAS.

Página:	Línea:	En lugar de:	Léase:
12	31	productos	producciones
21	8	CANTIPRATANUS	CANTIMPRATANUS
32	27	preformados	preformadas
34	5	invierte	condensa
34	24	disminuyen	disminuye
40	28	da	de
50	29	en	á
51	4	glicerinas	glicerina
60	fig. 7	*a b*	*b a*
80	fig. 22	*Paramaecium*	*Paramecium*
80	36	formar	forman
109	35	artículos	alimentos
122	7	larva	larga
167	1	anima	animal
179	3	espirado	inspirado
197	5	*capilar*	*papilar*
203	28	*enquistación*	*inquistación*
223	14	fosfato	fósforo
224	2	preceptor	perceptor
239	37	voz	palabra
243	fig. 138	externa	interna

ÍNDICE ALFABÉTICO.

Págs.

Abdomen. 263, 267
Aberturas:
auricular 265, 271
nasal 265
Abomaso. 128
Abono. 144
Absorción 140
celular. 141, 142
extracelular 142
intracelular 141, 142
Academias 21, 22
Acción de los nervios . . . 234
Ácidos. 36, 57, 58
acético 57
biliarios 51
butírico 57
caprílico 57
caprínico 57
caprónico 57
carmínico 58
cimicínico 57
clorhídrico 36
esteárico 48
fórmico 57
fosfórico 36
glicocólico 51
grasos 49
hioglicocólico 51
hipúrico 57
inorgánicos 36
láctico 58
nitrogenados. 56
no nitrogenados 57
no volátiles 58
oleofosfórico. 49
oxálico. 58
paraláctico 58
quinurénico 57
sulfhídrico 35
sulfúrico 36

Págs.

Ácido taurocólico. 51
úrico 56
volátiles 57
Acinos lactíferos. 195
Acontias 258
Acosta 22
Acromio 268, 275
Actividad:
de la célula. 64
del músculo: 96, 261
Acueducto de Silvio. . 225, 227
Afinidad 164
Afómetro. 238
Agássiz 29, 30, 31
Agrio 242
Agua 34
Aguas vivas 34, 67
Aire atmosférico 166
Ala (esqueleto) 101
magna del esfenoides 265, 268, 271
Alas 281
Alberto de Bóllstatt. . 21
Alberto Magno 21
Albúmina:
del huevo. 42
del suero 42
de tata. 42
Albuminatos 4, 41, 106
precipitables. 139
Albuminoides 45
solubles 50
Álcalis esteáricos. 49
oléicos 49
palmíticos. 49
Alcippe 209
Aldrovandi 22
Aldrovandia 11
Alentar 178
Aletas. 267, 279, 281

Págs.

Alimento completo 195
Alimentos 105
Almeja 170
Almidón 50
ALPINO 22
Alteraciones de la sangre . 161
Alternación en la reproducción 215
Alto 184
Altura de la voz. 183
Aluminio. 33
Alvéolos:
mandibulares 119
pulmonares 174
Alytes obstetricans 218
Alligator 56
ALLMAN 31
Amargo 242
Amíbeas 60
Ámidos 55
Amígdala 118
Amiloide. 43
Amoeba:
porrecta 60
verrucosa 60
Amorfozoarios 60
Amphiglena 258
Amphioxus . . 196, 222, 229, 234
Ampollas:
branquiales 168
del laberinto. . . 247, 249, 251
de Poli. 169
de Savi 237
pedicilarias 169
Analogías 101
Anastequíosis 219
Anatomía 16
Andrógino 207
Anfibiología. 17
Anfibios 31
Anguílula del trigo 112
Anhidremia. 75
Anhidridos:
carbónico 35
silícico. 35
Anillo faríngeo 221
ganglionar 221
Animal 6
Animales. 2, 6, 12
anfibióticos 165
bimanos 281
carpófagos 111
coprófagos 111
creófagos 111

Págs.

Animales cuadrumanos . . 281
cuadrúpedos. 281
de rapiña. 111
de respiración acuática. . 165
de respiración aérea. . . 165
dermatópticos 253
de sangre caliente . . . 185
de sangre fría 186
de temperatura constante . 185
de temperatura variable . 186
digitígrados 281
fitófagos 111
fotófilos 253
fotófobos 253
frugívoros. 111
granívoros 111
herbívoros 111
homeotermos. 185
invernantes 188
oftalmoscópicos. 253
omnívoros 111
ovíparos 210
ovivivíparos 211
pecilotermos. . . . 185, 186
plantígrados. 281
poéfagos 111
ptomatófagos 111
saprófagos 111
semiplantígrados 281
ungulígrados 281
vivíparos 210
Animales y vegetales . . . 6
Ano 114
Anobium 179
Antebrazo 277
Antímeros 102
Aorta 149, 153, 159, 160
ascendente 151
descendente 150, 151
Aparatos. 4, 102
bucal 116, 266
de Corti 250, 251
de deglución 123
de digestión. . . . 114, 125
de estridulación 179
digestivo 125
lagrimal 256
locomotor activo 260
locomotor pasivo 262
musical auditivo . . 250, 251
nasal óseo 267
palatino maxilar . . 266, 267
vocal 180, 183
Apéndice ciego espiral. . . 125

Págs.

Apéndices ciegos 125
esqueletarios internos . . 263
pilóricos 125
vermiforme 129
Aplysia 36
Apófisis:
anconeis 277
articular inferior 273
articular superior 273
cigomática 271
coracoides 268, 275
del hueso esfenoides. . . 271
del hueso temporal . . . 271
espinosa 266, 273
estiloides 271
mamilar 265, 268, 271
mastoides. . . . 265, 270, 271
oblicuas 273
occipital 271
odontoides 273
transversas 266, 273
xifoides 268, 275
Aposición 67
Árabes 20
Aracnoides 228
Arca 74
Arcos:
aórtico 150
cigomático 268, 270
de Corti 250, 251
palatinofaríngeo 117
palatino lingual 117
palatinos 117
vertebral 265
Arena auditiva. 251
ARISTÓTELES 19
Arius 219
Arsénico 33, 40
Arte gastronómico 109
Arterias . . . 149, 150, 154, 156
anónima 150, 160
aorta 153
braquial 150
carótidas 150, 160
crural 150
cubital. 150
femoral 150
hepáticas 150, 154
pulmonares. 149, 150, 153, 154, 160
radial 150
subclavia 150
subclavia izquierda . . . 150
ulnar 150

Págs.

Articulaciones:
cubital 268
de la rodilla. . . . 268, 279
ulnar 268
Articulados 29
Artrópodos 28, 29, 30
Ascaris:
lumbricoides. 116
nigro-venosus 217
Asimilación 4
Aspidisca polystila 203
Astas medulares 228
Astrágalo 268, 280
Astronomía 1
Atlas 272
Atrios 151, 153, 158
arterial. 152
derecho 149, 150, 152, 154, 160
izquierdo 149, 150, 152, 154, 160
venoso 152
Atrofia celular. 70
Aurícula 158
derecha 160
izquierda 160
Aves 31
insesoras 42
nidífugas 42
AVICENNA 20
Axis 272, 273
Ázoe 33
Azúcares. 53
de leche 53, 196
de uva. 53
Azufre 33
Bacilos acústicos. 251
Bacineta renal. 199
BACON 21
Bacterios 2, 133
Bacterium phosphorescens . 191
BAER 28
Bagrus 180
Bajo 184
Balaena 277
Barba 270
Barítono 184
Bazo 150, 163
BEAUVAIS 21
BEDA 20
BELÓN 22, 23
Belone 88
BELLOVACENCIO 21
BENEDEN 30, 31
BIBRON 31
Bicho colorado. 112

Págs.

Bicho de cesto 210
Bilirubina 51
Bilis 132
Biliverdina 51
Bimanos 281
Biología 18
Bisexualidad separada . . . 208
Biso 170
Bizio 54
Bizzózero 73
Blainville 27, 31
Blanchard 30
Boa 51
Boca 114, 116
Bochardt 22
Bolsas:
bucales internas 118
de cría 276
Bollstatt 21
Bómbice de la morera 23, 210, 212
Bombyx Mori 210, 212
Bonete 128
Bonnet 26
Bontio 22
Bostezo 178
Botánica 13
Botones del gusto 241
Bóveda cerebral 225
Bowerbank 30
Brachiella 209
Branquias 168
ambulacrales 168
bucales 168
intestinales 167
Brazo 101, 277
Brehm 31
Brillo ocular 191
Brochi 29
Bromo 33, 40
Brongniart 29
Bronquios 173, 174
Brotación 69, 204
acrógena 205
anfígena 205
basilar 205
celular 69
estolonógena 205
externa 205
interna 205
lateral 205
por intercalación 205
terminal 205
Brown 259
Bucéfalo del saguaypé . . . 218

Págs.

Buches 124
Buffón 26
Bulbos:
ocular 256
olfatorio 226
Búrmeister 30
Buetschli 93
Cabeza 266, 268, 269
costal 274
Cadáver 219
Cadena abdominal 221
ganglionar 221
ventral 221
Caimán 56
Caja:
del tímpano 248, 249
torácica 267
Calcáneo 268, 280
Calcio 33
Cálculos biliarios 51
Cálices:
del gusto 241
renales 199
Calidades de sabor 242
Calobranchus 167
Calor animal 185
Callichthys asper 167
Camaleón 259
Cámaras:
mesentéricas 115
ocular anterior 255
ocular posterior 255
Cambio:
de colores 259
de fuerza 110
de la materia celular . 64, 65
de materia . . . 4, 10, 32
Campanilla 116
Canales:
coclear 249, 250, 251
de Havers 89
de Petit 255
de Schlemm 255
digestivo 114, 125
intestinal 114, 115
medular 264
medulares 89
petroso 169
poríferos 78
semicirculares . . . 247, 249
semicirculares membranosos 246, 247
Caninos 119
Cansancio muscular . . 96, 261

Págs.

Cantidad:
de alimento necesario 109, 110
de sangre. 76
CANTIMPRATANUS 21
Capacidad:
de absorción celular. . . 66
pulmonar. 178
Capítulo de las costillas . . 274
Cápsulas:
articular 261
cartilaginosa cefálica 263, 266
cartilaginosas 87
cefálica cartilaginosa. 263, 266
cerebral 270
de Bowman. 199
de Mueller 199
dentarias 119
ocular 256
Cara 270
Caracol 249, 250
Carbonatos:
alcalinos 37
de calcio 37
de magnesio. 38
de potasio 37
de sodio 37
Carbono 33
Cardias 126
Cardo. 43
Cardo santo 9
Carne 92, 260
Carnívoros 111
Carótida izquierda 150
CÁRPENTER. 30
Carpo 277
Carpófagos 111
CÁRTER 30
Cartílagos 86
amarillo 87
aritenoideos 181
cefálico 263
conjuntivo 87
corniculado 182
costal 274
costales 268
cricoideo 181
cuneiformes 182
de osificación 87
elástico 87
ensiforme 275
fibroso 87
hialino. 86
laríngeos 181
parenquimático 87

Págs.

Cartílagos persistentes . . . 87
provisorios 87
reticulado. 87
Santoriniano. 181
tiroideo. 181
Wrisbergianos 182
xifoides 268, 275
Cascabel. 122, 179
Cáscara 262
Caseína 43, 196
de las palomas. 43
del suero 42
Cassis. 36
Catamorfosis 219
Cathartes atratus. 75
Cauda. 274
Causas:
de la circulación 164
vitales 2
Cavidades:
abdominal 115, 147
bucal 114, 116
Cavidad celíaca . . . 115, 147
de la pelvis 277
faríngea 123
gastrovascular . . . 115, 125
nasales. 270
ocular ósea 256
visceral 115
Ceguera psíquica. 230
Celdillas:
parietales. 173
pulmonares 174
Celenterados 29
Celoma 147
Célula. 61
Células 4, 28, 61
adiposas 63, 85
ameboidales. 61, 62
cartilaginosas 87
cromatóforas 259
de Corti 251
del gusto. 241
de uratos. 191
ebúrneas 63
epiteliales. 63, 77
escabrosa. 63
ganglionares 96, 97
gigantes 62
grasas 261
hijas 68
madre 68
migratorias 64
muscular 93

Págs.

Células nerviosas. . . . 96, 97
olfatorias 244
óseas 88
ovulares 62
parenquimáticas 191
pigmentosas 63, 259
primordiales . . . 8, 62, 211
sanguíneas 71
simples en substancia intercelular líquida 71
urentes. 67
Celulosa animal 49, 262
vegetal. 10, 50
Cemento dentario. . . . 89, 90
Centaurea calcitrapa. . . . 9
Centros:
de coordinación 230
de la reflexión. 231
psicomotores. 230
psicosensorios 230
respiratorio 231
sacaropoético 231
vasomotor 231
Centrosomas 69
Ceraospongios. 47
Ceras 52
de la abeja de miel . . . 52
de la China. 52
Cercaria 218
Cercopithecus sabaeus . . . 187
Cerebelo . . . 224, 227, 228, 230
Cerebrina 48
Cerebro 220, 222, 224
anterior 224
intermedio 224
medio 224
posterior 224
Cereus coriaceus 115
Cerina 52
Cetacina 52
Cetina. 52
Cilias 79, 260
Cilinderaxis 97
Cimicina 57
Cíngulos. 267, 268
anterior 267, 275
coxígeo 267, 275
de las extremidades . 267, 268
humeral 267, 275
pectoral 267, 275
posterior 267, 275
Circulación 144, 146, 151
de la linfa 145
de la materia 32, 144

Págs.

Circulación:
de la sangre 103, 105, 145, 146
de la vena porta 153
doble 152
doble completa. 153
doble incompleta 153
grande. 152
lacunaria 147
pequeña 152
pulmonar. 153
simple 151
Círculos:
corporal 152
grande. 152
menor 152
respiratorio 152
Circunvoluciones. 224
Citoda 61
Cladonema radiatum . . . 216
CLAPAREDE 30
CLAUS. 29
Clavícula 267, 268, 275
Cleodora. 190
Clitelo. 189
Cloaca. 124, 129
Cloro 33
Clorófila 10, 58
Clorosis 75
Cloruros:
de amonio 37
de hierro 39
de potasio 37
de sodio 36
Coagulina 43
Coágulo sanguíneo 74
Coanas 123, 243
Cobitis fossilis 167
Cobre 33, 39
Cóccidos 58
Coccus Cacti 55, 58
Cochinilla 55, 58
Coenurus 205
COITER 23
Cola (cauda) 274
Cola (gelatina) 45
Colágeno. 45
Coleópteros bombarderos 57, 80
Colestearina. 51
Colmillos. 119
Colon 128, 129
ascendente 129
descendente 129
transversal 129
Colonias de células. . . 61, 68

Págs.

Colonias de individuos. . . 204
Colores 257, 259
del iris. 260
de tornasol 260
fundamentales 257
Columela. 248
Columna vertebral . . 265, 272
Columnilla 250
Collocalia 47
Comadrejas 129
Combinaciones:
binarias 34
ciánicas 58
cuaternarias 40
orgánicas 40
Combustibles del organismo. 185
Comisuras 221
anterior 227
basilar blanca . . . 226, 227
basilar gris 226, 327
media 227
medular 228
posterior 227
Componentes de alimentos . 108
Conario 225, 227, 258
Conchas nasales . . 243, 270, 272
Cóndilo:
del fémur. 268
del húmero 268
occipital 265, 270, 271
Condimentos 137
Condrina. 46, 86
Condrógeno. 46
Conductos:
auditivo externo . . 248, 249
auricular 248
biliario. 131
cístico 132
coclear. 247
hepático 131, 132
lactíferos 194
pancreático 131
torácico 141, 162
wirsangiano 131
Conjugación 8, 209
Conjuntiva:
del ojo. 255, 256
subcutánea 197
Cono cristalino. 257
Conquiolina. 47
Conquiología 17
Conservación:
de la especie 201
de la existencia. 4

Págs.

Conservación:
del calor 187
del individuo 201
Consumo de oxígeno . . . 165
Contenido celular . . . 61, 63
Continuidad del protoplasma 211
Contracción muscular . . . 261
Contractilidad:
celular. 65
muscular 261
Cope 29
Copérnico 21
Coprófagos 111
Copropóesis. 139, 143
Corales 7, 30
Coral noble. 208
Corallium rubrum 208
Corazones 148, 157
accesorios. 159
arteriales 159
compuestos 159
dobles 152, 159
linfáticos 162
simples. 151, 159
venoso-arterial 159
venosos 159
Coriína 47, 84
Corion. 197
Cormas 204
Córnea 255, 257
Coroidea 255
Corpúsculos:
calóstricos 195
conjuntivos 83, 84
de Malpighi. . . 163, 199, 200
de Vater-Pacini 237
lácteos. 195
linfáticos 76, 162
marginales 199
óseos 88
quilíficos 76
salivares 134
Corriente sanguínea. . . . 155
Corvina trispinosa 176
Cosme de Médici 21
Costillas 266, 268, 274
espurias 267, 274
esternales. 267
falsas 267, 268, 274
fluctuantes . . . 267, 268, 274
rudimentarias 274
verdaderas . . . 267, 268, 274
Costra flogística 75
Cottus. 180

Págs.

Coxis 263, 268, 274
Cráneo . 265, 266, 269, 270, 271
facial 270
primordial 266
Crasamento sanguíneo. . . 74
Creatina 55
Creatinina 55
Crecimiento de la célula . . 67
Creófagos 111
Creseis 190
Crestas:
auditivas 250
esternal 275
estridulatoria 79
Crèsta occipital 271
Cría 218
Criptas. 193
Crisálida 214
Cristales 3
Cristalino. 255, 256, 257
Crótalo 122
Crotalus horridus 122
Cuadrumanos 281
Cuadrúpedos 281
Cuajar. 127, 128
Cuajo 43, 50
Cuarzo 35
Cúbito. 268, 277
Cubierta muscular 95
Cuerdas:
abdominal 221
acústica 251
del simpático 233
dorsal 264
ganglionar 221
ventral. 22
vocales. 172, 180, 182
Cuernos medulares 228
Cuerpos:
adiposo. 48, 85
animados 2
bacilares auditivos. . . . 247
bacilares olfatorios . 243, 244
bacilares ópticos 256
calloso. 225, 226, 227
candicantes . . . 225, 226, 227
ciliar 255
cuadrigéminos . . . 225, 226
de las vértebras . . 264, 265
esternal 268, 275
graso timoso. 164
gris 225
indiferentes 58
inorgánicos 2, 12, 39

Págs.

Cuerpos:
mamilares. 225, 226
no animados. 2
occipital 270, 271
orgánicos 2, 12
papilar. 197, 237
retrosternal 164
simples. 33
vertebral 264
vítreo 255, 256
Cuidado de la cría 218
CUMMINS. 137
Cutícula 80, 196
Cutis 197
anserina 197
CUVIER 26, 29, 31
Chaetopterus 189
Chimæra monstrosa . . . 190
CHITTENDEN 137
Chrysophrys 208

Dactylethra 122
DAMIRI 20
DARWIN 31
Decadencia 210, 219
Dedos. . . . 268, 277, 279, 280
índice 279
intermedio 279
medio 279
meñique 279
Dentadura de leche. . . . 120
Dentición 120
Dentina 89
Dermis 197
Desarrollo 210
de la zoología 19
del mosquito 213
de un sapo 215
directo 212
embrionario 210
indirecto 212, 213
DESCARTES 21, 258
Desdentados 119
DESHAYES 30
DESMAREST. 29
DESOR 30
Dextrina. 50, 54
Dextrosa. 50, 53
Diabetes 76, 231
Diafragma. 125
Diapasón normal. 183
Diastasa 50
Diástole 149, 150, 160
Didinum nasutum 112

Págs.

Dientes 118, 270
caninos 119
carnicero 120
complicados 91, 121
compuestos 121
de leche 119
de veneno 121, 122
estomacales 118
faríngeos 118
incisivos 119
inframaxilares 270
laminares 91, 121
laniario 119
linguales 118
mandibulares 118
molares 119
palatinos 118
postmolares 120
prehensiles 120
premolares 119
proventriculares 118
sectorio 120
simples 121
supramaxilares . . . 270, 271
ventriculares 118
DIESING 30
Difiodontes 120
Difusión 66, 164
Digeribilidad de carnes . . 137
Digestión 133
bucal 133
duodenal 139
estomacal 135
intestinal 138
secundaria 140
Digitígrados 281
Difatabilidad muscular . . . 261
Dimensiones de las células . 62
Dimorfismo sexual 208
Dinobryon sertularia . . . 206
Discos:
anisotrópicos 95
isotrópicos 95
Discrasia hemorrágica . . . 75
Distomum:
flavescens 115
hepaticum . . 125, 216, 217, 218
División celular 68
Divisiones de la Zoología . 15
Dolium 36
Dominicanos 21
D'ORBIGNY 30
Draco volans 280, 281
Dragón 280, 281

Págs.

Drosera 11
Droseras 9
DUFOUR 30
DUJARDIN 30
Dujardinia 74
Dulce 242
DUMÉRIL 31
Duodeno 128
Duramáter 228
Echiniscus Creplini 5
Ectoparásitos 112
Echinococcus 205
Edades:
antigua 19
media 20
Eflorescencia 11
Efluvios de olor 242
Efusión 66
EHRENBERG 29, 30
Elasticidad muscular . . . 261
Elastina 46
Elementos:
bacilares 78
contráctiles 93
ELLENBERG 134
Embriología 16
comparada 210
Embrión 210, 211
Encéfalo 222, 224
Endolinfa 250
Endósmosis 66
Endotelios 77
Endurecimiento:
celular 70
de tejidos 86
Enfermedad de azúcar . . . 231
Engrasamiento celular . . . 70
Enquistación 203
Entodermis 141
Entomolina 46
Entomología 17
Entoparásitos 112
Entozoarios 112
Entresijo 125
Epicrium glutinosum . . . 157
Epidermis 78, 81, 196
Epífisis 225
Epiglotis 172, 182
Episternón 275
Epistrófeo 272, 273
Epitelios 77
cilíndrico 78
compuestos 77
estratificados 77

Págs.

Epitelio flagelado 79
pavimentoso 78
simple 77
vibrátil 79
Epizoarios 112
Época moderna 21
Equinodermos . . 25, 28, 29, 30
ERASÍSTRATO 19
ERICHSON 28
ERÍGENA 20
Escalas:
musical 184
timpanal 249, 251
vestibular 249, 250
Escama:
del hueso temporal . 265, 268
occipital 271
Escápula 267, 268, 275
Escatol 144
Escilita 53
Esclerótica 255
Escólex 216
Escuela alexandrina 19
ESCHSCHOLTZ 30
Esfinter 129
Esmalte dentario 34, 90
Esófago 124
Espacios intercostales . . . 274
Espermaceti 52
Espermatozoides . . 65, 207, 208
Espinas:
escapular 275
occipital 271
Espiración 177
Espiráculos 170
Esplén 163
Espongiarios 30
Espongina 47
Espongiolina 47
Esporoquiste 218
Esqueleto 260, 262
cartilaginoso 263
cutáneo 262, 263
del gorila 269
del hombre 268, 269
de los mamíferos 269
de los vertebrados 264
externo 262
(formas transitorias) . . . 263
interno 263
óseo 264
Esquizogénesis 203
Estado de imagen 207
Estados anormales de la sangre 75

Págs.

Estearina 49
Esternón 267, 275
Estesiología 235
Estiércol 144
Estigmas 170
Estimulantes 109
Estolón 205
Estómago 125, 126
quilífico 126
quimífico 126
Estomas 162
Estornudo 178, 244
Estrangulación celular . . . 68
Estrato mucoso 197
Estribo 248, 249
Estructura de los cuerpos orgánicos 3
Estudios:
filogenético 211
neurológicos 229
Etmoides 122, 244
Euphausia 258
EUSTAQUIO 23
Excreción 143
Excremento 144
Excretina 144
EXNER 230
Exósmosis 66
Expediciones científicas . . 29
Extremidades 262, 267, 268, 277, 278, 281
anteriores 277
posteriores 279
Exudaciones 192

F*abricia* 258
FABRICIO DE AQUAPENDENTE 23
Facultad fotodérmica 253
Falanges 268, 277, 279
Faringe 118, 123, 243
retráctil 113
Fauna 12
Fémur 263, 268, 279
Fenómenos:
cromáticos 259
fotosfénicos 236
Fermentos 136
digestivo 136
lácteo 50
FERRIER 230
Feto 210
Fibras:
de Corti 251

Págs.

Fibras:
elásticas 83
motrices 221
Fibras musculares . . . 91, 261
musculares estriadas . . 93
musculares lisas 93
musculares primarias . . 93
musculares secundarias. . 93
nerviosas 96, 97, 98
nerviosas ambulacrales. . 221
nerviosas centrífugas . . 221
nerviosas centrípetas . . 221
nerviosas motrices . . . 221
nerviosas primarias . . . 96
nerviosas secundarias . 96, 221
nerviosas sensorias . . . 221
Fibrillas musculares . . . 93
Fibrina 43, 74
Fibrina de la sangre . . . 74
muscular 42, 45
Fibroína 47
del cutis 47
Fíbula. 268, 280
Filamentos mesentéricos 115, 199
Filogenia. 17
Filtración 65
Física 1
Fisiología 15, 17, 99
de la célula 61
Fisuras:
anterior 225, 227, 228
de Silvio 225, 226
horizontal. 225
longitudinal 224
media 228
medulares. 228
orbital 271
posterior 227, 228
sagital 224
Fitófagos. 111
Fitoparásitos 112
Flagelo 65
Flata limbata 52
Flechas urentes 113
Flora 12, 13
Flourens 231
Fluor 33
Fluoruros:
de calcio 37
de magnesio. 37
Foll 274
Folículos. 193
adiposo 197
ovular 124

Págs.

Fonación. 179
Foramen:
de Monro. 227, 228
incisivo. 271
intervertebral 253
medular 266
occipital 271
palatinos 271
transversario. 273
Forbes 29, 30
Forfícula. 219
Formación libre celular . . 68
Formaciones:
córneas 80
cuticulares 80
Formadores:
de grasa 106
de tejidos. 40, 49
Formas de las células. . . 62
Fórmulas dentarias 121
Fórnix 225, 226
Fosas:
auricular 271
ciega 240
de Silvio 225, 226
nasales. 123, 243
temporal 268, 270, 271
Fosfatos:
alcalinos 38
amónico-magnésico . . . 38
de calcio 38
de hierro 39
de magnesio. 38
Fosforescencia. 189
del mar 189
Fósforo 33, 223
Fósiles. 29
Fotestesina 257
Fotófilos 253
Fotófobos 253
Frecuencia de la respiración 178
Fritsch 230
Frugívoros 111
Funciones 99, 103
animales 100, 103, 220
copropoética 144
de asimilación 4
de correlación 100
de digestión. 105
de la secreción. 192
de locomoción 260
del sistema nervioso. . . 229
de nutrición 4, 100
de secreción. . . . 103, 105

Págs.

Función quilopoética . . . 144
vegetativas 100, 103
Fungia 206
Fúrcula 267
Fusión de células . . . 67, 68
Fusiones de células. . . 61, 68
GALENO 19
GALILEO. 21
Galillo. 116
Ganglios 97, 233
branquiales 221
cerebrales. . . . 221, 224
infrafaríngeo. 221
intervertebral 233
pedales. 221
suprafaríngeo . . . 220, 221
viscerales 221
Gargajear 179
Garganta. 123
Gargarizar 179
Gas de los pantanos . . . 35
Gea. 12, 13
GÉGENBAUR 12, 31
Gelatina 45
del cartílago. 46
Gemación 69, 204
Gemas del gusto. . . 240, 241
Generaciones:
alternante. . . . 215, 217
de nodrizas 216
equívoca. 3, 25
espontánea 3, 201
excisípara. 203
fisípara. 203
gemípara 204
heterogénea 3, 201
juvenil. 207
parental 201
primitiva 201
GEOFFROY-SAINT-HILAIRE 27, 28
Geophilus electricus. . . . 189
Gérmenes 206, 210
GÉSNER 22
Giros:
cerebrales 224
de la bóveda 226
Glándulas 193
acinosas 123, 193
cutáneas 198
de Brunner 130
de la rabadilla. 198
de Lieberkuehn . . 130, 139
de Meibom 193
de mucina 198

Págs.

Glándulas de pepsina . . . 135
de Peyer 130
de pigmento. 198
de Wasmann 135
digestivas. 135
lactíferas 193, 194
linfáticas 162
mucosas 123, 135
parótida 123, 134, 249
pineal 225, 227, 258
pituitarias. 123, 135
salivares 122, 193
sanguíneovasculares . . . 163
sebáceas 193, 198
sericíficas. 198
seríficas 198
sin conducto. 163
sublingual 123
submaxilar . . . 122, 123, 134
sudoríparas . . . 193, 197, 198
tubulares 193
venenosas 123
Glaucus atlanticus 169
Glicerinas:
trioléica 49
tripalmítica 49
tristeárica. 49
Glicina 46
Glicógeno 53, 132
Glicógeno (formación) . . 132
Globulina 42, 44
Glóbulos:
calóstricos 195
de Bizzózero. 73
de leche 195
incoloros 73, 142
linfáticos 76
quilíficos 76
rojos 72, 142
sanguíneos . . 24, 62, 71, 72
Glomérulo 199
Glotis. 172, 182
Glucosa 53
Glutina 45, 46, 86
sérica 47
GMELIN 26
Goffer. 118
GOLDFUSS 29
GOLDSCHMIDT. 134
Gorilla gina 269
Gorro 128
Gran circulación 152
Granívoros 111
Gran simpático 233

Págs.

GRANT 30
Grasas. 48, 85, 107
GRUBE 30
Gryllotalpa vulgaris. . . . 117
Guanina 55
Gula 124
Gusanos 29, 30
de seda 212
Hacecillos conjuntivos. . . 83
HAECKEL 12, 30
HAIME 30
Halicore 277
Halicore dugong 129
Hambre 105
HANCOCK 31
HARVEY. 23, 25
Helicina 47
Helix 47
HELMHOLTZ 257
Hematina 39, 44
Hematoidina 45
Hembras. 207
rudimentarias 209
Hemisferios cerebrales. . . 224
Hemoglobina 43, 165
Hemoluteína 52
HÉRBERSTEIN. 22
Herbívoros 111
Herencia. 212
Hermafrodismo 208
Hermafrodita 207
indiferente 208
recíproco 208
HERNÁNDEZ 22
HERÓFILO 19
Herpetología 17
HÉRTWIG 30
Heterogonía 217
Heteropeza 207
Hidras 24
Hidratos de carbono . . 4, 107
Hidremia 75
Hidrógeno 33, 34
carbonado 35
sulfurado. 35
Hidrosoma 216
Hidruro de metilo 35
Hierro. 33, 39
Hígado 131, 150
Hijos 201
Hipófisis 225, 226, 227
Histiología 16
Histología 16, 71
Historia natural 1

Págs.

Historia natural aplicada. . 1
pura. 1
HITZIG 230
Hombres con cola 274
Homeotermos 185
Homologías. 101
Hongos 10
HOOKE 28
Huesecillos auditivos . . . 248
de los dedos 279
Huesos:
capitado 278
cía 267, 268, 276
cigomático . . . 265, 270, 272
coracoides 275
cráneo-cefálicos. 266
criboso. 267
cuadrado 122
cubital. 278
cuboides 280
cuneiformes 280
de las caderas . . . 267, 275
del carpo. 268
del metacarpo . . . 268, 279
del metatarso 268
del tarso 268
escafoides. . . . 277, 278, 280
esfenoides. . 267, 268, 270, 272
etmoides 122, 244, 267, 270, 272
frontal. . . 265, 267, 268, 270
hamado 278
hioides. 272
humeral 268
íleon 267, 268, 275
inframaxilar 265, 268, 270, 272
interclavicular 275
intermaxilar. . . . 122, 271
intermedio 278
interparietal. 271
ísquion 267, 268, 276
lagrimales . . . 265, 270, 272
lunar 277, 278
mamilar 271
marsupiales 276
mastoides. 122, 271
maxilares. 265, 270
nasales 265, 267, 268, 270, 272
navicular. 277, 280
occipital 265, 270, 271
palatinos . . 122, 267, 270, 271
parietales. . . . 265, 268, 270
petroso. 271
pisiforme 277
premaxilares. 272

Págs.

Huesos:
pterigopalatinos 122
pubis 267, 268, 276
radial 278
sacro 267, 268, 273
sesamoides 278
supramaxilar 267, 268, 270, 271
temporal . . 249, 265, 270, 271
terigopalatinos 122
timpanal 271
trapecio 278
trapezoides 278
tricuetre 277
ulnar 278
unciforme. 278
yugular 267
Huevo. 61, 207, 210
Húmero 268, 277
Humor:
acuoso 256
articular 192
HÚNTER. 26
HUXLEY. 29, 31
Hyalea. 190
Hydra fusca 113, 206
IBN SINA 20
Ictericia 76
Ictiología. 17
Idioplasma 211
Ileon 128
Imagen 207, 213
Imbibición 65
Incisivos. 119
Individuos 3
libres 204
Infundíbulos:
cerebral 225
pulmonares 174
Infusorios 7, 24
Ingluvios. 117, 124, 127
Inmortalidad 204
Inosita 53
Inquistación 203
Insalivación. 133
Inserción:
del músculo. 260
de los nervios . . . 234, 235
Inspiración 177
Instinto humano. 231
Insula cerebral 226
Integumento 196
Interdifusión 66
Intestino. 128
ciego 128, 129

Págs.

Intestino delgado. 128
grueso 128, 129
Intususcepción. 67
Inuus cynomolgus 224
Invertebrados 28
Iodo 33, 39
Iris. 255, 259
Irritabilidad. 9
Irritabilidad muscular . . . 261
ISIDORO DE SEVILLA . . . 20
Jabones 49
JANSSEN 23
Jardines zoológicos 19
JOHNSTONE. 22
Jugos:
digestivo 135
entérico 139
gástrico 135
lácteo 76, 139
pancreático 131, 138
KANT 26
KÉPLER 21
KÍELMEYER 26
KÍENER 30
KIRBY. 30
KLEIN. 25
KOELLIKER. 30
KROHN 31
KUEHNE. 42
Laberinto 246, 247, 249
membranoso. . . . 247, 250
óseo. 247, 250
LACAZE-DUTHIERS 31
LACORDAIRE 30
LÁCHMANN. 30
Lagunas. 147, 151
LAMARCK 27
Lámbito 114
Láminas:
basilar. 251
celular. 69
cinérea. 226
cribosa espiral. . . 247. 251
cribosa ocular 255
de los cuadrigéminos 225, 227
espiral membranosa . 246, 251
espiral ósea . . . 249, 250, 251
madrepórica. 169
nuclear 69
óseas 89
terminales nerviosas. . . 234
Laringe 172, 180
inferior. 172
Larinus nidificans 53

Págs.

Larva 213
Latreille 30
Lecitina 48, 223
Leclerc 26
Leche 194, 195
Leeuwenhoek 23
Legúmina 43
Lengua . 113, 118, 122, 239, 240
Leo 22
León el Africano . . . 22
Lepas anatifera 214
Lepidosiren 88, 258
Letargo 188
  estival 188
  invernal 188
Leucina 46, 55
Leucocitos 142
Léuckart 28, 29, 30
Leuquemia 76
Levulosa 139
Ley:
  de la afinidad 164
  de la difusión 164
  del equilibrio 28
Leydig 30, 31
Libro 127, 128
Licor:
  de Cotugno 250
  sanguíneo 74
Licuación celular 70
Líeberkuehn 30
Ligamentos tireo-aritenoideos 182
Limacina 47
Limax 47
Lincción 114
Líneas:
  cruciadas 271
  occipitales 271
Lineo 25
Linfa 76, 162
Líquidos:
  celíaco 147
  quilacuoso 145
  sanguíneo 74
Litio 33, 40
Lóbulos:
  cerebrales 225
  pulmonares 174, 175
Locomoción 100, 259
Lovén 29
Luciérnagas 85
Ludwig 30
Luteína 52
Luz amarilla 257

Págs.

Luz:
  azul 257
  blanca 257
  roja 257
  verde 257
  violeta 257
Lyman 30
Lytken 30

Macropus elegans 276
Machos 207
  complementarios 209
  marsupiales 218
  pigmeos 209
Madurez 210, 219
Magnesio 33
Malacozoología 17
Maléolos 268
Malpighi 23
Maltosa 134
Mamalogía 17
Mamas 194
Mamíferos 31, 194
Mamila 195
Manatus 277
Mandíbulas 113, 116, 120
  inferior . . . 123, 268, 270, 272
  superior 122
Maneras de respiración . . 166
Manganeso 33, 39
Manifestaciones fotosfénicas. 236
Manis longicaudata 274
Mano 277, 280
Manteca 195
Manubrio esternal . . 268, 275
Manzana de Adán 180
Márcgrav 22
Marfil 89
Marsch 29
Marsupiales 129
Marsupios 276
Martillo 248, 249
Masanori Ogata 137
Masticación 133
Mastoides 122
Materia 32
  formada 59
Materias:
  alimenticias 105
  alimenticias inorgánicas. . 106
  alimenticias orgánicas . . 106
  alimenticias plásticas . . 106
  colorantes 51
  colorantes úricas 58

Págs.

Materias de excreción. 139, 143
de reserva 107
de respiración 106
de transformación regresiva. 40, 55
fecales. 143
nitrogenadas 106
nutritivas. 105
protéicas 41
sérica 47
Matriz de la cutícula . . . 80
MAURO 20
Maxilas 116
Mecánica del corazón . . . 159
Mecanismo respiratorio . . 177
Medicina. 1
Medulas:
espinal. 222, 228
nerviosa 97
oblongada 224, 226, 227, 228, 231
Medusas. 33, 34
Medusoide 216
Melanemia 76
Melanina. 52
Membranas:
alares 279
basilar. 250, 251
celular. 61, 62
de Corti 252
de Reissner 250
encefálicas 228
espiral 246, 249
haptógena 85
limitante de la retina . . 256
mucosa 116, 244
nerviosa 255
nictitante. 256
pigmentosa del ojo . . . 255
pituitaria 244
tectoria 250, 252
timpanal secundaria. . . 250
timpánica 248
vascular del ojo 255
vestibular. 250
Meninges 228
MERREM 31
Mesencefalión. 224
Mesenterio 125
Mesentèrios. 115
Mesotórax 263
Metacarpo 277, 278
Metagénesis. 215
Metámeros 102
Metamorfosis 213

Págs.

Metamorfosis completa. 213, 214
incompleta 213, 214
progresiva 213
regresiva 213, 214
Metano 35
Metatarso 280
Metatórax 263
Metazoarios. 99, 114
Micosa 53
Microbios 2
Micrococcus Pflügeri . . . 191
Micro-organismos. . 133, 135, 191
Micrópilas 63
Microscopio. 16, 23
Microsomas. 32
Microstomum lineare . . . 203
Mielina 97
Mieloplaxas. 62
MILNE-EDWARDS. . . . 30, 31
Mimosa pudica 9
Minerales 2, 13
Mineralogía 13
Miología 261
Miosina 42
Miricina 52
Misgurnus fossilis 167
Mixínidos 28
Mixomicetas 8
Modíolo 250
Molares 119, 120
Moléculas 32
MOLESCHOTT 108
Moluscoideos 29, 31
Moluscos 29, 30
cefalóforos 116
gasterópodos. 123
odontóforos 113
pterópodos 126
Monofiodontes. 120
Monos:
Catarrinos 272
Lemúridos. 273
Monotremados. . . . 119, 275
Morfología 15, 16
comparada 16, 99
de la célula. 61
externa. 16
interna. 16
Morfología y fisiología de la célula 61
Movimientos:
ameboidales. 65
brownianos 259
ciliares. 260

Págs.

Movimientos:
de la célula 64
(en general) 259
esqueletarios. 260
moleculares 259
musculares 260
peristálticos 143
protoplasmáticos 259
sarcoideos. 259
undulatorios. 65, 260
Mucílago animal 46
Mucina 46
Muelas 119
MUELLER 28, 30
Muerte 104
de la célula. 70
natural. 219
Multiplicación:
de las células 68
endógena. 68
MUNK. 230
Murex. 36
Musca domestica 117
Músculos. 92, 260
(actividad) 261
arrectores. 197
cutáneos 260
del esqueleto 260
estriados 93
integumentales. 260
involuntarios. 93, 260
lisos. 93
oculares 255, 256
temporales 122
voluntarios 95, 260
Muslo. 279
Mus musculus. 187
Mutación de la voz. 183
Mycetes 272
Mytilus edulis. 170, 222
Myxine 72, 258
Myxostomum 209
Naja tripudians 121
NARDO 30
Narices 243
Nata 43
Naya de lentes 121
Nefrozimosa. 51
Nematocistos 67, 199
Neosina 47
Nepenthes 11
Nervios:
abductor 226, 232
accesorio 232

Págs.

Nervios:
acústico 226, 232, 245
auditivo. 232, 236, 245, 250, 251
cerebrales. 231
cervicales. 232
coclear. 250
coxígeos 232
de los sentidos. 236
dorsales 232
encefálicos 231
espinal. 232
espinales 232
facial 226, 232
ganglionares. 233
glosofaríngeo . . 232, 240, 141
hipogloso 232, 240
lingual. 240
lumbares 232
neumogástrico 232
oculomotor 226, 232
oculomotor externo . 226, 232
olfatorio 226, 232, 236, 243. 244
óptico . 226, 227, 232, 236, 253
patético 232
recurrente. 232
sacrales 232
torácicos 232
trifacial 232
trigémino 226, 232
troclear 232
vago. 232
vestibular. 230, 250
Neurilema 96, 232
Neurina fosfórica. 48
Neurolema 96, 232
Neurones 98
Nitrógeno 33, 34
NITZSCH 31
Noctiluca miliaris 189
Noctilucina 190
Nodrizas 216
hijas 217
madres 217
Notodelphys ovifera. . . . 218
Nucleína. 47
Núcleos:
celular 61, 64
musculares 94
Nucléolos 62, 64
Nudo vital 232
Nutrición 4, 103
endosmótica. 104
Ocelos 255, 256
Odontoblastas. 88

Págs.

Oiketicus platensis 210
Ogata 137
Oídos:
externo 248
medio 248
interno 249
Ojeada histórica 19
Ojos 253
compuestos 254, 257
facetados 257
fotoscópicos 253
idioscópicos 254
simples 254, 257
Oken 26
Olao Magno 22
Olecranón 277
Oleína 49
Olfatear 179
Olor 242, 244
Ólula 128
Omaso 128
Omnívoros 111
Omoplato . . . 267, 268, 275
Ontogénesis 210
Ontogenia 16
Oótocos 210
Opérculo 170
Ora serrata 255
Orbigny 30
Órbita 256, 270
Oreja 248
Organismo animal 100
Organización 3
Organografía 16
Órganos 4, 99
accesorios del ojo 256
análogos 101
antímeros 102
auxiliares de la digestión . 131
bacilares nerviosos . . . 234
caliciformes 237
cordonales 247
de aprehensión 112
de Bajano 199
de circulación . . 146, 147, 156
de Corti 251
de digestión 114
de excreción 129
de la vista 253
del gusto 239, 240
de locomoción . . 100, 267, 281
del oído 245
del olfato 243
de los sentidos . . . 235, 236

Págs.

Órganos:
del sentido del tacto . . . 237
de nutrición 100
de reflexión 231
de reproducción . . 100, 207
de respiración . . 165, 166, 168
de secreción 193
de sensibilidad 100
digestivos auxiliares . . . 131
fosforescentes 190
gemiformes 237
homodinámicos 102
homólogos 101
homonómicos 102
homotípicos 192
metámeros 102
parámeros 102
provisorios 213
uropoéticos 35
vicarios 102
vocales 180
Órganos y funciones . . 99, 102
Orificio de egestión 114
de ingestión 114
del corazón 149
intervertebral 233
Orina 200
Ornitología 17
Orthagoriscus 190
Ortogénesis 209
Oruga 213
Oseína 46, 88
Osificación 88
Osteoblastas 89
Osteoblastema 88
Osteología 264
Ostios 149
Otocisto 245, 246
Otoconia 251
Otolitos 245
Ovarios 207
Ovejas esteatopigas 48
Oviducto 124
Oviedo y Valdez 22
Ovíparos 210
Ovivivíparos 211
Óvulo 61, 207
Owen 28, 31
Oxalato de calcio 58
Oxido de hierro 39
Oxígeno 33
(consumo) 165
Oxihemoglobina 43, 161
Ozono 34

Págs.

Pabellón 248, 249
Padres 201
Paladar 116
blando 116, 243
duro 116, 243, 271
Paleontología 17
Paleozoología 17
Palmitina 49
Palpos 116
Paludina vivipara 254
Paludomus 157
Páncreas 131
Pancreatina 51, 139
PANETH 230
Panículo adiposo 48, 197
Panza 127
Papila 195
Papilas:
circunvaladas 240
de la lengua . . . 239, 240
del gusto 239, 241
del nervio óptico 255
del tacto 237
filiformes 240
foliadas 241
fungiformes 240
Papilas nerviosas 237
renales 199
Paradroide 216
Paraglobulina 42
Paramecium Aurelia . . . 80
Parámeros 102
Parapeptona 45
Parapodios 262
Parásitos 111, 112
PARÉ 23
Parénquima 147
Párpados 256
Parques de inteligencia . . 19
Partenogénesis 209
arrenótoca 210
telítoca 210
Patas 262
cursorias 281
escansorias 281
fosorias 281
gresorias 281
natatorias 281
raptorias 281
saltatorias 281
trepadoras 281
Patela 268, 279
Pausa del corazón 160
Peces 31

Págs.

Pecilotermos 186
Pedicelos ambulacrales 168, 169
Pedicellina belgica 206
Pedogénesis 207
Pedúnculos cerebrales . 225, 226
Película muscular 95
Pelobates fuscus 215
Pelos:
auditivos 246, 247, 251
urentes 67
Pelvis 267, 275, 276
renal 199
Pepsina 50, 136
Peptonas 45, 50
Pequeña circulación 152
Peramelas 273
Perca fluviatilis 223
Percepción:
cutánea localizada . . . 238
de la temperatura . . . 238
de los colores 257
del sabor 242
Pericardio 159
Perilinfa 250
Perimisio 93
Período:
de la madurez 219
de morfología 23, 26
Peritoneo 125
Peritrema 171
Peroné 268, 280
Perspiración 167, 198
Pestañas 80, 256, 260
vibrátiles 79
Petromizon 72
PEYSSONEL 8
Pezón 195
PFEIFFER 31
PHILIPPI 31
Photocharis 189
Phyllostoma hastatum . . . 279
Physiologus 20
Piamater 228
Pie 279, 280
Piedras auditivas 245
Piel 196
de gallina 197
Pierna 279, 280
Pigmentación celular . . . 70
Pigmentos 51, 52
Píloro 126
Pipa 122
Pirámides ópticas 257
renales 199

	Págs.
Piso	22
Placas:	
de Peyer	130
fibromembranosas	264
terminales nerviosas	234, 235
Placenta sanguínea	74
Planorbis	74, 157
Plantas	6, 12
carnívoras	11
parásitas	11
Plantígrados	281
Plasma:	
celular	61, 63
germinativo	211
personal	211
primordial	59
sanguíneo	71, 74
Plata	33, 40
Pleura	175
Plexos:	
braquial	233
cardíaco	234
celíaco	234
cervical	233
ciático	233
coxígeo	233
lumbar	233
nerviosos	233, 234
olfatorio	243
pudental	233
solar	234
Plinio	19
Plomo	33, 40
Poéfagos	111
Pogonias chromis	176
Polipoide	216
Pólipos	8, 30
Polycirrus	189
Polinoë	189
Polyophthalmus	258
Pómulo	265
Porcus babyrussa	120
Postmolares	120
Potasio	33
Prensa abdominal	144
Prismas de esmalte	90
Proceso vermiforme	129
Producción:	
de calor	185, 186
de sonidos	183
Productos de secreción	50
» » transformación regresiva	42, 96
Proglótidos	205, 216

	Págs.
Prominencias:	
de Doyère	234
espiral	250
Prorodon teres	114
Protagón	48
Proterandria	208
Proteína	41
Proteus	175, 258
Protistas	12, 60
Protoplasma	4, 9, 59
Protórax	263
Protozoarios	29, 30, 201
Protuberancia:	
de la barba	270
mentonal	270
occipital	265, 271
Proventrículos	117, 124
Pseudopodios	80
Pseudopus apus	172
Psicología	18
Pterotrachea coronata	87
Ptialina	50, 134
Ptolomeo	19
Ptomatófagos	111
Puentes:	
acústico	227, 251
de Varolio	225, 226
Pulgar	279
Pulmones	150, 171, 173
acuáticos	169
dendríticos	169
flabelados	171
traqueales	171
Pulpa:	
dentaria	90
esplénica	163
liénica	163
Pulsaciones	148
Pupa	214
Pupila	255
Púrpura de la vista	257
Pyrosoma	190
Pyrosoma gigas	191
Python	51
Quatrefages	30
Queratina	46
Quiasma óptico	225, 226, 227
Quilificación	138
Quilo	76, 138
Quilopóesis	139, 144
Química	1
Quimificación	136
Quimo	138

Págs.

Quiste. 203
Quitina 46

Rabadilla 124, 274
Radiados. 29
Radio 268, 277
Rádula 113, 116, 118
Raíces:
motora 232
sensoria 232
Rapaces 111
Ratones de bolsa. 118
RAY 25
Recto 128, 129
Red de Malpighi. 197
Redecilla. 127, 128
REDI 25
Redia 218
Regiones:
del tacto 238
mentonal 270
olfatoria 244
Regulación del calor . 186, 187
Reinos. 12
de protistas 12, 13
intermediario. 12, 13
Relaciones entre materias azoadas y no azoadas. . 108
Reproducción 201
ágama 202
asexual 202
celular endogenética. . . 68
de las células 68
ortogenética 209
por brotación 204
por división 203
por germinación 206
sexual 202, 207
virginal 209
Reptiles 31
Respiración . . . 103, 105, 164
acuática 165
aérea 165
anfibiótica. 165
branquial. 166, 168
branquiotraqueal 171
cutánea 166
de los tejidos 165
interna. 165
intestinal 166, 167
pulmonar. 170
traqueal 170
traqueobranquial 171
Retención de las imágenes . 257

Págs.

Retina. 255, 256
Reunión de células 68
Rhabditis nigro-venosa. . . 217
Rhesus Nemestrinus . . . 223
Rhinacyllus odontalgicus . . 53
Rhinoderma Darwinii. . . 218
Rigidez cadavérica 42
Riñones 199
Risa 178
RONDELET 23
Ronquido 179
Rotalia venata. 81
Rotatoria 209
Rotatorios. 5
Rótula. 268, 279
RUDOLPHI 30
Rumen 127
Rupicapra rupicapra . . . 120
RUYSCH 24

Sabor 239
agrio 242
amargo. 242
dulce 242
salado 242
Sabores 242
Sacculina. 209
Sáculos:
aéreos 171
oblongo 246, 247, 250
redondo 246, 247, 250
semielíptico 247
semiesferoidal 247
Sagitta 189
Saguaypé 216, 217, 218
SAINT-HILAIRE 26
Salado. 242
Salanganas 47
Salarias 119
Sales:
común 36
(en los alimentos) . . . 108
haloideas 36
oxigenadas 37
Saliva 134
Salterio 128
Saltonas 214
SALVINI 23
Sangre. 71, 145, 146
arterial 149, 161
azul 149
blanca 76
(cantidad) 145
clorótica 75

Págs.

Sangre diabética 76
disuelta 75
flogística 74, 75
ictérica 76
negra 149
roja 149
venosa 149, 161
verdadera 148
Sapphirina 189
Saprófagos 111
Sarcoda 9, 59
Sarcófagos 111
Sarcoglía 93
Sarcolema 235
Sarcoplasma 93, 94
Sarracinea 11
Sarro 134
SARS 29, 31
SAVIGNY 28
Scalpellum 209
Scymnus 190
SCHÉLLING 26
SCHEWIAKOFF 93
SCHIOEDTE 30
SCHMIDT 30
SCHNEIDER 30
SCHULTZE 30
SCHWANN 28
Secreciones 192
biliarias 51
celulares 66
cerarias 52
cutáneas 196
cuticulares 80
fermentativas 50
láctea 194
sebáceas 198
úrica 199
Sed 105
SEEGEN 132
Segmentación del huevo 210, 211
Semiplantígrados 281
Senos:
cardial 158
contráctil 159
laríngeo 182
venoso 152
Sensaciones:
de la luz 257
objetivas 236
sujetivas 236
Sensibilidad 100, 220
sensitiva 9
Sentidos 236

Págs.

Sentidos de la vista 253
del dolor 238
del gusto 239
de localidad 238
del oído 245
del olfato 242
del tacto 236, 238
de presión 238, 239
de temperatura 238
Septa cardíaca 161
Septo lúcido 227
Seres:
animal 8
inmortales 204
Sericina 47
Serina 42
Serranus 208
SERVET 25
SEVERINO 23
Sexos separados 207
SÍEBOLD 29, 30
Silicatos 39
Silicio 33
Simbíosis 10
Sincitios 68
Sincondrosis 275
Sindesmología 261
Sínfisis pubis 276
Sinovia 192
Sintonina 45
Sipunculus 74
Siren 175
Siringe 172, 180
Sistemas:
acuífero 168
de órganos 102
linfático 145, 162
nervioso 220
nervioso animal 234
nervioso central . . 220, 224
nervioso centralizado . 221, 222
nervioso descentralizado . 221
nervioso periférico . . 220, 231
nervioso vegetativo . 233, 234
sanguíneo 145
simpático 233
vascular abierto 148
vascular cerrado 148
Sistemática 16, 17
Sístole 148, 149, 159
Sodio 33
Solenobia 210
Sollozo 178
Sonidos 183

Págs.

Soplar 178
Soprano 184
Sordera psíquica 230
Sowebby 29, 31
Spalax 258
Spallanzani 26
Stauria astraeiformis . . . 206
Stauridium cladonema . . . 216
Stein 30
Stelluti 23
Stenops 273
Stor 22
Substancias:
albuminoideas 45
amidales 55
blanca 222, 223
coloideas 35
conjuntiva 81
contráctil 93
córnea 46
cortical 63, 199
cristaloideas 35
cuticular 67
de secreción 40
ebúrnea 89
estimulantes 109
fosforescente 85
gris 222, 223
histogéneas 40
intercelular 67, 68
interglobular 90
intermedia 94
medular 199
orgánicas 4
ósea dental 89
vítrea 90
Succión 113
Sudor 198
Sueño 96, 261
Suero de la sangre 74
Sulfatos:
alcalinos 39
de calcio 38
Sulfocianato de potasio . . 58
Surcos:
cerebrales 225
de Monro 227
medulares 228
Suspiro 178
Suturas 270
coronal 265
Swaemmerdam 24
Synchaeta 189
Tacto 238

Págs.

Tálamos:
olfatorio 226
óptico 226
Talón 280
Tapete lúcido 192
Tarchanoff 42
Tardígrados 5
Tarso 263, 280
Tasis 43
Taurina 51
Taxionomía 17
Tejidos 4, 71
adiposos 48, 70, 85
cartilaginoso 86
conjuntivo 77, 81
conjuntivo celular 82
conjuntivo elástico . . . 85
conjuntivo vesicular . . . 82
consistentes 76
de células simples . . . 71
de células transformadas . 91
de correlación 91
dentario 89
de relación 91
fibroso 83
gelatinoso 82
grasos 48, 85
líquidos 71
mucilaginoso 82
muscular 91, 92
nervioso 91, 96
neuromuscular 91
óseo 88
Teleogénesis 207
Temperaturas 187, 188
Tendones 260
Tenor 184
Tentáculos 113
Teorías:
celular 28
de Darwin 31
de la acomodación . . . 27
de la conexión 28
de las analogías 28
de Young-Helmholtz . . 257
Terminación de los nervios 97, 234
Testículos 207
Tetas 194
Tetranychus molestissimus . 112
Tialosa 134
Tibia 263, 268, 280
Tiempo necesario para la digestión 136
Timo 163, 164

Págs.

Tímpano 247, 248, 249
Tipos 27, 29
Tirosina 46, 55
Titano 33, 40
Tobillos 268
TOMÁS DE CANTIMPRÉ. . . 21
Tonsila 118
Tórax 267, 272
Tos 178
Trachypterus 190
Tragulus javanicus 128
Transmisión:
de las vibraciones. . . . 252
hereditaria 212
Transpiración celular . . . 66
Transportes:
celular 142
extracelular 142
intracelular 142
Tráquea 150, 159, 172
Tráqueas 170
branquiales 168
Tratado de los tejidos . . . 71
Trehala 53
Trehalosa. 53
Tricala. 53
Tricestos 113
Trigla 180
Triglicéridos. 48
Tripsina 51, 139
Tritonium 36
Trocánter. 263
Trofogénesis. 216
Trompa 113, 116
de Eustaquio . . . 248, 249
Tronco del cuerpo . . 267, 268
TRÓSCHEL 30, 31
Túber cinéreo 225, 226
Tubérculos:
costal 274
cuadrigéminos 225
Tubos:
acuíferos 168
colectores. 200
de Bellini. 199, 200
de Henle. 199, 200
renales tortuosos . . . 200
Tucos 85, 189
Tunicados 8, 29, 31
Túnicas:
adventicia. 157
cerebrales. 228
conjuntiva. 157
íntima 156

Págs.

Túnica media 156
Tunicina 49, 262
Tylenchus tritici 112
Ulna 268, 277
Ungulígrados 281
Unión de las células . . . 67
Uñas 263
Urea 56
Uremia 76
Uréter. 199, 200
Uretra. 200
Urobilina. 58, 200
Urocianina 58
Uroeritrina 58
Uroglaucina. 58
Urorodina 58
Uroxantina 58
Utrículo 247
Úvula 116
Vacuolos contráctiles . . . 193
Vaina:
de Schwann 97
limitante 97
medular 97
VALENCIENNES 31
Valor de los alimentos. . . 110
Válvulas:
aórtica 148, 153
atrioventriculares . 148, 153, 159
bicúspide 148, 153
del colon 129
del corazón 148, 153
mitral 148, 153
pilórica. 126, 138
pulmonar 148, 153
tricúspide. 148, 153
Vasodentina. 90
Vasos:
acuíferos 114
capilares 150, 151, 157
de Malpighi . . . 117, 193, 199
linfáticos 162
quilíficos 141
sanguíneos . . . 147, 149, 156
vertebrales 273
Vegetal 6
Vegetales 2, 6, 12
Vejiga natatoria 175
Vejiga urinaria 200
Velocidad de la corriente sanguínea 155
Velos:
medular 227
palatino 116

Págs.

Vellosidades 130, 141
Venas 149, 151, 154, 156
branquiales 152
cava anterior 153
cava ascendente 159
cava descendente . . 159, 160
cava inferior. . . . 150, 153
cava posterior 153
cavas 149, 150
cava superior . . . 150, 153
crural 150
femoral. 150
hepática 150, 154
porta 154
pulmonares 149, 150, 153, 154, 160
subclavia derecha. . . . 150
subclavias. 159
yugulares. 159
yugular interna. 150
Ventanas:
oval. 247, 249
redonda 247, 249
Ventrículos:
cerebrales. 227, 228
del corazón . . . 151, 153, 158
de Morgagni. 182
derecho . . 149, 150, 154, 160
izquierdo . . 149, 150, 154, 160
quilífico 127
Vertebrados 28, 29, 31
Vértebras. 265, 268, 272
cefálicas 266
cervicales 268, 272
coxígeas 268, 274
craneales 266
dorsales 268, 272, 273
lumbares 268, 272, 273
sacrales . . 267, 268, 272, 273
torácicas . . 268, 272, 273, 274
Versalio 23
Vesículas:
auditiva 245, 247
biliaria. 132
branquiales 168
cerebrales. 224
esplénicas. 163
félea 132
lactíferas 195
primarias 205
pulmonares 174
secundarias 205
Vesperugo pipistrellus . . . 187
Vestíbulo 249

Págs.

Vicente de Beauvais . . 21
Vicq d'Azyr 26
Vida:
de la célula. 64
del animal 100
Vigas:
esplénicas. 163
liénicas. 163
Vírchow 43
Visión 256
Vitelina 42
Vitelo. 211
nutritivo 211
Vivíparos 210
Voit 110
Vómer 267, 270, 271
Voz. 180

Waldeyer. 164
Wallace 32
Waterhouse 31
Wertheimer 231
Willis 23
Wolff 26
Wotton. 22
Wyssokowitsch. 133

Yacaré 56
Yemación celular 69
Yeyuno 128
Young 257
Yunque 248, 249

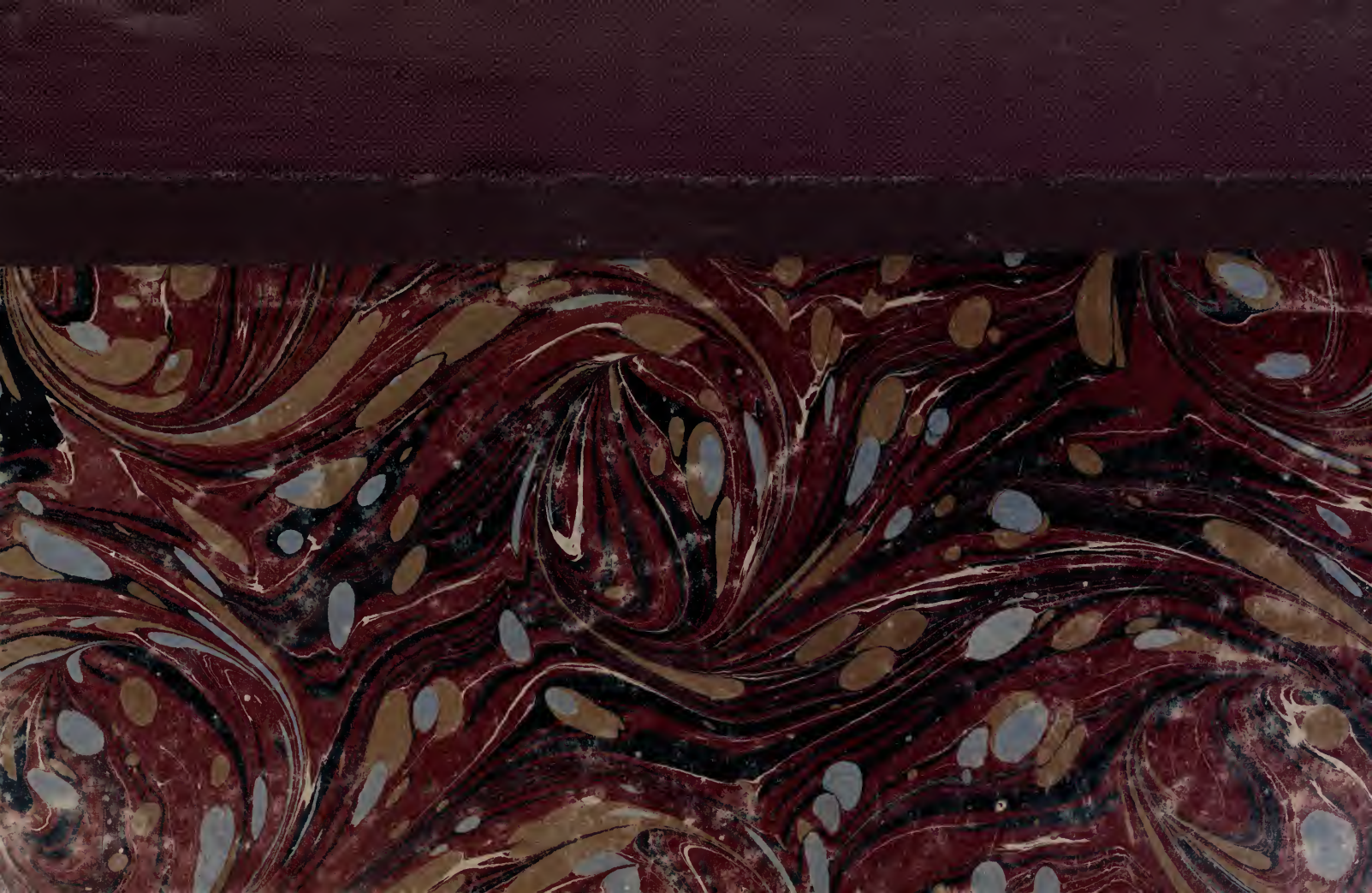
Zaddach 28
Zónula de Zinn 255
Zooeconomía 18
Zoófitos 7, 22
Zoografía. 17, 29
Zoología 13, 15
agrícola 18
aplicada 15, 18
especial 18
farmacéutica 18
forestal 18
general. 15, 18
hortícola 18
médica. 18
mercantil 18
práctica 15, 18
pura. 15
rural 18
sistemática 17
tecnológica 18

	Págs.
Zoología teórica	15
Zooparásitos	112
Zooquímica	32
Zoospermios	65, 207
Zoosporos	8
Zoótocos	210
Zootomía	16

QL
48
B47
1893
t.1

BioMed

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

Berg, Carlos
Tratado elemental de
zoología