

F. ARAGÓN

1883

Nuevos Elementos

de

HISTORIA NATURAL





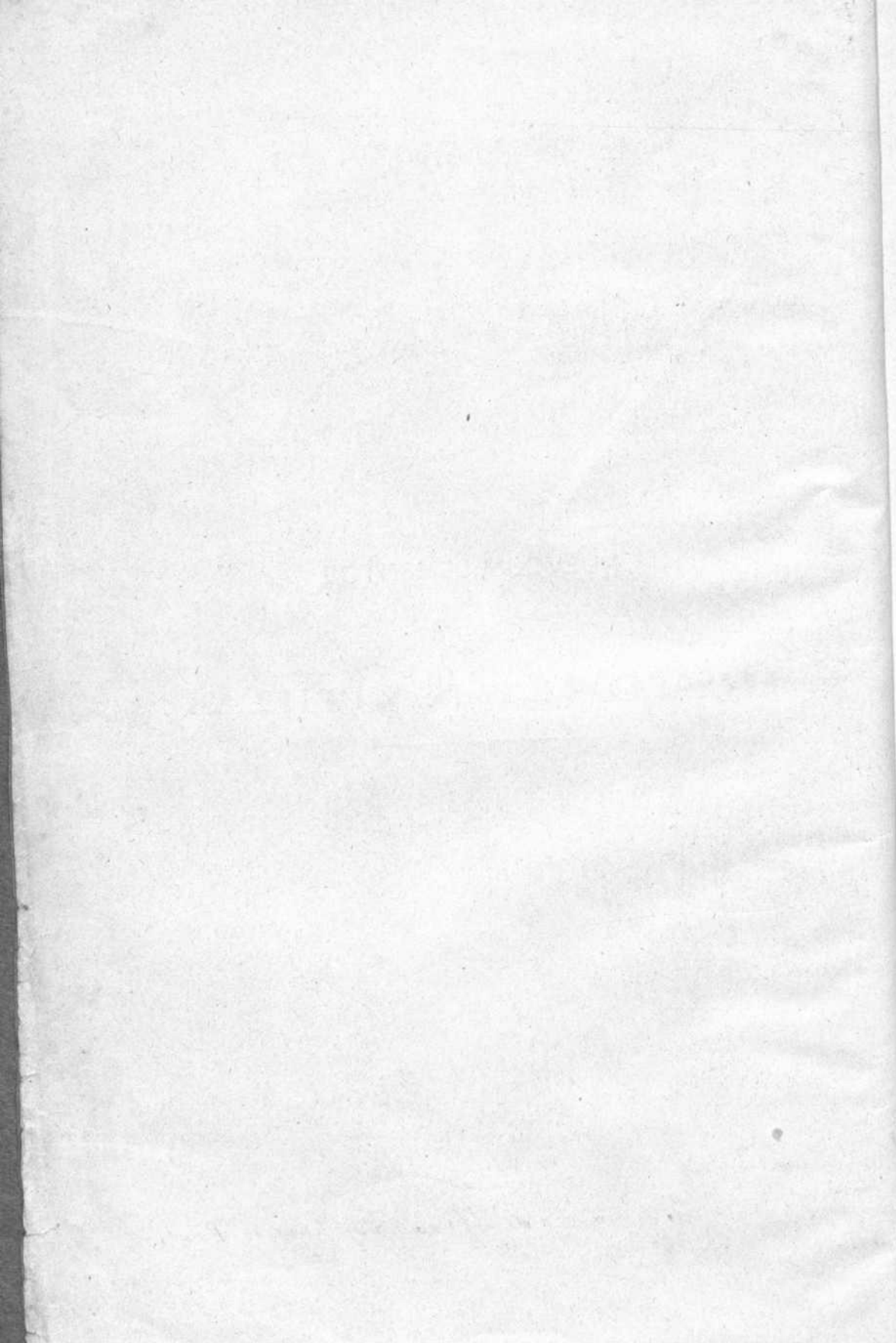
7-136020

NUEVOS ELEMENTOS
DE
HISTORIA NATURAL

Candido de Allegria y Carrizo Rosas

CB. 1173049

61360.20



NUEVOS ELEMENTOS
DE
HISTORIA NATURAL

POR

Federico Aragón y Escacena

DOCTOR CON PREMIO EXTRAORDINARIO EN CIENCIAS NATURALES,
CATEDRÁTICO DE DICHA ASIGNATURA
EN EL INSTITUTO GENERAL Y TÉCNICO DE PALENCIA.

OBRA CON NUMEROSOS GRABADOS

PALENCIA—1907

IMPRENTA DE GUTIÉRREZ, LÍTER Y HERRERO
Castilla, ©



R.403580

PRÓLOGO

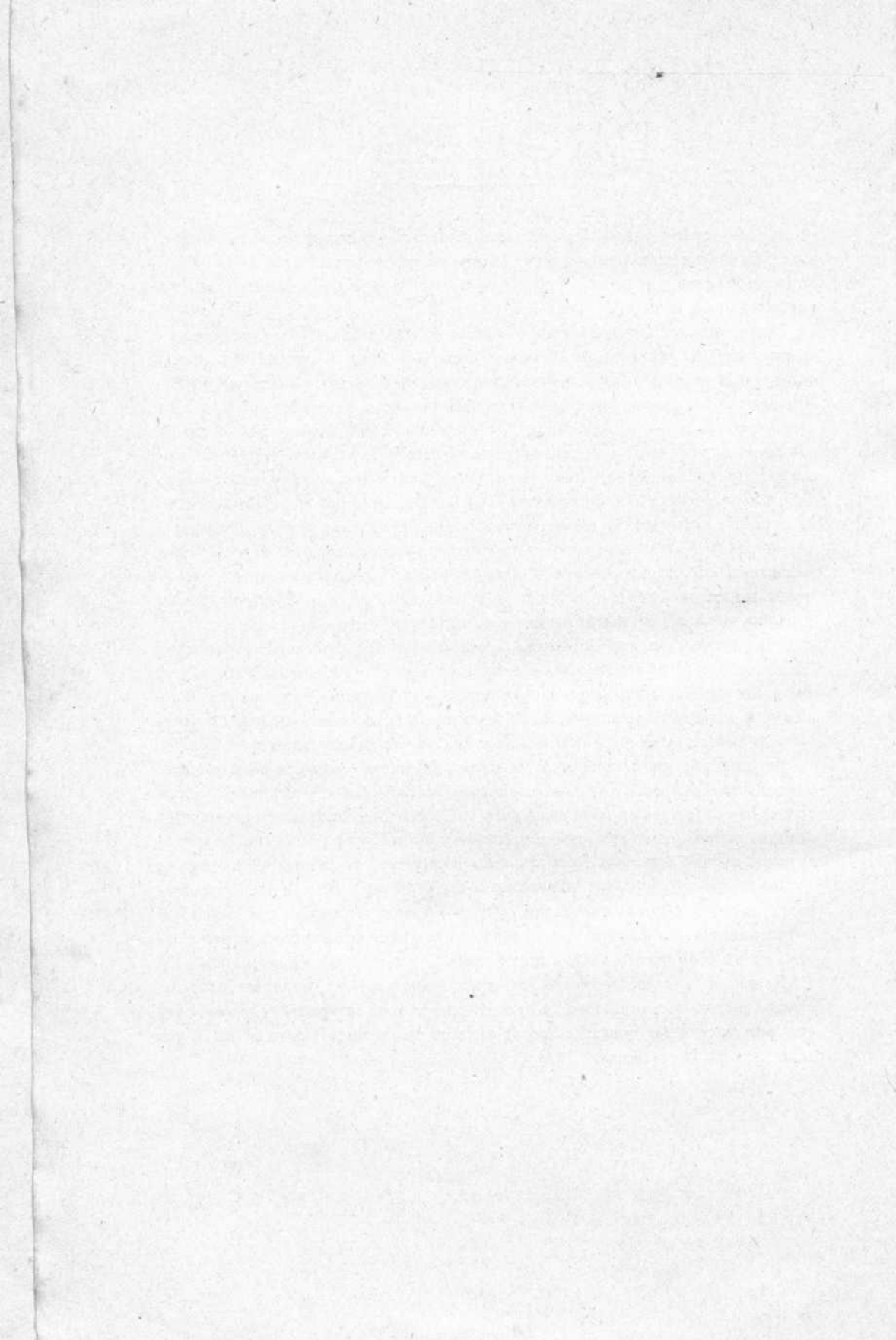
Al publicar la presente obra, varias consideraciones hemos tenido en cuenta, con el fin de que resultase una labor lo más provechosa posible, dada la índole de la asignatura y la edad y conocimientos que poseen los alumnos al entrar en el estudio de ésta.

Hemos procurado mucho tener en cuenta no resultase un libro excesivamente largo, defecto que suele criticarse en aquellas obras que tienen un destino análogo a la presente. También hemos rehusado, en absoluto, el hacer un verdadero compendio, pues siempre hemos considerado como tóxicos terribles para la inteligencia del niño, ó del adulto, libros en estas condiciones, que no son en último resultado, más que verdadera enunciación de hechos ó principios sintetizados y que no consienten al alumno otro desarrollo que el mnemotécnico; debiendo procurarse todo lo contrario, ó sea el empleo de un método inductivo ó indagativo en que sea el propio alumno el que indague y adquiera los conocimientos de la Naturaleza, siempre bajo la dirección del maestro. Y para llegar a este resultado, hemos procurado fijarnos con más detención en aquellos fenómenos que son realmente la clave de la bóveda sobre que está asentada la vida orgánica, así como, en cierto modo, la de nuestro Planeta.

Una innovación nos ha parecido conveniente. El estudio de la Geología Histórica es evidentemente como el compendio de toda la Historia Natural y si queremos que el alumno llegue á comprender perfectamente bien en sus principios esta parte tan importante, ha de tener algún conocimiento de todos los tratados anteriores, y de aquí la razón de haber dejado su estudio para el final.

Es evidente, que si queremos el empleo del método intuitivo para la enseñanza, principalmente de estas asignaturas de carácter experimental, hemos de emplear, además del libro como guía indispensable, los resortes principales de dicho método, como son las excursiones y los trabajos prácticos, poniendo al mismo tiempo á la vista del alumno los objetos que se quiere que conozca, ó, á falta de ellos, fotografías, proyecciones ó reproducciones; y al hablar de trabajos prácticos, claro es que no nos referimos á los experimentos que suelen hacerse en las clases á la vista de los alumnos, y que si no desprovistos por completo de utilidad, sirven tanto ó más de entretenimiento que de enseñanza.

Estas son las consideraciones que exponemos á nuestros dignos compañeros, y sobre manera nos complacería el que encontrasen en la presente obra un libro que por su carácter y condiciones le hiciesen recomendable para el fin á que se destina en la enseñanza.



ÍNDICE GENERAL

	Páginas
<i>Introducción.</i>	1
Primera Parte.—GEOLOGÍA.	
I. GENERALIDADES.	3
II. PRIMERA PARTE.—FISIOGRÁFICA.	3
III. PARTE SEGUNDA.—GEOGNOSIA.	6
TRATADO PRIMERO. MINERALOGÍA.	6
<i>Parte General.</i> I Morfología.	7
II Física Mineral.	16
III Química Mineral.	21
<i>Parte Especial.</i> I Clasificaciones.	24
Clase Primera. — Elementos.	25
Orden I. — Metaloides.	25
Orden II. — Metales frágiles.	26
Orden III. — Metales pesados.	27
Clase Segunda. — Lampritos.	28
Orden I. — Piritoideos.	28
Orden II. — Galenoideos.	29
Orden III. — Tetraedritas.	30
Orden IV. — Blendas.	31
Clase Tercera. — Oxidos.	32
Orden I. — Hidroideos.	32
Orden II. — Leucóxidos.	32
Orden III. — Estilbóxidos.	34
Orden IV. — Hematites.	35
Clase Cuarta. — Espinélidos.	36
Clase Quinta. — Silicoideos.	36
Orden I. — Carbonatos.	36
Orden II. — Silicidos.	38
Clase Sexta. — Nitroides.	43
Orden I. — Fosfatos.	43
Orden II. — Nitratos.	44
Clase Séptima. — Yesoides.	45
Orden I. — Sulfatos.	45
Clase Octava. — Halitos.	46
Orden I. — Halatos.	46
Orden II. — Fluoruros.	47
Clase Novena. — Antrácidos.	47

	Páginas
Orden I.--Carbones.	47
Orden II.--Resinas.	48
Orden III.--Betunes.	49
TRATADO SEGUNDO. LITOLOGIA.	50
<i>Parte General.</i>	50
<i>Parte Especial.</i> I. Rocas en masa.	51
II. Rocas sedimentarias.	52
III. Rocas metamórficas.	53
Rocas de origen extraterrestre.	53
IV. PARTE TERCERA.—GEOLOGÍA DINÁMICA. Generalidades.	55
I. Agentes Atmosféricos.	56
II. Agentes Acueos.	57
III. Agentes Eruptivos.	65
IV. Agentes Orogénicos.	71
V. Agentes Biológicos.	72
V. PARTE CUARTA.—GEOTECTÓNICA.	75
 Segunda Parte.—BIOLOGÍA. GENERALIDADES.	78
BIOLOGÍA GENERAL.	78
I. Bioquímica.	78
II. Elementos Anatómicos de los seres vivos.	79
III. Taxonomía Biológica.	83
IV. Geografía Biológica.	85
BIOLOGÍA ESPECIAL. I BOTÁNICA.	87
<i>Parte Primera.</i> Botánica general.	87
I. Anatomía vegetal —Generalidades.	87
La Raíz.	91
El Tallo.	93
La Hoja.	97
La Flor.	102
Cáliz.	106
Corola.	106
Andróceo.	108
Pistilo.	110
Fruto.	113
Organos de reproducción de las Criptógamas.	116
II. Fisiología vegetal.—Generalidades.	119
Capítulo I.—Germinación.	119
Capítulo II.—Funciones de nutrición.	121
Capítulo III.—Movimientos de los vegetales.	129
Capítulo IV.—Funciones de reproducción.	132
<i>Parte Segunda.</i> Botánica Especial.	135
Tipo I.—Talófitas.	139
Clase primera.—Hongos.	140
Clase segunda.—Algas.	142
Líquenes.	145
Tipo II.—Muscíneas.	145
Clase primera.—Hepáticas.	146
Clase segunda.—Musgos.	146
Tipo III.—Criptógamas Vasculares.	147

Clase primera.--Filicineas.	147
Clase segunda --Hidropterineas.	147
Clase tercera.--Equisetineas.	148
Clase cuarta --Licopodineas.	148
Tipo IV.--Fanerógamas.	148
Sub-tipo Primero.--Gimnospermas.	149
Sub-tipo Segundo.--Angiospermas.	149
Clase primera.--Monocotiledóneas.	150
Apétalas.	150
Superovarieas.	150
Inferovarieas.	151
Clase Segunda.--Dicotiledóneas.	151
Orden I.-Apétalas superovarieas.	152
Orden II.-Apétalas inferovarieas.	152
Orden III.-Dialipétalas superovarieas.	153
Orden IV.-Dialipétalas inferovarieas.	156
Orden V.-Gamopétalas superovarieas.	156
Orden VI.-Gamopétalas inferovarieas.	158
BIOLOGÍA ESPECIAL. II. ZOOLOGÍA.	160
<i>Parte Primera. Zoología General.</i>	160
I. Generalidades.	160
II. La célula y tejidos animales.	161
III. Estructura y funciones de los órganos de los animales.	167
A.--Órganos y funciones de la nutrición.	168
B.--Órganos y funciones de relación.	178
C.--Órganos y funciones de reproducción.	185
<i>Parte Segunda. Zoología Especial.</i>	193
I. Historia de la Zoología.	193
II. Tipo I. Protozoarios.	197
Clase primera.--Rizópodos.	197
Clase segunda.--Infusorios.	199
Tipo II. Celenterados.	200
Clase primera.--Espongiarios.	200
Clase segunda.--Cnidiarios.	201
Orden I.-Antozoarios.	202
Orden II.-Hidrozoarios.	203
Tipo III. Equinodermos.	204
Clase primera.--Asteroideos.	206
Clase segunda --Equinoideos.	206
Clase tercera.--Holoturiideos.	206
Tipo IV. Gusanos.	207
Clase primera.--Platelmintos.	208
Clase segunda.--Nematelmintos.	211
Clase tercera.--Anélidos.	212
Clase cuarta.--Rotíferos.	213
Tipo V. Artrópodos.	213
Clase primera.--Crustáceos.	214
Clase segunda.--Arácnidos.	217
Clase tercera.--Miriápodos.	219
Clase cuarta.--Insectos.	220
Orden I.-Ortópteros.	222

	Páginas
Orden II.-Arquipteros.	223
Orden III.-Neurópteros.	224
Orden IV.-Hemipteros.	224
Orden V.-Dípteros.	226
Orden VI.-Lepidópteros.	227
Orden VII.-Coleópteros.	229
Orden VIII.-Himenópteros.	230
Tipo VI. Moluscos.	233
Clase primera.--Lamelibranchios.	235
Clase segunda.--Gastrópodos.	236
Clase tercera.--Cefalópodos.	237
Tipo VII. Tunicados.	239
Tipo VIII. Vertebrados.	240
Clase primera.--Peces.	244
Orden I.-Ciclóstomos.	246
Orden II.-Selácios.	246
Orden III.-Ganoídeos.	248
Orden IV.-Teleósteos.	248
Clase segunda.--Anfibios.	251
Orden I.-Apodos.	252
Orden II.-Urodelos.	253
Orden III.-Anuros.	253
Clase tercera.--Reptiles.	254
Orden I.-Ofidios.	255
Orden II.-Saurios.	257
Orden III.-Hidrosaurios.	258
Orden IV.-Quelonios.	259
Clase cuarta.--Aves.	260
Orden I.-Palmípedas.	265
Orden II.-Zancudas.	266
Orden III.-Gallináceas.	268
Orden IV.-Palomas.	269
Orden V.-Trepadoras.	270
Orden VI.-Pájaros.	271
Orden VII.-Rapaces.	272
Orden VIII.-Corredoras.	273
Clase quinta.--Mamíferos.	275
Sub-clase primera.--Monotremas.	278
Sub-clase segunda.--Marsupiales.	280
Sub-clase tercera.--Placentarios.	281
Orden I.-Cetáceos.	281
Orden II.-Desdentados.	282
Orden III.-Perisodáctilos.	283
Orden IV.-Artiodáctilos.	285
Orden V.-Sirenios.	289
Orden VI.-Proboscídeos.	289
Orden VII.-Roedores.	290
Orden VIII.-Insectívoros.	292
Orden IX.-Fieras.	292
Orden X.-Pinnípedos.	295
Orden XI.-Quirópteros.	296

	Páginas
Orden XII.-Prosimios.	297
Orden XIII.-Primates.	297
El hombre.	300
VI. PARTE QUINTA.--GEOLOGÍA HISTÓRICA.	307
I. Paleontología.	307
II Estratigrafía.	310
Era arcáica.	311
Era primaria ó paleozóica.	313
Terreno Cámbrico.	314
Terreno Silúrico.	314
Terreno Devónico.	315
Terreno Permo-Carvonífero.	317
Era secundaria ó mesozóica.	319
Terreno Triásico.	319
Terreno Jurásico.	320
Terreno Cretaceo.	322
Era terciaria ó neozóica.	324
Terreno Eocénico.	325
Terreno Oligocénico.	325
Terreno Miocénico.	326
Terreno Pliocénico.	327
Era cuaternaria ó moderna.	328

NUEVOS ELEMENTOS

DE

HISTORIA NATURAL

INTRODUCCIÓN

Lección 1.^a

Generalidades de Historia Natural.

1.^o Naturaleza. Todo el conjunto de fuerzas, substancias y seres que componen el mundo exterior, del cual también formamos parte, constituye la *Naturaleza*.

2.^o Ciencias Naturales. Del estudio de la *Naturaleza* se ocupan las llamadas *Ciencias Físicas ó Naturales*, que, en último resultado, son cuatro: la *Astronomía* ó tratado de los astros que pueblan el universo, incluso la Tierra considerada como tal; la *Física*, estudio de las fuerzas en general; la *Química* es la que estudia las substancias, y la

3.^o Historia Natural, que podremos definirla diciendo que tiene por objeto, el conocimiento de los seres naturales que forman la Tierra, sobre la que habitamos.

4.^o División de los seres naturales. En el mundo físico, tal como se revela á nuestros sentidos, la primera distinción general que se reconoce es, la que existe entre los cuerpos *organizados* vivientes y los *inorgánicos* é inanimados. Los unos, formados por los animales y plantas conservan su individualidad á pesar de las modificaciones que pueden sufrir por el cambio continuo de materia que los constituye; los otros, al contrario, se encuentran siempre en un estado de inmovilidad completa; en los primeros se observa una organización formada por partes heterogéneas ú *órganos*, en los cuales las diferentes substancias sufren numerosas modificaciones químicas; en los inorgánicos se ve una masa más similar, aunque no siempre homogénea y cuyas partes persisten en equilibrio estable.

Bien es cierto que las propiedades y modificaciones de los seres vivientes están sometidas á leyes físico-químicas, pero sin embargo, ciertas condiciones desconocidas de la materia en cuanto á su esencia, caracterizan el organismo. Estas condiciones á las que se puede dar el nombre de *vitales*, sin que por esto estén bajo la dependencia de procesos materiales, distinguen

precisamente el organismo de todo cuerpo desprovisto de vida y se relacionan:

1.^a *Con su origen.* Los cuerpos vivientes no pueden ser producidos por la acción de agentes químicos ó físicos en el seno de una mezcla definida y bajo ciertas condiciones de calor, presión etc; la experiencia nos enseña, que suponen siempre la existencia de seres semejantes más ó menos análogos, de los cuales derivan. En el estado actual de la ciencia no es posible admitir la *generación espontánea* aun para las formas más simples é inferiores.

2.^a *Con su modo de conservación.* Este segundo caracter del ser organizado y el más importante, se refiere al *cambio molecular* perpétuo de que es asiento, ó sea la *nutrición*; gracias á este cambio, los materiales que constituyen el ser, son á su vez reemplazados por nueva materia tomada al mundo exterior. Cada fenómeno de crecimiento, supone la absorción y la transformación de partículas materiales; cada movimiento, cada secreción, cada manifestación vital, reposa sobre un cambio de materia, sobre la destrucción y formación de combinaciones químicas. A estas destrucciones, á estas producciones nuevas se relacionan dos propiedades, necesarias á todo ser viviente, la absorción de alimentos y la excreción.

3.^a *Por su forma y extructura.* Los cuerpos vivos se distinguen por su forma general y extructura y por la diferente manera que sus partes se relacionan entre sí, es decir por la *organización*. El conjunto de un cuerpo inorgánico, de un cristal por ejemplo, ofrece líneas rectas que se encuentran bajo ángulos definidos y caras planas, rara vez esféricas, matemáticamente determinables y permanece invariable; el individuo organizado, al contrario á consecuencia de su estado semifluido, tiene una forma que no es completamente fija y que puede variar en ciertos límites. La vida se nos representa, en efecto, como una serie de estados diversos que se modifican sin cesar, correspondiendo los fenómenos del desarrollo y el cambio de forma del cuerpo á los movimientos continuos de la materia.

Se puede decir, de una manera general, que el organismo es en un principio una célula simple, que se desarrolla por diferenciaciones graduales y transformaciones de sus partes, hasta el momento en que adquiere la facultad de reproducirse; entonces, retrograda y termina por descomponerse en partes elementales. El organismo está constituido por unidades diversas, subordinadas las unas á las otras, de los *sistemas* á los *órganos*, los *órganos* á su vez compuestos de partes diversas, de *tejidos*, que tienen en fin por última unidad, la *célula*, *pequeña masa de substancia viscosa, albuminoide denominada protoplasma, encerrando generalmente en su interior un cuerpo homogéneo ó vesicular, el núcleo*. Esta base organizada fundamental de donde derivan todos los tejidos y órganos del animal y de la planta, presenta todos los caracteres del organismo, pudiendo decir en realidad, que la célula realiza la primera forma al mismo tiempo que es el organismo más simple.

5.² **División de la Historia Natural.** Debiendo considerar la Historia Natural las dos categorías de seres que existen, ambos serán asunto de su estudio, quedando dividido este en:

La HISTORIA NATURAL se divide en. .

Geología, ó estudio de la tierra en particular.

Biología, que trata de los seres orgánicos que pueblan el globo, tanto bajo un punto de vista general como especial ó descriptivo.

Fin

PRIMERA PARTE

GEOLOGÍA

I

GENERALIDADES

Lección 2ª

1—Geología: su definición. Desde luego hemos desglobo el estudio de la Tierra, del de los demás astros, que son también seres inorgánicos, por constituir hoy éstos una ciencia aparte con métodos propios, y por ser para nosotros más esencial el estudio del planeta sobre que habitamos; pudiendo definir pues la Geología, como *la parte de la Historia Natural que estudia la tierra considerada como un ser natural*.

2—División de la Geología. Como este estudio ha de ser hecho bajo diversos aspectos, de aquí la división de ésta en los siguientes tratados:

- 1.ª *Fisiográfica*; ó estudio de la superficie terrestre.
- 2.ª *Geognosia*; parte que trata de la composición de dicha corteza.
- 3.ª *Dinámica*; conocimientos de los agentes que intervienen ó han intervenido modificando la corteza terrestre.
- 4.ª *Geotectónica*; disposición de los materiales que forman la corteza del globo.
- 5.ª *Histórica*; que describe las fases por las que ha pasado la Tierra y de la aparición sucesiva de los seres.

II

PARTE PRIMERA—Fisiográfica.

1.—Forma y movimientos de la Tierra. La Tierra es un esferoide cuyo centro de gravedad describe en el curso de un año una curva plana alrededor del sol, llamada *eclíptica*, mientras que el esferoide mismo, está animado de un movimiento de rotación uniforme, alrededor de un eje fijo, que cumple en veinticuatro horas siderales. La distancia media de la Tierra al Sol es de unos 150 millones de kilómetros.

El eje de rotación del globo no coincide con la perpendicular á la eclíptica, formando con esta un ángulo de $23^{\circ} 27'$; tal es por consecuencia el ángulo que el plano del ecuador terrestre forma con el de la eclíptica, ángulo al cual se le ha dado el nombre de *oblicuidad de la eclíptica*. Si el plano de la eclíptica coincidiese con el del ecuador, la noche sería sensiblemente igual al día para todos los puntos de la Tierra, pero por no ser así, dá lugar dicha inclinación á las *estaciones*, consecuencia de la distinta distribución del día y la noche en las tres zonas correspondientes á cada hemisferio, ó sean la *ecuatorial*, *templada* y *polar*.

2.º—Densidad del globo. La densidad media del globo, es la relación de su masa á su volumen; siendo conocido este último elemento, se puede determinar el otro, comparando la acción atractiva de la Tierra, con la de un cuerpo de masa conocida; esta densidad es de 5,5 y estando la densidad de la mayor parte de las piedras que forman la corteza, comprendida entre 2 y 3, se deduce de aquí, que, la densidad de los materiales terrestres tiene que ir en aumento á mayor profundidad. Otra consecuencia deriva de esto, y es el estado de fluidez primitiva de la Tierra para permitir la superposición de aquellos por orden de densidades.

3.º—Extensión y masa de la atmósfera. Esta superposición se realiza en la superficie, pues la vemos constituida; 1.º por una envoltura gaseosa ó atmósfera, 2.º por el elemento líquido ú océanos y 3.º por la corteza sólida ó tierra firme.

La mayor incertidumbre reina aun sobre la altura que debemos asignar á la envoltura atmosférica que nos rodea; distintos procedimientos empleados en determinarla, han dado resultados muy distintos, pero para el geólogo, esto no tiene importancia alguna, pues los fenómenos que pueden interesar á éste, están comprendidos en una zona que no depasa de la altura de las más altas montañas, y por otra parte su masa es desde luego conocida por la altura barométrica.

4.º—Distribución de los continentes y de los océanos. El hecho característico de la superficie terrestre, es la desigualdad en cuanto á la distribución entre el elemento líquido y el sólido, pues siendo la superficie total del globo de 510 millones de k. c, 365 pertenecen á los mares y 145 á los continentes, es decir que están próximamente en la relación de 2,25 es á 1. Otra curiosa disposición es que, á partir de las regiones antárticas, las aguas envían hacia el Norte tres océanos terminados en punta, el Atlántico, el Pacífico y el océano Indico; por el contrario, tres salientes continentales se destacan del Norte y terminan en punta hacia el Sur, y son América, Europa con Africa y Asia cuya terminación meridional es Australia, realizando también esta disposición casi todas las islas; además, estas tres masas continentales están sensiblemente desviadas hacia el Este y divididas en dos partes por una zona transversal de depresión que da la vuelta completa al globo. La relación existente entre la superficie de los continentes y la longitud total de sus costas es muy variable en todas las masas continentales, teniendo bajo este punto de vista, Europa, y principalmente Grecia, una gran ventaja sobre las demás. Este hecho quizás haya influido en la

civilización precoz de esta Nación, mientras que el Africa estaría entonces condenada á permanecer largo tiempo en el mismo estado en que hoy la conocemos.

5.º—Relieves de los continentes y de los mares. La superficie terrestre puede decirse que queda dividida en dos partes, una emergida ó positiva, la cual forma los continentes, y otra que constituye el fondo de los mares. La primera, ó sea la emergida, podemos dividirla por su altura con relación al nivel del mar, en *regiones bajas*, con una altitud media inferior á 300 mts. y de superficie generalmente ondulada, pudiendo ponerse como ejemplo, los Países Bajos en Europa; *mesetas*, con una altura superior á 300 mts. y de superficie plana ú ondulada, como la meseta central de Castilla, y *montañas*, que casi siempre se presentan alineadas formando sistemas y cuya altura, aun cuando muchas veces nos asombre, es una fracción insignificante del radio terrestre.

Los continentes tienen en general todas montañas elevadas, y la altitud de estos está en razón directa de los mares ó depresiones á que hacen frente.

Las depresiones que constituyen el fondo de los mares, son de altitudes muy variadas, aun cuando conviene advertir que se consideran formando parte de los continentes muchas tierras de escasa profundidad y en relación con estas. Las mayores depresiones ó profundidades de los mares, se creyó en un principio serian grandes, pero, después de las memorables campañas científicas del *Challenger* y *Tuscarora*, se ha comprobado que la máxima no excede de 9.000 mts; próximamente la misma altura que tienen las montañas más elevadas.

6.º—Fisiografía de la Península Ibérica. La Península Ibérica forma un promontorio de 660 metros de altitud media y de contorno pentagonal, que se extiende desde las costas del mar Cantábrico hasta el estrecho de Gibraltar. Todo este promontorio se inclina en pendiente dulce al Océano, donde desembocan casi todos los grandes ríos que le recorren, en tanto que el E. se halla cortado bruscamente por una cresta que se abre cerca del Mediterráneo. Además de esta pendiente atlántica, la Península ofrece otra segunda más suave en cuanto á la inclinación, pero de relieve más desigual, desde la base de los Pirineos Cantábricos, hasta el valle del Guadalquivir. Los relieves de la Península están determinados por sus nueve cordilleras principales que se pueden comprender en tres grupos; el septentrional, del que constituyen parte las cordilleras Cantábrica, Astúrica y Galaica; el central, Serranía de Cuenca, cadenas de Aragón y Carpeto-Vetónica; el meridional en fin, Montes de Toledo, Sierra Morena y Penibética. En el centro de la Península se alza un macizo aproximadamente circular, que va del Ebro al Guadalquivir y constituye la elevada zona de las mesetas castellanas, ocupando casi la mitad de la superficie del país; estas mesetas de altura diferente y separadas por un escalón, son dos; una al N. por la cual corren las aguas del Duero, y otra al S. en que se asientan las cuencas gemelas del Tajo y del Guadiana. La cordillera Carpeto-Vetónica, forma la cresta de separación de ambas mesetas.

III

PARTE SEGUNDA—Geognosia.

Lección 3.^a

1—Composición de la corteza terrestre. Una simple ojeada sobre los materiales que componen la corteza de nuestro planeta, nos muestra, unos constituidos de un modo homogéneo como la caliza, otros de partes distintas entre sí como el granito; pero unos y otros están á su vez formados por la combinación de cuerpos simples, que por su mútua combinación, según las leyes demostradas por la química, constituyen especies químicas perfectamente homogéneas y con forma regular propia; son estas especies materiales terrestres de un orden más elevado, los elementos geológicos conocidos con el nombre de *minerales*, cuya asociación origina entidades de otro orden más superior, *rocas*. Del estudio de estas dos clases de materiales se ocupan dos partes de la Geognosia, que son, la *Mineralogía* y la *Litología ó Petrografía*.

De todos los cuerpos simples los que juegan un papel más importante en la constitución de la corteza son los siguientes: entre los elementos no metálicos, el más abundante es el oxígeno, que forma en peso el 23 % del aire, el 88,87 del agua y el 50 %, ó sea la mitad del de todos los minerales y rocas que componen la porción visible de la costra del globo, el silicio le sigue en importancia y por último el carbono y azufre; de los metales, el aluminio es el más abundante, á este sigue el calcio, tras del cual va el magnesio y después los metales alcalinos, potásio y sódio.

TRATADO PRIMERO

MINERALOGÍA

1—Mineralogía y su división. Las numerosas aplicaciones que desde remotos tiempos viene haciendo de los minerales la humanidad, han sido causa de que su estudio y conocimiento precediera al de los demás materiales de la corteza terrestre, constituyendo á la Mineralogía en una independencia que no es nada lógica, pues con los solos datos mineralógicos, nada se puede averiguar acerca del origen, transformaciones y relaciones de unos minerales con otros.

La Mineralogía ó doctrina de los minerales, se divide en dos partes, una *general* y otra *especial*; la primera comprende el estudio de aquellos fenómenos que se manifiestan en todos los minerales ó en el mayor número de ellos; la segunda trata del estudio y conocimiento particular de cada mineral.

De la Mineralogía general, una parte se refiere á la forma de los minerales y se llama *Morfología*; una segunda parte es la *Física mineral* que trata de los fenómenos físicos que se manifiestan en los minerales; la *Química mineral*, que tiene por objeto el estudio de la composición de estos cuerpos. En la especial se desarrollan en serie sistemática los caracteres de cada mineral en particular. Sus aplicaciones, así como la importancia comercial é industrial de cada uno, forman el asunto de la *Tecnología mineral*, de la que solo hacemos ligeras indicaciones.

PARTE GENERAL

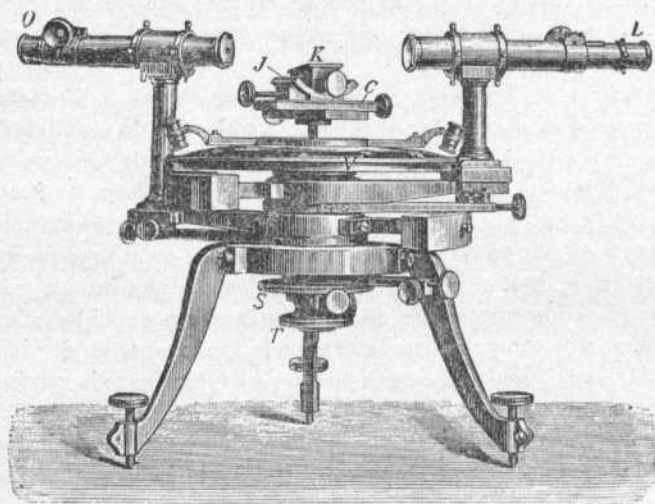
I.—MORFOLOGÍA

1 — Minerales cristalizados, cristalinos y amorfos. La mayoría de los minerales tienen una forma particular determinada en virtud de un proceso de formación regular, y se dice entonces que el mineral está *cristalizado*; en otros el desarrollo regular ha sido impedido por algún obstáculo, viéndose obligada la sustancia á tomar una forma accidental, y se llama mineral *cristalino*. Se presentan algunos otros minerales que no se muestran individualizados, que no dejan reconocer en ninguna de sus propiedades estructura determinada alguna; minerales semejantes son denominados *amorfos*.

Toman origen los cristales mediante el paso de las sustancias de un estado de *movilidad* molecular al sólido. Los estados de movilidad son, los de gas ó vapor y el líquido. Por enfriamiento del vapor de agua se origina la nieve, constituida por pequeños cristales de hielo; el bismuto fundido produce, al solidificarse por enfriamiento, cristales de esta sustancia. En el mayor número de los casos se forman los cristales en el seno de soluciones en las cuales un líquido, el disolvente, tiene desligadas ó sueltas y en condiciones especiales las moléculas de uno ó más cuerpos sólidos. Cada disolvente puede, á una temperatura determinada, mantener en disolución sólo una cantidad fija de una misma sustancia, y en este caso la producción de cristales tiene lugar con el descenso de la temperatura; una disolución de nitró en el agua, saturada á 30° c., al descender á 20° c. depositará cristales. De igual modo puede producir cristales una eliminación de disolvente, y por esto se forman evaporando una solución acuosa saturada de alumbre ó de azúcar. Nacen también cristales al encontrarse soluciones de sustancias diversas, como se originan por los cambios químicos que determinan en las soluciones las corrientes eléctricas. Desde el primer momento en que comienza á producirse un cristal, posee la forma que ha de tener más tarde, diferenciándose tan solo en el volumen, puesto que el crecimiento consiste en la superposición uniforme de capas.

A veces ocurren, durante el crecimiento, transformaciones de la primitiva forma del cristal, cuando se acumulan estratos cristalinos sobre una cara con más rapidez que sobre otra, repitiéndose sin embargo las caras en su mismo número y posición. Otra causa de cambio en el crecimiento de los cristales, está en la aparición de nuevas caras ó desaparición de algunas de las existentes. Cuando al crecer un cristal nacen caras nuevas, ocurre siempre que los vértices ó aristas iguales entre sí por naturaleza y posición se modifican de igual modo al aparecer y desarrollarse las nuevas caras, y al desaparecer las antiguas se observa constantemente que las que son iguales desaparecen también en igual medida. Este fenómeno se llama *conservación de la simetría*.

2—Constancia del valor de los ángulos diedros y su medida. Estas mismas observaciones demuestran también que, una vez formadas las caras, podrán, desarrollándose, tomar formas diferentes, pero su posición recíproca, es decir, el ángulo plano formado por ambas permanece constante. De aquí deriva la importancia de la medida de dicho ángulo que se realiza por unos instrumentos llamados *goniómetros*. Para medidas aproximadas sobre cristales grandes sirven los de aplicación, constituidos por dos reglas, una de las cuales gira en su parte media alrededor de un eje, á modo de unas tijeras, mientras que la otra se ajusta al diámetro de un semicírculo graduado. Medidas más exactas permiten los goniómetros de reflexión, (*fig. 1*) cuya forma más simple fué ideada primeramente por



(Fig. 1.)—Goniómetro de reflexión.

Wollastón, requiriéndose para usar estos instrumentos, que las caras de los cristales sean verdaderos espejos, reflejen bien la luz, porque primero sobre una y luego sobre otra se hace producir la reflexión de la misma imagen.

3—Simetría. Por simetría se entiende, la igualdad de posición á los dos lados de un plano, que se llama por esto *plano de simetría*, y en los cristales también *sección principal*; toda recta normal á este plano es un *eje de simetría*; el plano divide al cuerpo simétrico en dos porciones iguales que se comportan recíprocamente, como un objeto con relación á su imagen, considerando como sección principal el plano del espejo.

Hay sin embargo cristales, que no muestran simetría alguna, en los que el paralelismo de las caras es la única regularidad visible, y se llaman asimétricos; los demás pueden ofrecer 1, 3, 5, 7 ó 9 planos de simetría, es decir que siguen la ley de los números impares. La mayoría de las formas cristalinarias satisfacen por completo á las leyes de simetría y se llaman *holoédricas*, mientras que, otras, no presentan más que la mitad y se denominan *hemie-*

dricas, apareciendo formadas por el desarrollo de la mitad de los elementos de la forma holocédrica, de modo que, cada una de estas, da lugar á dos hemiedros de posición recíproca, uno positivo y otro negativo; á veces coexisten ambos juntamente diferenciándose solamente por su desigualdad física. Hay minerales que muestran en dos extremos opuestos de sus cristales caras diferentes; de este fenómeno llamado *hemimorfia*, son ejemplo los cristales de turmalina y calamina.

4—Sistemas cristalinos. El conjunto de formas que poseen los mismos elementos de simetría, y las formas hemiedricas y hemimorfas que de ellos pueden derivarse, constituyen un *sistema cristalino*, pudiendo agruparse del modo siguiente:

Sistemas

Cristales de construcción sencilla.	Sin ningún eje de simetría.		Triclínico
	Con un id.	id..	Monoclínico
	Con tres id.	id..	Rómbico
Con un eje superior predominante.	Con cinco id.	id..	Tetragonal
	Con siete id.	id..	Hexagonal
Cristales de construcción regular.	Con nueve id.	id..	Regular

5—Ejes cristalográficos. La posición recíproca de las caras en un cristal se puede fijar empleando el procedimiento de la geometría analítica.

Se escogen para esto, tres de sus caras, que directamente ó prolongadas formen un vértice y se refieran á ellas todas las otras de este modo; paralelamente á estas caras, se imaginan en el interior del cristal tres planos que se corten según tres rectas, llamadas *ejes cristalográficos* y pasen por un punto común de intersección (*fig. 2*) y con relación á estos tres ejes las

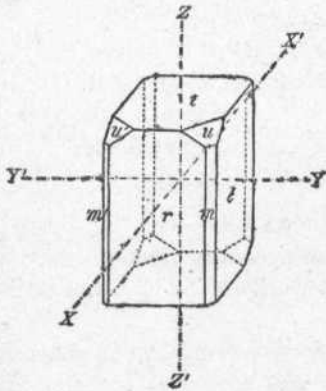


Figura 2.

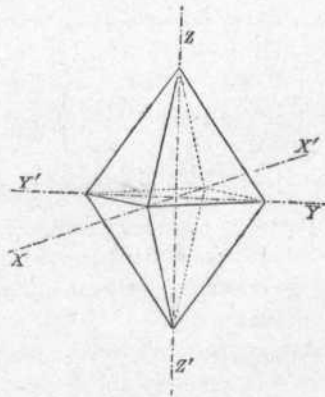


Figura 3.

caras pueden ser; *piramidales*, si cortan á los tres ejes como *u*; *prismáticas* si cortan solamente á dos y son paralelas al tercero, como *m*; y *terminales* las que son á un tiempo paralelas á dos ejes como *r*. Estos tres ejes se suelen designar *XX'* el ántero-posterior, *YY'* el transversal y *ZZ'* el vertical (*fig. 3*)

Lecciones²

6—Sistema Triclínico. Los cristales de este grupo no muestran simetría alguna y por tanto una cara cualquiera, no tendrá ninguna otra igual á ella sino su paralela, y el cristal estará limitado por pares de caras de propiedades enteramente distintas. Los tres ejes se cortan bajo ángulos oblicuos.

Son pocas las especies mineralógicas que afecten formas pertenecientes á este sistema, pudiendo citar como ejemplo los feldespatos plagioclásicos.

7—Sistema Monoclínico: Los cristales de este sistema obedecen á la más sencilla ley de simetría, pues en ellos se puede siempre imaginar un plano respecto al cual las caras están de igual modo dispuestas á un lado que al otro, por cuya razón en estos cristales no solo hay pares de caras iguales, sino también complejos de cuatro caras.

Una cara que sea paralela al plano de simetría satisfará las condiciones del sistema y forma con su paralela el par de *caras longitudinales*. Toda cara normal al plano de simetría cumplirá también aquellas condiciones y con su opuesta paralela formará ya las *caras transversales*, ya las *terminales*.

Las de los *prismas transversales* son normales al plano de simetría, y estarán, pues, constituidas éstas por pares de caras. El *vertical* y el *longitudinal* son cuadriláteros, porque toda cara oblicua al plano de simetría debe ir acompañada de otra que tenga la misma posición del otro lado de este plano y cada una de estas dos exigen su opuesta paralela.

Toda cara de *pirámide* se muestra cuatro veces en virtud de ser oblicua al plano de simetría.

FORMAS DEL SISTEMA MONOCLÍNICO

Caras básicas. . .	{	Par de caras longitudinales.
		Id. id. transversales.
		Id. id. terminales.
Caras prismáticas.	{	Por un par de caras el transversal.
		Cuadriláteros. . . { Vertical. Longitudinal.
Caras piramidales.. . . .		Pirámide.

Pertenecen á este sistema el feldespato ortosa y el yeso.

8—Sistema Rómbico. Las formas aquí comprendidas poseen tres planos de simetría, desiguales y normales entre sí, que dividen el espacio en ocho partes iguales.

Toda cara paralela á dos ejes y normal al otro, satisface con su opuesta paralela á la simetría del sistema. Como las tres secciones principales son de diversa naturaleza, son posibles tres pares de caras diferentes, que se llaman *caras transversas*, *longitudinales* y *terminales*.

Toda cara normal á una sección principal é inclinada sobre las otras dos cumple con la simetría respecto al primer plano, pero exige una cuadruplicación de esta cara con respecto á los otros. A esta sección pertenece el *prisma vertical*, de igual modo que los *longitudinales* y *transversos*.

Por ser ocho los espacios, toda cara situada en uno de los octantes, debe repetirse ocho veces, constituyendo la *pirámide*.

Si suponemos existentes la mitad alternativamente de las caras de la pirámide, nace la forma hemiédrica denominada *esfenoide rómbico*.

FORMAS DEL SISTEMA RÓMBICO

Formas holoédricas.	Caras básicas. . . .	{	Par de caras transversas.
			» » » longitudinales.
			» » » terminales.
	Caras de prisma. . .	{	Vertical.
			Longitudinal.
			Transversal.
	Caras de pirámide. .		Pirámide.

Forma hemiédrica derivada de la pirámide, *Esfenoide rómbico*.—Son minerales rómbicos el azufre, la baritina y la antimonita y como ejemplo de forma hemiédrica la sal de La Higuera.

9-Sistema Tetragonal. La regularidad de estos cristales, está determinada por cinco planos de simetría, cuatro de los cuales son iguales dos á dos mientras que el quinto, llamado principal, es normal á los otros. Los cuatro planos se cortan según una recta normal al plano principal de simetría llamada eje principal.

Una cara paralela al plano principal de simetría, satisface con su opuesta las condiciones de esta simetría, así nace el par de *caras terminal*.

Las caras transversas y longitudinales son paralelas á las otras dos secciones principales, por lo que estas caras se muestran á la vez constituyendo un *prisma cuadrado* que se llama *inverso*.

Las caras del prisma vertical, pueden estar igualmente inclinadas sobre las dos secciones originando un *prisma cuadrado*; cuando no existe la condición primera se duplica el número de caras produciéndose un *prisma octógono* ó *ditetragonal*. Las caras del prisma transversal como las del longitudinal, pueden coexistir originando una forma octaédrica cerrada, llamada *pirámide inversa*.

Una cara piramidal que esté igualmente inclinada sobre dos secciones principales se presentará ocho veces y el conjunto de todas ellas constituye una forma de ocho caras llamada *pirámide tetragonal*.

Si las caras están desigualmente inclinadas, aparecerán dos sobre cada octante formando una *pirámide octógona* ó *ditetragonal*.

Como formas hemiédricas principales de este sistema tenemos el *esfenodro* derivado de la pirámide inversa, el *escalenoedro tetragonal* de la pirámide ditetragonal.

FORMAS DEL SISTEMA TETRAGONAL

Formas holoédricas.	Caras básicas.	{	Par de caras terminales.	{	prisma inverso.
			Transversas.		
			Longitudinales		
	Caras prismáticas.	{	Prisma vertical	{	cuadrado.
			Prisma trans-		octógono.
			versal.		pirámide in-
Caras piramidales.	{	Prisma longi-	{	versa.	
		tudinal.			
			Pirámide tetragonal.		
			" octógono.		
Formas hemiédricas.	{	Derivado de la pirámide inversa	—esfenoeдро.		
		" " " tetragonal	—escalenoedro.		

Pertenecen á este sistema la casiterita y el zircón y como forma hemiédrica la calcopirita.

10—Sistema hexagonal. Las formas de este grupo, llamado también romboédrico, tienen siete planos de simetría, seis de los cuales son iguales entre sí tres á tres, y diferentes del séptimo llamado principal. Muestra este sistema con el anterior la semejanza de que una sección principal es perpendicular á todas las otras. Los planos de simetría iguales entre sí tres á tres se cortan según una recta, el eje principal, normal al plano principal y la simetría del sistema no permite contentarse con tres ejes y deben tomarse cuatro.

El par de caras paralelo al plano principal satisfará á la simetría del sistema constituyendo el *pinacoide básico*. Los pares de caras paralelas á las otras tres secciones principales coexistirán juntamente formando un *prisma hexagonal*.

Las caras de prisma paralelas al eje vertical é igualmente inclinadas forman otro *prisma hexagonal* llamado *inverso*; si no satisfacen á esta última condición se duplica el número de caras dando lugar á un *prisma dodecágono ó dihexagonal*. Si la cara es paralela á un eje horizontal y corta á los otros tres, constituye una forma cerrada por doce caras, una doble *pirámide hexagonal*.

Una cara de pirámide puede estar dispuesta de modo que corte á igual distancia á dos ejes horizontales, ó que esta distancia sea diferente. En el primer caso se produce una doble pirámide hexagonal, llamada *pirámide inversa*; en el segundo toma origen una *pirámide dodecágona ó dihexagonal*.

Siendo las doce caras de la pirámide iguales seis á seis alternadamente, pueden existir las unas con independencia de las otras, constituyendo una forma hemiédrica cerrada llamada *romboedro*. De las veinticuatro caras de la pirámide dodecágona, pueden por hemiedria, presentarse solo doce, constituyendo la forma llamada *escalenoedro hexagonal*.

FORMAS DEL SISTEMA HEXAGONAL

Formas holoédricas..	{	Caras básicas.	{	Pinacoide básico
			{	Prisma hexagonal
		Caras prismáticas.	{	Prisma inverso
			{	Prisma dodecágono
			{	Pirámide hexagonal
Formas hemiédricas.	{	Caras piramidales.	{	Pirámide inversa
			{	Pirámide dodecágona
			{	Romboedro

Como ejemplos característicos de este sistema tenemos la esmeralda, la caliza, apatito y cuarzo etc.

*Luciano*² **11—Sistema Regular.** Los cristales de este grupo, llamado también sistema cúbico, poseen nueve planos de simetría. Se toman tres secciones principales que son iguales y ortogonales y su intersección produce los tres ejes también iguales entre sí.

Tres pares de caras paralelas á los planos principales dan, el *hexaedro* ó *cubo*, de caras cuadradas y ángulos rectos.

Puede ser una cara paralela á un eje y cortará los otros dos, pudiendo ocurrir los casos siguientes: 1.º si los corta á igual distancia, aparece el *rombododecaedro*, cuyas caras son rombos; 2.º si los corta á desigual distancia, se duplica el número de caras originando el *tetraquishexaedro* ó *cubo piramidado*.

Una cara igualmente inclinada sobre los tres ejes, se reproducirá ocho veces, dando un *octaedro*, cuyas caras son triángulos equiláteros. Si corta á dos ejes á distancia igual, puede suceder que la tercera distancia sobre el otro eje pueda ser mayor ó menor que la primera; en el primer caso, da lugar al *triaquisoctaedro* ú *octaedro piramidado*, en el segundo, al *icositetraedro*, cuyas caras son trapecios. Una cara que esté desigualmente inclinada sobre los tres planos principales, se presentará 48 veces; así nace el *hexaquisoctaedro*.

Como formas muy comunes del sistema cúbico, tenemos, la galena, fluorita, sal gema, diamante, granate, etc.

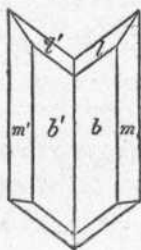
Formas hemiédricas pertenecientes á este sistema, son las *tetraédritas* muy comunes en las *tetraédritas* y el *piritoedro* frecuente en la piritita.

FORMAS DEL SISTEMA CÚBICO

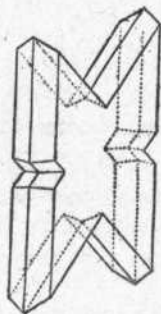
Formas holoédricas..	{	Caras terminales	Hexaedro
		Caras prismáticas. . . .	{ Rombododecaedro
			{ Tetraquishexaedro
		Caras piramidales. . . .	{ Octaedro
			{ Triaquisoctaedro
{ Icositetraedro			
			{ Hexaquisoctaedro

Formas hemiédricas. } Tetraédritas
 } Piritoedros

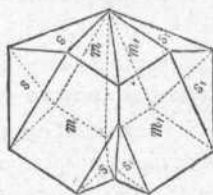
12—Maclas. Se designa con este nombre el resultado de la agrupación regular de cristales dos á dos en posición no paralela. Casi siempre se acusan los cristales maclados, bien por la presencia de estrías denominadas de macla, ó también por ángulos entrantes. Son ejemplos de tales maclas, el yeso en flecha (*figs. 4 y 5*); la del aragmito formada por varios prismas róm-



(Fig. 4).



(Fig. 5)



(Figura 6).—Macla de la casiterita, ó del pico del estaño

bicos que en ocasiones se reúnen afectando el todo una forma de prisma exagonal; la casiterita (*fig. 6*) produciendo el pico del estaño y la pirita formando la cruz de la pirita. Cuando estas maclas se reúnen varias según distintas leyes, teniendo el todo una simetría superior á la de los cristales sencillos, se origina un caso de pseudosimetría denominada *mimesia*, como sucede en la microclina y boracita.

13—Conformación de los cristales. Muy rara vez los cristales se presentan perfectamente desarrollados; lo más común es que predomine el desarrollo en una dirección, naciendo las formas *aciculares* y *capilares* ó en dos, dando origen á las *tabulares*. Si el depósito de materia se verifica con mayor rapidez sobre unos elementos que sobre otros, se producen los cristales *desproporcionados* ó *deformados*; igual origen tienen los esqueletos de cristales, las agrupaciones en forma de estrellas, arborizaciones y las *dendritas* de cristales como por ejemplo las de argentita (*Fig. 7*).



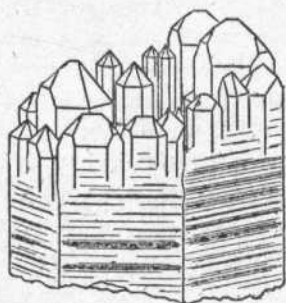
(Fig. 7).—Dendrita de argentita.

Las caras de los cristales unas veces son lisas y planas, mientras que otras llevan estrías más ó menos finas, dibujos especiales, ó son opacas, escabrosas, etc, ya por sí mismas, ya porque lleven superpuestas partículas de otro mineral. Muchos cristales grandes tienen una disposición estratiforme, formada por capas de la misma ó de distintas formas, constituidas por la misma especie mineral ó bien sean distintas entre sí y generalmente son estratificaciones isomorfas.

La presencia de cuerpos extraños en los cristales es un fenómeno muy común, porque al desarrollarse envuelven los cuerpos sólidos que hallan á

su alrededor, encerrando también porciones del agua madre, y burbujas de gases ó vapores de las que se producen en el seno de ésta durante la cristalización, conociéndose todas ellas con el nombre genérico de *inclusiones*.

14—Agrupaciones de cristales. Muy rara vez se encuentran los cristales completamente aislados, sino asociados unos con otros constituyendo los grupos de cristales, ya sean libres del seno de las rocas (*Fig. 8*) en que se formaron, ya en dependencia con ella constituyendo los grupos esféricos, reniformes, las agrupaciones en forma de rueda, abanico ó en roseta como en la mica, oligisto, etc. Otras veces forman un agregado irregular de cristales implantados unos al lado de otros sobre una base común, dando lugar á las *drusas* de cristales, muy comunes en la calcita, cuarzo, etc. La forma de las drusas depende de la base sobre que se formaron: así las hay reniformes, cilíndricas; las que revisten una cavidad hueca se llaman *geodas*.



(Fig. 8).—Asociación regular de cristales de cuarzo.

15—Forma de los minerales cristalinos. Cuando un mineral encuentra algún obstáculo al desarrollo de su forma regular, toman origen los minerales cristalinos, pero

teniendo los individuos ó elementos que componen su agrupación cristalina tendencia á presentar las mismas formas que tendrían á no existir tales obstáculos; esto es lo que se conoce con el nombre de *estructura*, existiendo tres fundamentales: la primera ó *granuda* que puede ser de granos gruesos, menudos ó más finos; la *hojosa*, ó de la segunda especie, se distingue después en estructura de láminas gruesas ó delgadas, rectas ó encorvadas, escamosa, pizarrosa, etc; la tercera especie, *bacilar*, se subdivide en, bacilar de fibras gruesas ó finas, paralelas, radiadas, confusas, etc. Todas estas estructuras, cuando sus elementos son tan pequeños que escapan á la observación á simple vista, constituyen la compacta, y en contraposición á esta hay otra porosa ó deleznable de individuos separables al menor esfuerzo; ejemplo el caolín y la creta.

La forma original externa de los minerales cristalinos, pertenecerá á uno de estos tres tipos: cuando durante la formación hay un espacio libre ó un medio que permita el desarrollo de la forma, se producen las formas *libres* ó *imitativas* á las que corresponden las formaciones esféricas que se ven en la caliza pisolítica, las arriñonadas y en racimo de la calcedonia y malaquita, producidas por la compenetración de esferas, las filiformes y musgosas de la plata y del oro, las dendritas (*Fig. 7*) etc; pero la máxima complicación de formas libres, corresponde á las que se producen por goteamiento ó estalactíticas, formando cilindros ó tubos que á veces se anastomosan produciendo el *floferri*, variedad de aragonito. Si durante la formación hay falta de espacio ó de un medio que no permite el desarrollo de la forma, se originan formas *prestadas*, debidas principalmente á rellenos de los espacios y grietas de las rocas por minerales cristalinos; pero el caso más curioso de formas

prestadas lo constituyen las *seudomórfofis*, y consisten en falsos cristales, de rara perfección á veces, cuya naturaleza íntima no está en relación con la forma externa, pudiendo producirse por moldeado de un cristal preexistente, como en el caso de la arcilla, con formas cúbicas de sal, ó producidas por una verdadera alteración química de la substancia sin perder la forma primitiva, como es la transformación del olivino en serpentina. El agente de esta transformación es el agua y las soluciones acuosas que circulan capilarmente y sin cesar por el seno de los materiales de la corteza terrestre; también el aire es agente de cambios de esta naturaleza. Cuando las formas derivan de organismos, entonces se conocen con el nombre de *petrificaciones*, pudiendo ser como los *seudomórfofis*, por moldeado ó por sustitución ó alteración de su substancia, como en el caso de las maderas petrificadas y en la mayoría de los casos silicificadas por el ópalo, el cuarzo. Por último, cuando los minerales cristalinos, después de su formación, experimentan alteraciones de forma por circunstancias externas, toman formas *accidentales*, y entonces se encuentran bajo la de fragmentos, guijarros, arena etc, cuyos elementos pueden constituir de nuevo masas más ó menos compactas mediante la cementación.

Los minerales amorfos producen formas libres ó prestadas en las mismas circunstancias que los cristalinos.

Sección 6.^a

II.—FÍSICA MINERAL

1—Elasticidad, Cohesión. Ciertos minerales son muy *elásticos* como la mica ó el asbesto. Al tratar de dividirlos los más ofrecen cierta facilidad para reducirse á polvo y se les llama *frágiles*; otros, ceden á la acción de la navaja dejándose cortar en virutas, como la argentita, por lo que se extienden en láminas cuando se les golpea con un martillo; se les llama *maleables*; hay otros que ofrecen gran resistencia á ser rotos por los golpes, estos son *tenaces*.

2—Exfoliación. Propiedad que tienen muchos cristales de henderse según caras planas, habiendo muchos de ellos como el yeso, la galena y la mica que son altamente exfoliables. Los planos de exfoliación son siempre paralelos á caras existentes ó posibles en el cristal, y en muchos individuos sin forma externa se podrá reconocer esta y aun determinar el sistema á que pertenecen por el estudio de sus planos de exfoliación, pudiendo sentar como principio general que, á caras iguales en los cristales, corresponden planos de exfoliación también iguales y viceversa. Según la facilidad en producirse las exfoliaciones y la tersura y brillantez de los planos que resultan, se llama la exfoliación completamente perfecta, muy perfecta, perfecta ó imperfecta. Los minerales tenaces, maleables y flexibles son difícilmente exfoliables.

3—Fractura. Al romper los minerales se producen superficies llamadas de fractura, constituidas, en unos, por superficies cóncavas y convexas, y se la llama *concoidea*; en otros la fractura es *astillosa*. Los minerales maleables ofrecen la llamada *ganchuda* y por último existe la *terrosa* ó *pulverulenta* etc.

4—Dureza. La resistencia que un cuerpo opone á la separación de sus partículas por medio de la raya se llama *dureza*, y su reconocimiento se hace por medio de una punta de acero ó la arista viva de otro mineral. Con objeto de poder comparar entre sí la dureza de los minerales, Mohs estableció una serie de diez términos, llamada usualmente *escala de dureza*, que es como sigue:

1.º grado de dureza	Talco	6.º grado de dureza	Ortosa
2.º " "	Yeso	7.º " "	Cuarzo
3.º " "	Espato calizo	8.º " "	Topacio
4.º " "	Espato fluor	9.º " "	Corindo
5.º " "	Apatito	10 " "	Diamante

Para ensayar según esta escala, se va probando á rayar el mineral comenzando desde el primero hasta llegar á aquél que ya no le raya, y se dirá entonces que la dureza del que se ensaya está entre la del primero que no le ha rayado y la del último que lo ha hecho, es decir entre 4 y 5 por ejemplo, ó más brevemente expresado $Dr=4,5$. Para determinaciones más exactas se hace uso de un aparato llamado *esclerómetro* y mediante él se ha podido apreciar las diferencias de dureza que ofrecen las diversas caras de un mismo mineral y aun una misma cara, según la dirección en que se le trate de rayar; diferencias que están íntimamente relacionadas con la exfoliación.

5—Eflorescencia. Algunos minerales hidratados pierden en el aire seco, toda ó parte del agua que contienen, volviéndose opacos y reduciéndose por último á polvo; propiedad que se llama *eflorescencia*.

6—Reflexión de la luz. Las caras de los cristales que poseen estrías paralelas, ó aquellos cristales que contienen cavidades microscópicas, producen por reflexión de la luz en sus caras, ciertas imágenes consistentes principalmente en estrellas, fenómeno denominando *asterismo*, como sucede en el záfiro. Los reflejos que muestran algunos minerales como la piedra de sol, son ocasionados por laminillas ó fibras de otros minerales que están contenidas como inclusiones.

Las caras lisas de los minerales poseen diversa intensidad de *brillo* ó poder reflector de la luz y si no tienen brillo se llaman mates, como acontece en los minerales terrosos. Existen diferentes especies de lustres: *metálico* el propio de las superficies metálicas; *adamantino* el que posee el diamante; *vitreo* la variedad más frecuente de lustre en los minerales; *craso* semejante al que ofrecen las superficies cubiertas de grasa; *nacarado*, *sedoso*, etc.

7—Color. Hay minerales que ofrecen siempre el mismo color, y no se muestran nunca incoloros, tienen por tanto un color propio, y se llaman *idiocromáticos*; por ejemplo el oro, la azurita; otros les ofrecen distintos, hallándose á veces incoloros, y se dicen coloreados ó *alocromáticos*, dependiendo el color de estos últimos de algún pigmento que llevan mezclado, como sucede á la fluorita, cuarzo, etc. En los minerales cristalinos se notan disposiciones particulares de sus colores, debidas, ya á su formación, ya á alteración subsiguiente, que se dicen punteados, manchados, anubarrados, listados, ondulados, etc., el color del polvo ó la raya de los minerales suele variar del que presentan en masa. En los alocromáticos es muy frecuente que su pol-

vo sea de color blanco ó por lo menos mucho más claro. En los que le tienen propio, suele presentarse más claro en el polvo, como sucede en el cinabrio, rojo-cochinilla por transparencia y polvo rojo-escarlata.

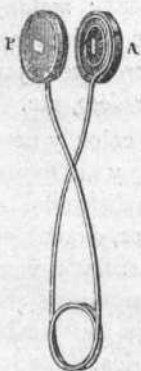
S - Refracción. En unos minerales se observa únicamente la refracción sencilla y se denominan *isótropos*, tales son los amorfos y los que cristalizan en el sistema regular; los minerales pertenecientes á los demás sistemas por poseer la refracción doble se llaman *anisótropos*.

Mirando á través de un romboedro de exfoliación de espato de Islandia un punto negro marcado sobre un papel blanco, aparecerá doble; por tanto el rayo de luz que penetra á través del espato se descompone en otros dos, y si truncamos los dos vértices polares del romboedro y miramos normalmente á su través el punto, no se verá sinó una sola imagen: la calcita posee pues una dirección ó eje de refracción sencilla, paralela al eje cristológico principal, mostrando en todas las otras direcciones, la doble refracción. De igual modo que el espato calizo se comportan todos los minerales transparentes que cristalizan en los sistemas tetragonal y hexagonal, y se les llama *uniáxicos*. Los minerales cuya forma cristalina pertenece á los sistemas triclínico, monoclínico y rómbico muestran de igual manera la doble refracción pero poseen dos direcciones ó ejes de refracción simple y son por tanto *biáxicos* ópticamente.

Las relaciones, pues, entre la refracción y los sistemas cristalinos, es la siguiente:

Isótropos.	Amorfos.
	Regular.
Anisótropos.	Uniáxicos.. . . .
	Hexagonal.
	Tetragonal.
	Rómbico.
	Biáxicos.
	Monoclínico.
	Triclínico.

Prácticamente, para la distinción del caracter óptico de los minerales nos valemos de la luz polarizada, haciendo uso de aparatos especiales con dos turmalinas ó dos prismas de espato de Islandia, llamados nicols.



(Fig. 9.)—Pinzas de turmalina.

El primero (*fig. 9*) constituido exclusivamente por dos láminas de turmalina, talladas paralelamente al eje de simetría principal y una montura, se llaman pinzas de turmalina, pero son menos aptas para este fin que los dos prismas de espato, uno, destinado á polarizar la luz y llamado polarizador, va colocado debajo de la platina del microscopio; el otro colocado en sustitución del ocular, es el analizador. Mediante este instrumento, llamado *microscopio polarizante*, podemos distinguir los minerales isótropos de los anisótropos. Para ello, se cruzan las secciones de las nicols, lo que producirá obscuridad, pues la luz que sale vibrando del polarizador en dirección determinada, se encuentra con el analizador cuya sección es

normal á la del primero y no la deja pasar. Colocando la sección de un mineral isótropo en la platina permanecerá obscuro el campo, aunque se le haga girar, pues el rayo polarizado no sufre variación al atravesar dicho mineral. Si por el contrario, la sección es de un mineral birrefringente, haciendo girar la platina, aparecerá alternativamente claro y obscuro el campo.

También podremos distinguir las secciones de los minerales uniáxicos y biáxicos por los mismos aparatos, pues las figuras de interferencia producidas son, en las primeras, una serie de circunferencias concéntricas y diversamente coloreadas cruzadas en el centro por una cruz negra (fig. 10) que no



(Fig. 10.) — Figura de interferencia producida por un mineral uniáxico



(Fig. 11.) — Figura de interferencia producida por un mineral biáxico.

varia haciendo girar el analizador, mientras que en los segundos, las circunferencias son sustituidas por otra serie de elipses también concéntricas y coloreadas, atravesadas por otra cruz, (fig. 11) pero que se resuelven en dos ramas de hipérbola haciendo girar la sección. De igual modo se opera con las pinzas de turmalina.

9—Fluorescencia y Fosforescencia. Ciertos minerales, como algunas fluoritas, el petróleo, etc., presentan distinto color mirados por transparencia y por reflexión, propiedad llamada *fluorescencia*; parece debido tan solo á la materia colorante que les tiñe.

Más común que éste, es el fenómeno de la fosforescencia ó producción de ráfagas luminosas á temperaturas relativamente bajas y sin visible variación substancial, produciéndose por modos muy variados; así algunas blendas fosforecen al rascarlas, las láminas de mica con la exfoliación rápida, el cuarzo por el frotamiento de dos trozos, y otros minerales fosforecen elevando su temperatura.

10—Fusión. El punto de fusión varía para cada mineral, usándose para estos ensayos siempre la misma llama, la de una lámpara de aceite, cuya combustión se activa con el soplete, ó donde se dispone de gas la llama azulada del mechero de Bunsen, ensayando escamitas de minerales.

Kobell ha establecido la siguiente escala de fusibilidad:

- 1.º *Antimonita*: funde á la llama de una bujía.
- 2.º *Natrolita*: funde facilmente al soplete.
- 3.º *Almandino* (granate): da una esfera con el soplete.

4.º *Actinota*: las estremidades de las escamitas delgadas en forma de cabezuela.

5.º *Ortosa*: las aristas y puntas delgadas.

6.º *Broncita*: ligeras señales de fusión.

7.º *Cuarzo*: completamente infusible.

Unos minerales se funden sin alteración, otros cambian más ó menos; otros se volatilizan sin alterarse, fenómeno que se llama sublimación.

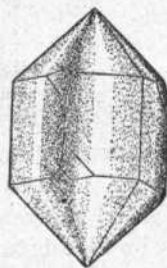
11—Electricidad y Magnetismo. Los minerales, como casi todos los cuerpos sólidos, muestran la propiedad de poder desarrollar electricidad por diversos procedimientos: en unos mediante el frotamiento; otros se electrizan al exfoliarlos como el yeso, mostrándose positiva una cara de exfoliación y negativa la otra; otras por la compresión como el aragonito y espató de Islandia, siendo muy frecuente el desarrollo de ambas electricidades en la superficie de los cristales, mediante el cambio de temperatura, ofreciendo la misma electricidad, los elementos limitadores iguales, como acontece con la turmalina y cuarzo. (figs. 12 y 13) Podremos hacer visible la distribución de las distintas electricidades, espolvoreando la superficie de los cristales con una mezcla de azufre y minio.

Algunas magnetitas tienen la propiedad de atraer y retener las limaduras de hierro y suspendidas de un hilo se orientan como una aguja magnética (es decir, son magnetopares.) El hierro y sus minerales atraen de igual modo ambos polos de la aguja imantada y son á su vez atraídos por un imán potente (magnetismo sencillo.) Los minerales son unos *paramagnéticos* ó atraídos por un electro-imán poderoso y otros *diamagnéticos* ó repelidos.

Hoy se hace uso con bastante éxito de un electro-imán para la separación del hierro de sus mezclas en algunos minerales.



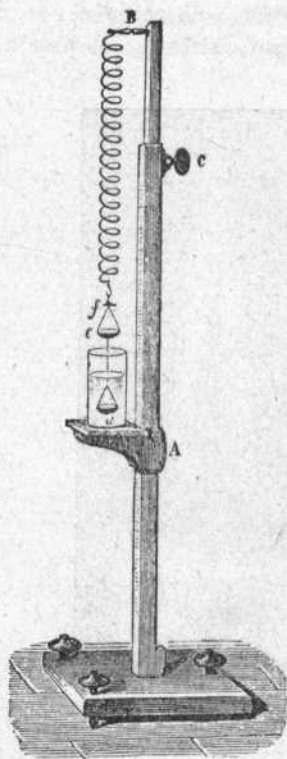
(Fig. 12.)—Distinta distribución de la electricidad en la turmalina.



(Fig. 13.)—Distinta distribución de la electricidad en el cuarzo.

Sección 12 **12—Radioactividad.** Poco podemos considerar aun referente á este proceso extraordinario por la fecha tan reciente de su descubrimiento, y porque hasta ahora las investigaciones se han realizado casi exclusivamente en el campo de la Física.

Es sabido, que los esposos Curie descubrieron en 1900 el *radio* y el poder de emitir radiaciones activas en los minerales de urano de Bohemia y Sajonia, creyéndose al principio que era un cuerpo rarísimo, habiéndose podido comprobar después su existencia con una gran diseminación en la Naturaleza. El Sr. Muñoz del Castillo ha comprobado la gran energía de los ejemplares de *calcolita* (fosfato de urano y cobre) de la sierra de Guadarrama.



(Fig. 14).—Balanza Jolly

En Francia hay una importante explotación de radio en yacimientos de plomo, desprovistos de urano, siendo de notar que las substancias dotadas de poder radio-activo proceden de las rocas de origen profundo; esta es la que pudiéramos llamar *actividad mineral* intensa; hay además la *actividad pétrea*, debil pero universalmente repartida, pudiendo únicamente formular por ahora las siguientes conclusiones: que son radio-activas todas las rocas arcillosas resultantes de las descomposiciones de la superficie terrestre, siendo más fuertemente activas las derivadas de rocas volcánicas que las de origen sedimentario; que en las rocas no descompuestas del interior del globo no se ha podido comprobar por vía directa ninguna actividad.

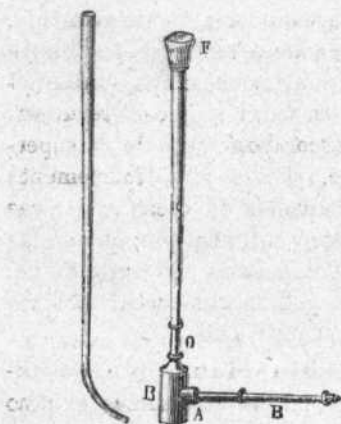
13—Determinacion del peso específico. Se puede determinar el peso específico por medio de la balanza hidrostática, pero son más usuales en Mineralogía otros procedimientos como el de la balanza de Jolly (*fig. 14*) de espiral de alambre, y sobre todo el método mejor y más comunmente usado es el del pignómetro ó frasco de volumen constante.

III.—QUÍMICA MINERAL

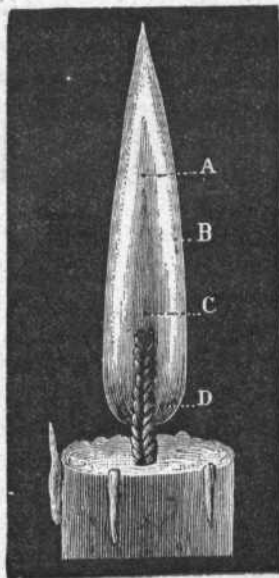
1—La composición química de los minerales, ofrece caracteres de gran valía que se pueden reconocer mediante los ensayos químicos, y se llevan á efecto sobre pequeños fragmentos de los minerales, sometiéndoles á elevadas temperaturas, *via seca*, ó á la acción de ciertos líquidos que disolviéndoles, disponen sus elementos á ser reconocidos mediante la acción de otras soluciones, *via húmeda*.

2—Ensayos por via seca. Para efectuar el examen á una temperatura elevada, se activa la llama de una lámpara de aceite por medio de una corriente de aire dirigida con el soplete (*fig. 15*). La porción azulada que forma la extremidad de la llama A, (*fig. 16*) á causa de la viva corriente de aire, tiene no solo una temperatura mayor, sino un exceso de oxígeno al cual debe su acción oxidante; mientras que la porción brillante de la misma C se emplea como llama de reducción. Para sostener el ensayo, sirve el carbón vegetal, ó unas pinzas con punta de platino. Muchas veces se calienta el mineral en un tubito de vidrio para ver si se desarrollan vapores condensables

en las paredes frías del tubo; en este ensayo los minerales hidratados dan agua, otros un sublimado amarillo de azufre ó metálico de arsénico, etc. En otros el tubito está abierto por ambos extremos, con objeto de que pase una



(Fig. 15). — Sopletes.



(Fig. 16.)

corriente de aire sobre el ensayo caliente en él introducido, formando productos de oxidación característicos; así los minerales sulfurados dan el olor del ácido sulfuroso, los arsenicales un vapor blanco de olor aliáceo, que forma un depósito cristalino. Calentando el mineral sobre el carbón se produce alrededor del ensayo una aureola blanca ó coloreada; los minerales antimoníferos lo producen de aquel color, los de bismuto amarillo, etc. También se le funde sobre el carbón mezclado con otras sustancias, especialmente sosa, y prolongando esta fusión algún tiempo, los minerales de plomo dan granillos de plomo, los cupríferos de cobre, etc.



(Fig. 17.) — Mortero de ágata.

Con mucha frecuencia se funde el ensayo en una perla de sosa, bórax ó sal de fósforo previamente formada en un anillito de alambre de platino. Las perlas de sosa y sal de fósforo sirven para reconocer los silicatos y las de bórax y sal de fósforo para descubrir muchos metales cuyos óxidos producen coloraciones características.

Cuando se calienta el mineral sobre las pinzas ó el alambre de platino, no solo se adquieren datos acerca de su fusibilidad, sino que se presentan fenómenos derivados de una alteración química. El desarrollo de sustancias volátiles, produce intumescencia y ebullición en la masa fundida que, por enfriamiento, toma aspecto de vidrio transparente.

ó masa esmaltóidea ó escoriacea. Un fenómeno que siempre ha llamado la atención, es el color comunicado á la llama por el mineral que se ensaya; los sodíferos la tiñen de amarillo, los potásicos de violeta, etc.

3—Ensayos por vía húmeda. La primera condición para realizarlos, es tener los minerales en solución acuosa. De algunos, se obtiene fácilmente por ser solubles en el agua, como la sal gema, otros se disuelven con dificultad como el yeso, y por último algunos son descompuestos lentamente.

Muchos de los minerales que no se disuelven en el agua, lo hacen en los ácidos. De éstos, los más usados son el clorhídrico y nítrico y, más rara vez, el sulfúrico ó la mezcla de clorhídrico y nítrico (agua regia.) La solución que es facilitada por el calor, tiene lugar tranquilamente ó con el desarrollo de algún gas. Con el ácido clorhídrico los carbonatos desprenden ácido carbónico, que es un gas incoloro, con efervescencia, ya á la temperatura ordinaria como la calcita, ya bajo la acción del calor. Los minerales que contienen azufre, desenvuelven, bajo la acción del ácido clorhídrico, un gas nauseabundo (sulfhídrico) que pardea el papel de plomo húmedo. Otros minerales como los óxidos de manganeso, dan con el mismo ácido un gas sofocante, el cloro. El nítrico con los minerales oxidables, como los metales, la cuprita y sulfuros, desarrolla óxido de nitrógeno, gaseoso, que por la acción del aire se transforma en vapores rutilantes, de ácido hiponítrico. Los sulfuros dejan como residuo una masa flotante de azufre, y los de antimonio un depósito blanco de óxido de antimonio.

Algunos minerales silícíferos descompuestos con ácido clorhídrico depositan sílice pulverulenta, y otros como la calamina dan sílice gelatinosa. Algunos otros fenómenos deben notarse en los ensayos por vía húmeda como la reacción ácida ó enrojecimiento de las tinturas azules vegetales por los ácidos, y la alcalina ó restablecimiento del color azul de aquellas tinturas enrojecidas por los ácidos.

4—Polimorfia. Comparando la composición química de los minerales, no es raro observar que algunos, diferentes por su forma cristalina y propiedades físicas, tienen sin embargo la misma composición y dan las mismas reacciones, siendo por tanto químicamente iguales y física y morfológicamente diferentes. Los procedimientos de síntesis muestran en ocasiones que aquella substancia cristaliza en una forma en ciertas circunstancias y con otra distinta en otras; estas substancias se llaman *dimorfas*, *polimorfas*.

El ejemplo conocido desde más antiguo, es el de la calcita romboédrica y el aragonito rómbico. G. Rose, encontró que el carbonato cálcico que se disuelve en el agua, se deposita de preferencia bajo la forma de aragonito mediante el calor, mientras que á la temperatura ordinaria se deposita calcita. Mitscherlich probó, que el azufre se puede obtener en dos formas diversas; rómbico evaporando una solución de azufre en el sulfuro de carbono, y monoclinico por enfriamiento del azufre fundido.

5—Isomorfismo. Comparando las formas cristalinas de compuestos constituidos de diverso modo, se ha demostrado que los de análoga composición química, muestran de ordinario una cristalización igual ó semejante; esta relación se conoce con el nombre de *isomorfismo*. Entre los minerales

el isomorfismo tiene una importancia extraordinaria. Afectando el isomorfismo á la dependencia mútua de propiedades físicas y químicas, es evidente, que con el nombre de cristalización semejante se debe entender, no sólo la igualdad ó semejanza de los ángulos diedros (*isogonismo*), sinó la de todo el edificio cristalino. En el sistema regular se muestra con mucha claridad el poco valor del isogonismo. Los compuestos más diversos cristalizan en formas de ángulos constantes y son por tanto isógonos, pero no isomorfos, y únicamente se puede afirmar la existencia de la isomorfia en estos cristales, cuando, además de la igualdad de las caras presentes, son iguales también la exfoliación, el modo de mezclarse, etc.

En el sistema romboédrico los carbonatos

Calcita.	Ca. Co. ³
Dolomita.	Ca. } 2 Co. ³ Mg. }
Siderita.	Fe. Co. ³
Magnesita.	Mg. Co. ³
Smithsonita.	Zn. Co. ³

forman una serie isomorfa, fácil de comprender, porque comparadas las fórmulas se ve contienen un número igual de átomos y del mismo valor químico.

PARTE ESPECIAL Ó DESCRIPTIVA

I

CLASIFICACIONES

Sección 8.^a

1—Clasificaciones mineralógicas. El número de especies es tan considerable en Mineralogía que, ha sido absolutamente necesario reunirlos en grupos que tengan ciertos caracteres comunes. Pudiendo servir de base para este agrupamiento las verdaderas analogías que entre sí presenten, ó fundamentarlos en ciertos caracteres fáciles de reconocer: dando lugar de este modo á las clasificaciones *naturales y artificiales*.

La más antigua de todas las clasificaciones, es la de Werner (1792-1798), y comprende cuatro clases: 1.^a *Tierras y piedras*; 2.^a *Salas*; 3.^a *Combustibles*; 4.^a *Metales*. Los géneros y especies están fundados en caracteres químicos y físicos, es por consiguiente esencialmente ecléctica. Mohs, sucesor de Werner, estableció una clasificación tomando por base únicamente los caracteres físicos; habiendo procedido en sentido opuesto, es decir considerando como más importantes los químicos, el célebre Berzélius.

Haüy (1800-1832) los divide en cuatro clases: 1.^a *Ácidos libres*; 2.^a *metales heterópsidos*, con un apéndice (*silice y silicatos*); 3.^a *metales autópsidos*; 4.^a *substancias combustibles*.

Modernamente algunos mineralogistas han dado algunos métodos, fundamentados principalmente sobre caracteres químicos, tales como los de M. des Cloizeaux, M. Zirkel y A. De Lapparent.

2—Clasificación adoptada. En estos últimos tiempos, los progresos de la química atómica, han llevado á agrupar los elementos simples en series naturales, lo que ha servido de base para la clasificación de los minerales. Sobre este principio está basado el método de Dana, así como el de G. Tschermak, que será el seguido por nosotros.

Este autor divide los minerales en las 9 clases siguientes.

- I Clase: *Elementos*: Metales y metaloides en estado nativo.
- II " *Lampritos*: Combinaciones de los metales con S, Se, Te, As, Sb y Bi.
- III " *Oxidos*: Simples é hidróxidos y algunos compuestos afines.
- IV " *Espineloideos*: Combinaciones salinas derivadas de los hidróxidos de la serie 3.^a (*Clasificación de L. Mayer y Mendelejeff.*)
- V " *Silicoides*: Sales derivadas de los oxácidos de la serie 4.^a
- VI " *Nitroides*: Sales derivadas de los ácidos de la serie 5.^a
- VII " *Yesoides*: Sales derivadas de los oxácidos de la serie 6.^a
- VIII " *Halitos*: Combinaciones no oxigenadas de los elementos de la serie 6.^a con los restantes.
- IX " *Antrácidos*: Combinaciones del C con el H ó con H y O y compuestos derivados.

Cada clase se subdivide en órdenes en los que al menos en parte se tienen en cuenta las propiedades físicas.

CLASE PRIMERA—ELEMENTOS

1— Como indica el nombre, comprende esta clase las sustancias simples además de sus mezclas isomorfas y ligas metálicas. El orden 1.^o comprende los metaloides; el 2.^o los metales frágiles cuyo peso específico varía de 5 á 10; el 3.^o los metales pesados, maleables en general.

ORDEN I.—METALOIDES

1—Azufre. Rómbico. Fractura concoídea, frágil; color amarillo típico, de miel, gris, pardo; lustre craso. Mal conductor de la electricidad, por frotamiento se electriza negativamente; funde á 114°, hierve á 450°, en el aire se inflama ya á 270°, y pardea produciendo ácido sulfuroso. Soluble en el sulfuro de carbono. Composición química S; es dimorfo.

Yacimientos. Producto de descomposición por el aire atmosférico del hidrógeno sulfurado que se desprende en las emanaciones volcánicas ó resulta de la acción de las sustancias orgánicas sobre los sulfatos. Casi todos los yacimientos son terciarios. En Sicilia la Romana. En España en Conil (Cadiz), Hellín (Albacete) y en Libros (Teruel).

Aplicaciones. Es empleado especialmente en la fabricación del ácido sulfúrico, vulcanización de la goma elástica, azufrado etc.

2—Diamante. Cúbico. Frágil; dureza 10. Lustre adamantino; transparente, incoloro y también coloreado. Mal conductor de la electricidad, pero se electriza por frotamiento. Composición química, *C*. Arde completamente con el oxígeno, produciendo ácido carbónico. Existen: *diamante* en cristales aislados ó grupos de cristales, el *bort* en esferas bacilo-radiadas y el *carbonado* cuerpos negros cristalinos que dejan residuos por combustión.

Yacimientos. Se encuentra el diamante en depósitos de acarreo con fragmentos de diversos minerales y otras rocas cristalinas, debiendo tener su origen en antiguas rocas siliciatadas más bien que un origen orgánico que algunos le han asignado. Los yacimientos más antiguos son los de las Indias Orientales ya agotados; luego se descubrieron los del Brasil, Montes Urales, Australia, California etc; últimamente el yacimiento de Africa del Sur que posee las minas más ricas.

Aplicaciones. El diamante es la piedra preciosa más estimada y su precio se regula tanto por el peso cuanto por su transparencia y pureza, pudiéndosele tallar de distintas maneras. Las esquirlas del diamante sirven para perforar, cortar, pulir, etc., las otras piedras preciosas ó tallar el vidrio. El *bort* se emplea como esmeril y el *carbonado* principalmente en las máquinas de perforar.

3—Grafito, plumbagina. Generalmente suele presentarse en láminas, escamoso ó compacto; untuoso al tacto, tizna; lustre metálico negro de hierro, opaco, conduce la electricidad. Composición química *C*. Arde también en el *O* y con nitrógeno hace una débil explosión.

Yacimientos. En las calizas y pizarras cristalinas, formando lentes. En los Montes Urales, Siberia, etc. En España en Marbella (Málaga), provincia de Granada, Toledo y Asturias, etc.

Aplicaciones. Sirve para la fabricación de lápices, crisoles de fundición, barnizar objetos de hierro y como lubricante en las máquinas.

ORDEN II.—METALES FRÁGILES

4—Arsénico. Generalmente compacto, reniforme y estratificado (*arsénico testáceo*), gris de plomo negro en la superficie. Al soplete se volatiliza desarrollando olor alíaceo.

Yacimientos. En los filones metálicos. En España en Guadalcanal (Sevilla) y en Mieres (Asturias).

5—Antimonio y Bismuto. Ambos romboédricos, pero comunmente en masas dendríticas y granulares. El primero es frágil, con brillo fuertemente metálico, blanco de estaño con la superficie gris ó amarillenta, suele contener pequeñas cantidades de plata, arsénico y hierro. Al soplete funde fácilmente volatilizándose, dando una aureola blanca sobre el carbón. Bellos ejemplares vienen de Borneo. En España, en Viñuela (Málaga)

El segundo, es blanco plateado rojizo, irisado en la superficie; suele contener algo de arsénico. Al soplete funde fácilmente, volatilizándose, y dando una aureola amarilla de limón; soluble en el ácido nítrico, en cuya solución la adición de mucha agua produce un precipitado blanco. Se usa

en la preparación de medicamentos y ligas fusibles. Ambos minerales son característicos de los filones.

ORDEN III.—METALES PESADOS

6—Oro. Cúbico; dentrítico, reticular, musgoso y capilar; fractura ganchuda. Dureza, 2.5—3, dúctil y extraordinariamente maleable. Amarillo típico, amarillo de latón, amarillo claro. Peso específico 19,37. Al soplete fusible; soluble tan solo en el agua regia en la que deja un residuo de *Ag Cl*.

Yacimientos. Asociado al cuarzo y pizarras cristalinas, formando venas, filones ó estratificado en forma de lentes; asociación íntima con la pirita. Su yacimiento secundario, primero conocido explotado, es en las arenas, detritus de los yacimientos primitivos, que á veces constituyen conglomerados en los que el oro está en granos (pepitas) escamas ó polvo. En España en cuarzos en Navas de Jadraque (Guadalajara) y Navas del Rico Malillo (Cáceres), en las arenas del Peñalor, Darro, Sil, Boeza etc.

Aplicaciones. Son conocidas sus aplicaciones, para las cuales con objeto de darle mayor dureza, se alea con cobre.

7—Platino. Cúbico, cristales raros; pequeñas láminas, granillos de borde redondeados, masas más gruesas, casi siempre sueltas; fractura ganchuda, dúctil y maleable; gris de acero tirando al blanco de plata; á veces magnético. Peso específico 18 puro y forjado 21,23. Infusible al soplete, fusible únicamente con el soplete oxhídrico; soluble en el agua regia.

Yacimientos. Yace en las arenas de aluviones antiguos. Las localidades más notables son los Urales, en la república de Colombia, donde le descubrieron los españoles en las arenas del río Pinto y de aquí el nombre de *platina* del Pinto con que le designaron y de donde le trajo á Europa en 1753 el sabio español D. Antonio Ulloa. Pequeñas cantides se han observado en Irlanda, el Rhin, Francia.

Aplicaciones. Muy usado á causa de su infusibilidad é inatacabilidad para la construcción de crisoles, cápsulas, tubos, alambre, etc. para los usos de los laboratorios de física y química y como conductor.

8—Plata. Cúbica; más común reticular, capilar, musciforme, en láminas y también informe; fractura ganchuda; dúctil, maleable. Dureza 2,5-3; blanco típico; es el mejor conductor de la electricidad. Peso específico 10,1-11. Al soplete funde fácilmente; soluble en ácido nítrico.

Yacimientos. Suele encontrarse pseudomórfica, pero su yacimiento es en filones con otros minerales. En España en las Herrerías de Sierra Almagrera; Horcajo (Ciudad Real); Guadalcanal (Sevilla), Hiendelaencina (Guadalajara), etc.

9—Cobre. Cúbico, dendrítico, capilar, filiforme, musgoso, laminar; dureza 2,5-3; fractura ganchuda; dúctil y maleable; rojo típico. Peso específico 8,5-8,9. Funde al soplete; soluble en el ácido nítrico, dando una solución azul.

Yacimientos. Muy variados, en filones, en amigdaloides y pseudomórfico. Rara vez en yacimiento secundario en canto y arenas. En España en Linares (Jaén) y Río Tinto (Huelva) asociado á otros minerales de cobre de cuya reducción parece proceder.

10—Hierro nativo. La mayoría de las masas de hierro encontradas hasta ahora, tienen los caracteres del hierro meteórico; pero existe indudablemente hierro telúrico y cuyas propiedades son iguales á las de los hierros artificiales.

11—Mercurio. azogue. Líquido á la temperatura ordinaria, á—40° c., sólido y cúbico; blanco de estaño; hierve á 357°; peso específico 13,5. Con frecuencia tiene plata que queda como residuo cuando se volatiliza el mercurio con el soplete.

Yacimientos. En gotas en el cinabrio y la pirita de Almaden y á veces formando depósitos. También en el Perú, California y Carniola.

Sección 1.ª

CLASE SEGUNDA—LAMPRITOS

Son las combinaciones del arsénico, antimonio y bismuto con los metales pesados, y la del azufre, selenio y telurio con éstos y los frágiles; composición fácilmente reconocible mediante algunos ensayos. Poseen brillo metálico ó adamantino y casi todos son minerales de filón.

ORDEN I.—PIRITOIDEOS

Combinaciones del arsénico y azufre y rara vez telurio y antimonio con los metales del grupo hierro (serie 8), especialmente cobalto y níquel. Todos tienen intenso brillo metálico y se distinguen con facilidad de los siguientes por sus colores claros, dureza superior á 3. Casi todos son frágiles, dan mediante la raya polvos oscuros.

1—Esmaltina, cobalto arsenical. Cúbica, más común en formas reniformes, agregados granulares finos ó compactos; blanco de estaño á gris de acero claro, raya gris oscura. Composición química $Co As_2$, arseniuro de cobalto. Fusible al soplete en una esferita gris magnética desarrollando olor aliáceo; en el tubo abierto da un sublimado blanco de ácido arsenioso; soluble en el ácido nítrico dando una coloración rosada.

Yacimientos. En los filones de cobalto. En España en Gistain (Huesca), Asturias y Sevilla.

Aplicaciones. Para la fabricación del azul de cobalto.

2—Niquelina, ó nicolita. Hexagonal, pero más comunmente informe, granular ó compacta; fractura concoídea ó desigual; color rojo de cobre claro, ennegrecida superficialmente. Es un $Ni As$. Al soplete sobre el carbón desarrolla olor de As y funde en un glóbulo metálico frágil; en el tubo cerrado no da As . Soluble en el ácido nítrico concentrado, dando una solución verde. El mismo *yacimiento* de la esmaltina. En España en Bailén (Jaén) y Motril (Granada.)

Se emplea para la extracción del níquel, cada día más usado en la fabricación de metales blancos y niquelado de otros metales.

3—Arsenopirita ó mispiquel. Es común en agregados bacilares con superficie curvas, ó en masas de estructura granular; color blanco de plata,

amarillo ó gris en la superficie. Es un $Fe As S$. Al soplete sobre el carbón funde en un glóbulo magnético, pardo ó negro; soluble en el ácido nítrico con separación de S y un poco de $As_2 O_3$. Forma parte de muchísimos filones y en España abunda en la Sierra de Guadarrama y Pirineos de Gerona.

4—Pirita. Regular piritoédrica; frecuente la macia de complemento del piritoedro, llamada *crucita*, cruz de hierro; cristales con forma de barretas, formas globulares y masas de estructura granular; dureza 6--6,5, da chispas con el eslabón; amarillo característico, brillo metálico intenso, raya negra, composición química $Fe S_2$, sulfuro de hierro; al soplete se inflama y arde con llama azulada; atacada por $NH O_3$ con separación de S , el HCl , apenas actúa sobre ella.

Yacimientos. Es uno de los minerales más esparcidos en la corteza terrestre, frecuentísimo en los filones metálicos, formada actualmente en los caños de las fuentes termales; diseminada en las pizarras cristalinas etc. En España en Almadén, Sierra Nevada, mina *El Borracho* (Ciudad-Real), Caravaca (Murcia), etc.

Aplicaciones. Se emplea en la fabricación del $SH_2 O_4$ utilizando el residuo de óxido de hierro como escorificador y para pulir metales.

5—Calcopirita, pirita de cobre. Tetragonal, comunmente en masas informes; amarillo de latón, de oro, con frecuencia irisada superficialmente, composición química $Cu_2 S + Fe S$, sulfuro de cobre y hierro. Al soplete salta y dando proyecciones funde al fin facilmente en un glóbulo negro magnético. Soluble en el agua regia.

Yacimientos. Muy variados; Abundante en Chile y demás países hispano-americanos. En Rio Tinto, Tharsis (Huelva), forma masas enormes mezcladas con pirita y accidentalmente en Torrecampo (Córdoba), Mazarrón (Murcia), etc.

Aplicaciones. Aunque no es el mejor, es si el mineral más abundante de cobre y de donde se extrae la mayor parte del usado. Una parte del cobre se usa al estado puro y otra en forma de aleaciones; así el latón y tumbago son ligas de cobre y zinc y el bronce común, de cobre y estaño. Se le aliga con la plata y el oro en la fabricación de monedas y joyas.

ORDEN II.—GALENOIDEOS

Minerales de composición sencilla, lustre metálico, colores oscuros, dureza 2,5-3.

6—Argentita, argirosa, plata vitrea, plata negra. Cúbica, en agrupaciones dendríticas, ramosas y reticulares; masas informes. Dureza 2-2,5 cortándose en virutas con una navaja; fractura ganchuda; gris plomo negrozco poco brillante. Composición química $Ag_2 S$, sulfuro de plata. Al soplete sobre el carbón se funde hinchándose y dando un botón de plata; soluble en $NH O_3$ concentrado.

Yacimientos. En el Perú, Chile, Méjico.

Aplicaciones. Constituye uno de los minerales más ricos en plata.

7—Estefanita, plata agria, plata gris. Rómbica. Blanda, lustre metálico negro de hierro. Composición química $Ag_5 Sb S_4$, sulfo-antimoniuro de plata; en el tubo abierto desarrolla humos de Sb , sobre el carbón se funde y con sosa da un botón de plata; atacable por NHO_3 caliente.

Yacimientos. Forma filones en diversas localidades de Sajonia y en América del Norte. La mayor parte de las platas agrias de Hiendelaencina son estefanitas.

Aplicaciones. Se explota para la extracción de la plata.

8—Galena, alcohol de alfareros. Cúbica; masas granulares de elementos más ó menos finos; lustre metálico muy intenso, gris de plomo. Composición química PbS , sulfuro de plomo, algunas veces mezclada con Ag que permite su explotación. Al soplete decrepita, después funde dando un botón de Pb , y cubriendo el carbón de PbO .

Yacimientos. Es un mineral muy abundante que principalmente se presenta en filones, por lo común unida á la blenda y otros minerales. Abundantísima en nuestra península en casi todas las provincias, pudiendo citarse especialmente Linares (Jaen); Sierra de Gador y Sierra Almagrera (Almería) y Sierra de Cartagena (Murcia).

Aplicaciones. Se emplea en la extracción del plomo, beneficio de la plata cuando es argentífero, fabricación de los óxidos de plomo, y vidriado de vasijas de barro, de donde procede su nombre de alcohol de alfareros.

9—Antimonita, estibina, antimonio gris. En largos cristales aciculares, también en agregados informes radiados y á veces granulares; gris de plomo, lustre metálico intenso. Dureza 2. Composición química $Sb^2 S^3$ sexquisulfuro de antimonio; funde á la llama de una bujía; al soplete sobre el carbón se volatiliza dando una aureola blanca; soluble en el $Cl H$ caliente.

Yacimientos. Forma filones en las rocas en masa y acompaña á otros minerales en los filones metálicos. En España en Cervantes (Galicia), Pola de Lena (Asturias) y Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real).

Aplicaciones. El antimonio del comercio y sus compuestos se extraen todos de este mineral; la aleación para caracteres de imprenta consta de plomo y antimonio.

ORDEN III.—TETRAEDRITAS

Lección 10^a

Son sulfosales, con tres elementos, un metal pesado, uno frágil y azul. Tienen color gris, sin lustre metálico muy intenso y en algunos casos adamantino. Dureza no muy grande, por lo general 3. Se agrupan con bastante naturalidad, según sus metales pesados, en sulfosales de plomo, de cobre y de plata.

10—Pirargirita. Plata roja oscura, rosieler obscuro. Hexagonal; brillo metálico adamantino; color rojo carmesí por refracción, gris de plomo oscuro por reflexión; polvo rojo cochinilla á rojo cereza. Composición química $Ag^3 Sb S^3$, sulfoantimoniuro de plata; funde facilmente; dando un sublimado rojo pardo de sulfuro de antimonio en el tubo cerrado, en el NHO^3 se ennegrece y después se disuelve, separándose S y óxido de antimonio.

Yacimientos. Común en casi todos los filones de plata. En España en Hiendelaencina, cristalizada y compacta en Guadalcanal (Sevilla).

11—Proustita. Plata roja clara, rosicler claro. Hexagonal; lustre adamantino; rojo cochinilla á rojo carmesí; raya rojo cochinilla. Composición química $Ag^3 AsS^4$, sulfo-arseniuro de plata; al soplete funde facilmente, dando humos de arsénico y un botón metálico frágil del que solo difícilmente se reduce Ag , soluble en NHO^3 con separación de S y $AS^2 O^3$.

Yacimientos. En los mismos yacimientos que la anterior teniendo además un modo especial de presentarse, asociada á los minerales arseníferos.

Aplicaciones. Lo mismo que las anteriores.

ORDEN IV.—BLENDAS

12—Blenda. Regular tetraédrica, generalmente en masas informes granulares; fragil, lustre adamantino á craso; es completamente transparente ú opaca en absoluto; parda ó negra, á veces amarilla, roja etc; hay ejemplares que fosforescen al rayarlos. Composición química $Zn S$, sulfuro de zinc; al soplete salta con violencia, casi infusible.

Yacimientos. Acompaña á otros sulfuros y es de notarse su presencia en la caliza como en los Picos de Europa; tambien se encuentra en Oyarzún.

Aplicaciones. Sirve para la extracción del zinc, metal del que se hace hoy muchos usos.

13—Cinabrio. Hexagonal, romboédrico. Con más frecuencia informe, granular, compacto, térreo; lustre adamantino, transparente ó trasluciente; rojo cochinilla, ó rojo escarlata ó gris; peso específico 8-8,2. Composición química HgS , sulfuro de mercurio; en el tubo cerrado se sublima, en el abierto se transforma en SO^2 y vapores de Hg que se condensan en forma de gotitas grises en la parte fría del tubo. Del cinabrio procede todo el azogue del comercio.

Yacimientos. El célebre yacimiento de Almadén ya conocido tres siglos antes de J. C., arma en cuarcitas y pizarras silúricas; también se encuentran en Mieres (Asturias) y Riomonte (Galicia).

Aplicaciones. Para la extracción del mercurio, metal de muy extensas aplicaciones, pues es usado en la construcción de aparatos de Física y Química; para la formación de amalgamas como la de los espejos y objetos de vidrio. También sirve para la fabricación de colores, sobre todo el bermellón; para la preparación de algunos medicamentos, llamados *mercuriales*; para el beneficio y extracción de los metales Oro, Plata, etc., etc.

14—Rejalgar, arsénico rojo. Informe ó finamente granular, casi siempre de color rojo anaranjado. Composición química $As S$, protosulfuro de arsénico; se sublima en el tubo cerrado; al soplete sobre el carbón arde con llama amarilla blanquecina.

Yacimientos. En algunos dolomitas; en los filones metalíferos y en algunos volcanes. En España en Pola de Lena y Mieres (Asturias).

Aplicaciones. Es un activísimo veneno, empleándose en la pirotecnia, en la pintura y en medicina.

15—Oropimente. Arsénico amarillo. Análogo al anterior por sus caracteres, yacimientos y aplicaciones. Composición química $As^2 S^3$ sesquisulfuro de arsénico; completamente soluble en la potasa cáustica.

CLASE TERCERA—OXIDOS

Comprende los óxidos sencillos y los hidróxidos y algunos compuestos derivados de estos.

ORDEN I.—HIDROIDEOS

1—Agua. En el estado puro es incolora, en grandes masas depende del color del fondo y de otras particularidades; el de la superficie varía con las circunstancias de iluminación y reflexión. Las aguas de fuentes que contienen disueltas cantidades de sales un poco más elevadas que las ordinarias se llaman *minerales*, distinguiéndose como *saladas* cuando la substancia es el $Na Cl$, *alcalinas* si es $Na_2 CO_3$ y $K_2 CO_3$, *crudas* ó *duras* si contienen $Ca CO_3$, $Mg CO_3$ y $Ca SO_4$, etc. y por los gases que contienen se llaman *agrias* ó *carbónicas* (hervideros) si es el CO_2 , *sulfhídricas* cuando es SH_2 el gas disuelto; por su temperatura se dicen también *termales* y *frías*.

También el agua puede presentarse sobre la superficie de la tierra en estado sólido, variando su aspecto y condiciones, según el modo de formación.

ORDEN II.—LEUCÓXIDOS

Tienen lustre vítreo y raya blanca; peso específico inferior a 4; no dan aureola sobre el carbón al soplete.

2—Corundo, zafiro. Hexagonal; dureza 9; lustre vítreo, algunos ejemplares muestran el asterismo. Composición química $Al_2 O_3$ ó sea alúmina pura. Infusible al soplete, tomando color azul con el cobalto; inatacable por los ácidos.

Yacimientos. Se halla en el granito y pizarras cristalinas; bellos ejemplares proceden de los yacimientos secundarios de la India, de Ceilán.

Aplicaciones. Los joyeros designan con los nombres de rubí, topacio, amatista y esmeralda orientales, las variedades rojas, amarillas, violadas y verdes, empleándose como piedras de bastante valor. El *esmeril* es el corundo granular, mezclado con magnetita y oligisto y usado para pulir otras piedras y para hacer con él piedras de molino, aglutinándolo con pastas diversas.

3—Sassolina, ácido bórico: $BH_3 O_3$; triclínico; como depósito en los azufrales de la isla de Vulcano y en los manantiales de cerca de Sasso en Toscana. El vapor de agua á elevada temperatura y acompañado de ácido bórico se desprende á través de las grietas del terreno cerca de Volterra, y cuando encuentra una masa de agua deja en ella disueltos los vapores bóricos, de cuya solución se obtiene la sassolina en forma de laminillas de lustre nacarado. Sirve para preparar el borax y el anhídrico bórico.

Lección 4^a

Grupo del Cuarzo. Compuestos esencialmente de ácido silícico — *Si O₂* que se presenta cristalizado *cuarzo*, compacto *calcedonia* y amorfo *ópalo* en cuyo último caso va unido al agua.

Cuarzo. Hexagonal. Frecuentemente en cristales al parecer holoédricos en forma de un prisma hexagonal apuntado por una doble pirámide. Los cristales encierran con extraordinaria frecuencia inclusiones, unas veces de minerales cristalizados, otras de cuerpos amorfos; fractura concoídea; *dr.* 7; *p. esp.* 2, 5; lustre vítreo, en ocasiones craso. Coloración muy variada. Composición química *Si. O₂*. Soluble con gran dificultad en la potasa; inatacable por los ácidos, excepto el fluorhídrico; infusible al soplete y fusible únicamente mediante el oxhídrico.

Es el cuarzo el mineral más común, pues forma parte esencial ó accidental de la mayoría de las rocas primarias y secundarias de la corteza terrestre.

Entre sus especies son más importantes las siguientes: *Cristal de roca*. Así se denominan los individuos incoloros, y transparentes; en forma de cantos rodados, *diamantes de San Isidro*. Los coloreados reciben nombres distintos según su coloración; los cristales de color pardo y humo, *cuarzo ahumado* y los amarillos *falsos topacios* ó *topacio de Hinojosa*, los rojos y opacos *jacinto de Compostela*, los de un color violeta azulado, *amatista*.

En el cuarzo informe se distinguen, además de aquellos que reciben nombre por su estructura, otras variedades atendiendo á su coloración; *prasio* el verde de perro, *ojo de gato* el gris verdoso hasta pardo, etc.

Al cuarzo se refieren también algunas especies compactas que sirven de tránsito al género siguiente, como la *pedra córnea*, de coloración varia, la *lidita* ó *pedra de ensayo*, negra, usada por los ensayadores de plata y oro. *Jaspe*, es una piedra córnea fuertemente coloreada por el hierro, que se encuentra en el valle del Nilo.

Yacimientos. Las especies cristalizadas abundan en los Alpes, Sierra de Guadarrama; el falso topacio se explota en Villasbuenas (Salamanca); el jacinto en Buñol (Valencia); las amatistas más preciosas proceden de Ceilan, Brasil y se hallan también en Hinojosa (Córdoba). Las informes son también abundantes en la Sierra de Guadarrama.

Aplicaciones. Es el cuarzo un mineral extraordinariamente importante y útil, pues constituyendo gran parte de la corteza terrestre, es elemento de la tierra cultivable; forma parte de las argamasas y morteros en las construcciones, moldes para las fundiciones, y cuando está muy puro entra en la fabricación del vidrio, y como arenisca ó asperón dá un material muy importante para la construcción y la talla de otros materiales, empleándose como piedras de adorno las variedades de hermosa coloración.

5—Calcedonia. Preséntase con frecuencia arriñonada, estalactítica y concrecionada, con fractura compacta ó astillosa y de lustre vítreo ó craso, no encontrándose individuos completamente transparentes, casi siempre blancos ó con diversas coloraciones. Tiene la misma composición química

mica que el cuarzo, á pesar de cuya semejanza la calcedonia es fuertemente atacada por la potasa.

Las diferentes variedades se distinguen por su coloración; así se llama *sardónica*, la parda, rojo de sangre por transparencia; *plasma* la verde puerro; *heliotropio*, la verde con manchas rojas, etc. Las *ágatas* forman costras ó rellenos con capas de diversa coloración, geódica con mucha frecuencia. El *silex*, *piedra de chispa* ó *pedernal* de un color gris pardusco, cubierto generalmente de una corteza blanca y porosa, constituye capas moniliformes, especialmente en la creta y terrenos terciarios.

Yacimientos. Ágatas bellísimas vienen del Brasil, Hungría, etc, encontrándose en el Uruguay las *enhidras*, llamadas así por contener agua. En España se encuentran calcédonias en Vallecas, así como silex, abundando este también en Vicálvaro (Madrid), Muela (Zaragoza), etc.

Aplicaciones. Las ágatas se emplean como piedras de adorno de poco valor, tiñéndolas con frecuencia artificialmente; las llamadas *ónices* se usan en gemma y camafeos. Las ágatas se usan además para hacer morteros, bruñidores, etc. El pedernal, allí donde abunda como sucede en Madrid, se emplea en la construcción y pavimento de las calles.

6—Opalo. Es el tipo de piedras amorfas; sus formaciones libres tienen superficie arrriñonada, estalagmítica, etc.; ordinariamente es informe; fractura concoídea; lustre vitreo ó craso; transparente, opaco y de varios colores. C. Q: Si O_2 y H_2O en relaciones variables. Calentado desprende agua pero no se funde: al soplete salta; en la potasa caliente se disuelve casi en totalidad.

Se conocen muchas especies según el procedimiento de su formación; la *geyserita* que se deposita en las géysers; la *hialita* en masas concrecionadas transparentes; el *ópalo noble* con un brillante fuego de colores; el *hidrófano* es opaco y sumergido en agua se hace transparente; los *ópalos leñosos* en pseudomórfosis de vegetales; el *tripoli* con otras variedades terroso y de colores blancos.

Yacimientos. Se encuentra geyserita en las géysers de Islandia y en la América del Norte; hialita en Tenerife; ópalo noble en Hungría, México, etc., ópalo leñoso en Egipto, Filipinas, etc.

Aplicaciones. El ópalo noble es muy apreciado en joyería. Las variedades de tripoli se emplean para el pulimento de metales y piedras, y para la fabricación de la dinamita.

ORDEN III.—ESTILBÓXIDOS

Las caras lisas de estos minerales tienen lustre adamantino; no se volatilizan al soplete; peso específico superior á 4 y dureza que llega hasta 7,5.

7—Zircón. Rara vez incoloro y transparente, generalmente pardo ó rojo y lustre adamantino y craso en las superficies de fractura. Es un silicato de zirconio, infusible al soplete y difícilmente atacable por el ácido clorhídrico caliente. En cristallitos microscópicos existe en gran número de rocas de España.

8—Cuprita ó cobre rojo. Regular, presentándose en masas informes granulares de color rojo cochinilla á gris de plomo; lustre metálico adamantino en las caras lisas. Composición química $Cu_2 O$: es la vena de cobre más rica; al soplete se ennegrece y después funde tranquilamente dejando un glóbulo de cobre; soluble en los ácidos y también en el amoniaco.

Magníficos cristales proceden de los Montes Urales y Australia.

9—Cassiterita Tetragonal; muy comunes las maclas denominadas *pico del estaño*; dureza 6-7; color pardo amarillento ó rojizo á negro; lustre adamantino ó craso. Composición química $Su O_2$ bióxido de estaño; infusible é inalterable al soplete; inatacable por los ácidos, descomponible por potasa fundida.

Yacimientos. Su yacimiento principal es en las rocas arcaicas, constituyendo filones ó impregnaciones. En Sajonia é Inglaterra, y España en Monterrey (Orense), San Pedro de Rozados (Salamanca), Carvajosa (Zamora).

Aplicaciones. Para la obtención del estaño, mineral conocido desde muy antiguo sobre todo su aleación con el cobre formando el bronce.

Sección 72.^a

ORDEN IV.—HEMATITES

Minerales opacos, de color obscuro en parte con aspecto submetálico; raya coloreada ó negra; la mayoría infusibles al soplete y más rara vez fusibles con dificultad sin volatilizarse.

10—Pirolusita, jabón de vidrieros. Es un producto de alteración de otros minerales de manganeso, presentándose generalmente en agregados fibroso-radiados, compacto y terroso; gris de acero obscuro, raya negra. Composición química $Mn O_2$ bióxido de manganeso; infusible al soplete, pero pardea desprendiendo O , en HCl caliente se disuelve desprendiendo Cl .

Yacimientos. En España en Huelva y Cartagena, Burgos, Zamora, etc.

Aplicaciones. Sirve para la preparación del Cl y los hipocloritos usados como decolorantes y desinfectantes.

11—Óxidos del Hierro. Tres son los principales: la **Limonita**, *hematites parda*; cristalina, compacta ó térrea; pardo-negruzca ó amarillenta; raya parda amarillenta. Composición química $2 Fe_2 O_3, 3 H_2 O$, sexquíóxido de hierro hidratado; funde con extrema dificultad; en el tubo cerrado da agua; su polvo es completamente soluble en el HCl .

La **Hematites**, *hematites roja*, Romboédrica; cristalina, compacta y terrosa; lustre metálico en las especies cristalizadas; negro de hierro ó gris de acero obscuro; raya rojo cereza á rojo parda. Composición química $Fe_2 O_3$ sexquíóxido de hierro; infusible al soplete, haciéndose fuertemente magnética; soluble en ácidos con dificultad aun pulverizada.

La **Magnetita**, piedra imán, es cúbica y también suele presentarse granular; negro de hierro, raya negra, lustre metálico, opacidad completa, magnetismo fuerte. Composición química, $Fe_3 O_4$, óxido ferroso, férrico; difícilmente fusible; pulverizada facilmente soluble en HCl .

Yacimientos. Existen en materiales de todas las edades, pudiéndose citar como yacimientos en España Somorrostro (Bilbao), Camargo (San-

tander), Jumilla (Murcia), Morón, el Pedroso y Sierra de Peñaflor (Sevilla) y otras muchas localidades.

Aplicaciones. Limonita, hematites y magnetita son los minerales (*mena*) de hierro que juntamente con la siderita forman la base de la industria de este metal. El más apreciado de todos es la magnetita, alcanzando hoy la fabricación de hierros y aceros una cifra extraordinaria.

CLASE CUARTA—ESPINÉLIDOS

Comprende compuestos salinos derivados de los hidróxidos de los cuerpos simples boro y aluminio. Poco importantes, no daremos á conocer ninguno.

CLASE QUINTA—SILICOIDEOS

Comprende las sales derivadas de los ácidos carbónico y silícico.

ORDEN I.—CARBONATOS

Fácilmente reconocibles por la acción de los ácidos, pues todos producen efervescencia en caliente ó en frío tratados por dichos reactivos.

1—Carbonatos de cobre. Son dos, ambos básicos, la **Malaquita**, ordinariamente fibroso-radiada ó terrosa; de lustre adamantino ó sedoso; verde esmeralda; en el tubo cerrado da agua ennegreciéndose al soplete; sobre el carbón funde dando *Cu*; soluble en los ácidos con efervescencia y en el amoníaco, y la **Azurita**, azul lapolíazuli y de propiedades idénticas á la anterior.

Yacimientos. Productos frecuentes de alteración de los minerales cupríferos, como demuestra la presencia de ambos en los afloramientos. En España en Linares, Molina de Aragón, Collado de la Plata (Teruel), etc.

Aplicaciones. Por prestarse á recibir un bello pulimento, se usan como material de decoración para fabricar vasos, tableros de mesa, etc.

Las variedades que no se prestan á ser pulimentadas, en la extracción del *Cu* ó pulverizadas como color.

2—Hidrocineita. cinconisa. Blanca ó amarillenta; compacta y en masas porosas. Composición química; carbonato básico de zinc de composición variable.

Yacimientos. Asociada á los otros minerales de zinc en Udías (Santander) y Picos de Europa.

Aplicaciones. Empleada en la extracción de zinc.

3—Aragonito. Rómbico. Es común el encontrar tres individuos maclados formando un prisma hexagonal; fractura concoídea; incoloro ó débilmente coloreado. Composición química *Ca Co₃* carbonato de cal; fácilmente soluble en los ácidos con efervescencia, pero con menos rapidez que la calcita.

Yacimientos. Cristalizado se halla en las cavidades de las rocas volcánicas como en Bohemia; también en los filones metalíferos, en formaciones de incrustación y en las venas de hierro produciendo el *flosferri* formado por agujas muy finas. En España es frecuente el aragonito asociado á la sal y yeso en Burgos en donde es conocido de los campesinos con el nombre de *pedras de Santa Casilda* y en Aragón con el de *torrecicas*.

4—Calcita. Es el carbonato mas importante, denominado también *espatocalizo*. Hexagonal romboédrica. Dureza 3. La calcita es incolora ó blanca pero por lo común muestra otros colores según las sustancias que lleva interpuestas; lustre vítreo. Composición química Ca Co_3 carbonato de cal infusible al soplete; brilla fuertemente cuando se la enrojece convirtiéndose en cal viva Ca O , en los ácidos efervesce vivamente aun á la temperatura ordinaria.

Es grande el número de especies de este género que pueden agruparse del modo siguiente:

1.º Calcita cristalizada. Muy bellos cristales se encuentran en las cavidades de las rocas eruptivas, tal es el yacimiento del *espatolándico birrefringente* en Islandia; también se encuentran cristales en las hendiduras del granito y en los filones metalíferos.

2.º Calcita cristalina. A este grupo pertenecen las formaciones de incrustación que se muestran en las calizas como calizas estalactíticas ó revestimientos, y á los que se refieren las *calizas fibrosas*, el *alabastro oriental*, las *pisolitas* y la *calcita farinácea* llamada *harina* ó *leche de montaña*; también es muy común como producto de alteración de los silicatos calcíferos.

3.º Calizas. En las rocas en masas antiguas se halla caliza cristalina que si es blanca constituye el marmol usado en escultura; siendo célebre en la actualidad el de Carrara.

Bajo el nombre de caliza compacta, se reunen todas las restantes rocas calizas, que forman á veces montañas de gran altura; algunas encierran sílice, *calizas silíceas*; otras son amarillas, pardas ó rojas por el óxido de hierro que las impregna. Las materias carbonosas las dan color negro y se llaman *antraconitas*. Las calizas adornadas de bellos colores se usan como materiales de decoración bajo el nombre de *mármoles*. Mezclada con la arcilla produce la caliza *margosa*. Una cantidad mayor de arcilla origina la *marga*.

Como *toba*, se designa una especie porosa de origen vegetal. La *creta* es térrea desmoronadiza.

Muchas calizas dan excelentes materiales de construcción. Algunas calizas margosas, se usan como *pedras litográficas*. De estos materiales se obtiene por calcinación la cal viva usada en la construcción y en muchas industrias. Si la caliza que se calcina es margosa, produce una cal que se endurece debajo del agua, y constituye la *cal hidráulica*. La creta se usa como tiza para escribir y para pulir, así como para la obtención del ácido carbónico empleado en la fabricación de las aguas gaseosas ó carbónicas. En agricultura se usa la cal para mejorar los terrenos arcillosos ó frios, haciéndolos porosos y permeables ó cálidos.

Abundan las especies de este género en España, encontrándose la cris-

talizada en los filones argentíferos de Hiendelaencina, mármoles estatuarios en Madrid, Málaga, Toledo; las compactas constituyendo mármoles en casi todas las provincias de España; alabastros bellísimos en Aracena (Huelva); piedra litográfica en Guipúzcoa, así como en Murcia, etc.; calizas hidráulicas en Santander, etc.; estalactitas en la cueva de San Valerio (Guipúzcoa) notables por su variedad de formas caprichosas; tobas calizas en Castellón, etc.

Otros carbonatos menos importantes son la **Dolomita**, carbonato de cal y de magnesia; la **Magnesita**, carbonato de Magnesia.

5—Cerusita, plomo blanco. Rómbica, lustre adamantino ó craso; incolora, blanca, coloreada por casualidad. Composición química $Pb\ CO_3$, carbonato de plomo; al soplete decrepita, amarillea; sobre el carbón se reduce á Pb ; soluble en el NH_4OH .

Yacimientos. Se encuentran cristales como producto de formación actual en las cañerías viejas de Pb ; en la mayoría de los casos es un producto de alteración de la galena. En España en diferentes minas de Cartagena, en el Borracho (Ciudad-Real), Losacio (Zamora); es un mineral abundante en nuestro país.

Aplicaciones. Para la obtención del plomo y en la pintura.

6—Siderita. Romboédrica. Amarilla gris ó pardo amarillenta; lustre vítreo. Composición química $Fe\ CO_3$, carbonato de hierro. Al soplete infusible volviéndose negra y magnética; soluble en caliente en los ácidos con efervescencia.

Yacimientos. Bellas drusas en los filones metalíferos. La variedad granular en potentes depósitos estratiformes; la compacta forma masas en las rocas sedimentarias. En España en Oyarzún (Guipúzcoa), Navarra, León, Córdoba, etc.

Aplicaciones. Los yacimientos alterados se transforman en limonita á veces manganesífera y son más buscados para la siderurgia, dándoles cierto contenido en manganeso más valor para la fabricación del acero.

ORDEN II.—SILÍCIDOS

Yacimientos

Orden muy numeroso: comprende todos los silicatos anhidros y también algunos básicos de dureza elevada, lustre vítreo ó craso; transparentes ú opacos; frágiles; dureza entre 5 y 7, y rara vez, 8. No dan agua en el tubo cerrado ni aún los básicos.

7—Olivino. Es un grupo de minerales compuestos esencialmente por silicatos de magnesio y hierro, no teniendo nunca alumina; son descompuestos por los ácidos. Su dureza oscila entre 5 y 8; la esfoliación poco marcada. Cristalizan en el sistema rómbico ó romboédrico; son claramente cristalinos. Es notable este género por estar representado entre los elementos principales de muchas piedras meteóricas y por su transformación en serpentina.

Yacimientos. Es común en algunas rocas eruptivas como los basaltos y en otras más antiguas. Se encuentran cristales implantados en el Vesubio, en Egipto, en la caliza granular de los Urales y en Islandia. Como yacimientos peculiares á España se encuentran, en los basaltos de la Mancha,

en Olot (Gerona), y en la serranía de Ronda masas inmensas de serpentina cuyo origen *olivínico*, determinó Macpherson.

Aplicaciones. Las variedades de buena coloración se usan como piedra fina con el nombre de *crisolita*.

8—Piroxenos y Anfíboles. Minerales del rómbico y monoclinico; compuestos en primer lugar de silicatos de *Ca*, *Mg*, *Fe*, á los que se unen después silicatos de *Al* isomorfos; poco atacables por los ácidos ordinarios. Todos son exfoliables, según un prisma rómbico, y en virtud del ángulo de exfoliación, se dividen en dos series:

Piroxenos. Ángulo de exfoliación próximo á 92°; pudiendo distinguirse algunas especies como la *Bronzita*, amarillo verdosa, con un brillo como de tumbaga; la *Hiperstena* de color negruzco y la *Augita* en cristales negros que á veces son proyectados en las erupciones volcánicas.

Anfíboles. Ángulo de exfoliación alrededor de 56°; con su especie más común la *Hornblenda* de color verde oscuro. Los anfíboles finamente fibrosos se llaman *asbesto* cuando la fibra es frágil y *amianto* si es más flexible.

Yacimientos. Se encuentran principalmente estos minerales en rocas eruptivas modernas y aun antiguas como es en la Sierra de Guadarrama, en localidades de la región Norte de la provincia de Sevilla y en la basáltica de Olot; amianto y asbesto en Cangas de Onís (Asturias), Sierra Nevada, etc.

Aplicaciones. El asbesto se emplea para dar inalterabilidad á las pinturas, para hacer cuerdas, para tapar juntas en las máquinas, y mezclado con arcilla, para hacer filtros para agua; el amianto ha servido desde tiempos remotos por su incombustibilidad para tejer mechas y telas incombustibles, con las que los antiguos envolvían los cadáveres, cuyas cenizas querían conservar. Con él y en algunos países se han hecho trajes para los encargados del servicio de incendios.

9—Feldespatos. Juntamente con el cuarzo son los silicatos más importantes. Monoclinicos ó triclínicos, incoloros al estado puro. Dureza 6-6,5. Con dos direcciones de exfoliación completa. Funden al soplete, colorando la llama, en un vidrio ó un esmalte. Son silicatos de *Al* con *K*, *Na*, *Ca*, y rara vez *Ba*. Las mayores masas de las rocas silicatadas, están formadas en su mayor parte de feldespatos, que se hallan también al estado de fragmentos en las arcillas y pizarras arcillosas.

Por sus ángulos de exfoliación y composición química, se dividen en dos secciones:

1.ª **Feldespatos potásico-sódicos:** ángulo de exfoliación 90.º El género más importante de esta sección es la *Ortosa*, silicato aluminico-potásico, que ofrece dos pseudomorfosis muy notables; la primera es su transformación en mica potásica y la segunda una alteración general que dá por resultado el *caolin*, que suele ser arrastrado y va á constituir capas de arcilla; la sílice y la potasa excedentes también son arrastradas por las aguas, la última al estado de carbonato, convertido después en sulfato por la acción del yeso principalmente, que difundido por todas partes dá á las plantas la potasa necesaria para su crecimiento.

El polvo del feldespato es por esto un buen abono alcalino.

2.ª Feldespatos cálcico-sódicos; ángulos de exfoliación de 86.º Este grupo ha recibido el nombre de *Feldespatos plagioclásicos*, siendo sus géneros más importantes la *albita*, *oligoclasa*, *labradorita* y *anortita*, que forman una serie isomorfa muy importante.

Yacimientos. Es abundante la ortosa en nuestro país, en los granitos, pórfidos y gneis de las Sierras de Guadarrama y Grados, constituyendo masas de un color blanco rosado. En algunas rocas volcánicas, como las de Canarias y Cabo de Gata, hay una variedad de ortosa, muy vítrea dicha *sannidino*. Casi todas las plagioclasas se han encontrado en las rocas eruptivas, así antiguas como recientes de España; la labradorita se halla en las costas del Labrador de América del Norte y la albita en bellos cristales en los Alpes y anortita en la Somma en el Vesubio.

Aplicaciones. Sirven para la fabricación de la porcelana, ó mejor para la de algunos esmaltes en ella y en la cerámica basta, y se puede emplear como enmienda en algunos terrenos.

10—Topacio. Los cristales tienen forma rómbica característica, presentándose desigualmente conformados, aún cuando no como un caso de hemimorfia. Los cristales se electrizan por el frotamiento ó el calor. Dureza 8. Amarillo de vino, verde espárrago, rojo jacinto, etc., muchos de cuyos colores desaparecen por la acción de la luz, no siendo raros individuos claros como el agua. Composición química $F_2 Al_2 Si O_4$. Fluo-silicato de alumina. Calentado fuertemente se enturbia, al soplete apenas cambia. Calentado en el tubo cerrado con sal de fósforo da *HF*.

Yacimientos. La patria del topacio es el granito y gneis, en cuyas grietas se encuentra. Los cristales amarillos de miel del Brasil al fuego toman un color rojo pálido *rubi del Brasil*; de un amarillo vinoso son los de Sajonia; también se encuentran en los Urales, Islandia, etc.

Aplicaciones. Por su dureza figura entre las piedras preciosas.

11—Granates. Cúbicos. Exfoliación apenas visible. Dureza, 7. La composición química corresponde á una mezcla isomorfa de silicatos de *Ca*, *Fe*, *Mg*, etc., todos del tipo $3 Ca O Al_2 O_3 3 Si O_2$. Al soplete los granates funden de modo diverso en un vidrio y apenas son atacados por los ácidos. Las especies más comunes son las siguientes: la *grosularia*, *almandina* ó granate noble, de color rojo de sangre, el *granate común* y el *piropo*.

Yacimientos. Los granates yacen en las pizarras cristalinas y granito y aparecen como minerales de contacto en la caliza granular, mas rara vez en las rocas eruptivas. Se encuentran bellos cristales en Ceilan, Brasil, Tirol, Japón, etc. y en nuestra Península en el Cabo de Gata, Sierra Nevada y Guadarrama. En la Fuente de los Jacintos, cercanías de Toledo y Burguillos (Badajoz).

Aplicaciones. Algunos se emplean como escoriificantes en la siderurgia, y como esmeril, usándose como piedra de adorno los que tienen bello color con los nombres de *granates* ó *jacintos*.

12—Berilo. Hexagonal. Dureza, 8. En los ejemplares bien coloreados se distingue el pleocroismo. Composición química $3 H_2O. Al_2 O_3 6 SiO_2$. Silicato de alumina y glucinio. En los verdes la causa de la coloración es una

pequeña cantidad de cromo. Al soplete funde difícilmente en los bordes; inatacable por los ácidos.

Yacimientos. La mina de esmeraldas de Zabarah á orillas del Mar Rojo, era explotada ya 1650 años antes de J. C. Las célebres de Musso las descubrieron los españoles. En España se citan berilos comunes opacos en la provincia de Pontevedra, Madrid y tunel de la Paradilla y Peguerinos en Avila.

Aplicaciones. Las especies de bello color verde son las *esmeraldas*, usadas desde muy antiguo como piedras de valor.

Secan. 11.ª 13—Calamina. Rómbica. Generalmente se presenta en agregados de estructura fibroso-radiada y también en residuos porosos y rellenos granulares. Se hallan cristales incoloros, pero casi siempre están coloreados con tintas claras; lustre algún tanto adamantino. Composición química $(\text{Ho Zn})_2 \text{SiO}_3$, silicato básico de zinc. Al soplete salta un poco y apenas funde sobre los bordes.

Yacimientos. Su formación es secundaria por hallarse sobre la blenda descompuesta, encontrándose la cristalizada en algunos filones. Sus localidades más importantes están en la Carintia, Aquisgrán y Westfalia y en España en Santander.

Aplicaciones. Explotada para la extracción del zinc.

14—Talco, Sepiolita y Serpentina. Los tres géneros forman un grupo muy natural, caracterizado por ser silicatos hidratados de magnesia. Casi nunca cristalizados y con frecuencia compactos ó amorfos, foliáceos ó fibrosos. Difícilmente fusibles al soplete endureciéndose. Humedecidos con la disolución de cobalto y calentado toman un color rosa pálido.

Talco. Se presenta en láminas flexibles, incoloro, blanco, verdoso, con lustre nacarado intenso. Al soplete se endurece hasta 6, brilla mucho ó apenas se funde en láminas muy delgadas ó escamitas muy finas. Insoluble en los ácidos.

Se distinguen dos especies: 1.ª *Talco hojoso*, cristalino, en grandes masas, llamadas *talcitas*, que mezclada con clorita produce la *pedra ollar*: 2.ª *Esteatita*, *jabón de sastre*, talco compacto que se labra con mucha facilidad; untuoso al tacto sin adherirse á la lengua.

Sepiolita. *Espuma de mar*, *pedra loca*. Se presenta en nódulos; mate; untuosa al tacto; se adhiere á los labios húmedos; opaca; de color blanco amarillento. Con los ácidos se descompone dando copos de sílice.

Serpentina. No cristaliza. Se presenta en venas ó intrusiones, de fractura concoidea; tenaz. El silicato de magnesia suele ir mezclado con el de *Fe*. Al soplete blanquea y se pone incandescente, fundiéndose apenas en los bordes más delgados. En el HCl se disuelve lentamente y en el $\text{SH}_2 \text{O}_4$ con más rapidez. Como principales especies citaremos: la *serpentina noble*, así se llama á toda variedad trasluciente, de colores claros y lustrosos. *Serpentina comun*, es el mineral impuro y constituyendo roca; su color es verde generalmente manchado ó con venas y de aquí su nombre por comparación con la piel de las serpientes.

Yacimientos. El talco es propio de la zona de las pizarras cristalinas consistiendo su origen en la mayor parte de los casos en pseudomorfosis. En

España hay talco y pizarras talcosas en Galicia, Sierra Nevada y Serranía de Ronda. La sepiolita se halla interpuesta en las formaciones secundarias recientes del Asia Menor. En España hay sepiolita en Cabañas de la Sagra (Toledo) y Cerro de Almodóvar, en Vallecas (Madrid). La serpentina se halla casi siempre en las formaciones de pizarras cristalinas y principalmente en donde se encuentran silicatos muy magnésíferos sobre todo el olivino. Es pues un producto de pseudomorfismo. El yacimiento más importante en España es la Serranía de Ronda.

Aplicaciones. La esteatita se emplea como el talco como lubricante y para pulir; la esteatita especialmente como yeso de pizarras, piedras de sastre, material refractario para los mecheros de gas. La sepiolita para hacer pipas para fumar. La serpentina se usa en la arquitectura como material decorativo, estando labradas con este mineral las columnas del altar mayor de la catedral de Granada y las de las Salesas Reales de Madrid. Una variedad fibrosa de la serpentina llamada *crisotilo*, puede convertirse deshilachando las fibras en una materia algodonosa de donde procede su empleo en la construcción de tejidos, papel, etc.

15—Cloritas. Silicatos básicos de *Mg*, *Al* y también *Fe*, sin álcalis; exfoliación perfecta dando láminas flexibles; con frecuencia cristalizadas; cuando no son hojosas son escamosas y también compactas y térreas. Casi siempre verdes y raya verde pálido. Por lo general difícilmente fusible.

Yacimientos. Son frecuentes en las rocas en masa, como productos derivados de otros minerales y abundan en nuestra Península en Galicia, Sierra Nevada, Escorial (Madrid), etc.

16—Micas. Están caracterizadas por una exfoliación perfectísima, siendo elásticas las láminas que resultan. Monoclínicas con apariencia hexagonal. Dureza 2-3. El lustre es muy intenso. En el tubo cerrado todas desprenden una pequeña cantidad de agua. Funden generalmente con alguna dificultad. Son silicatos de aluminio alcalífero; por esto colorean todas la llama; son poco atacadas por el ácido *HCl*, habiendo algunas, las ferromagnéticas que se descomponen por el ácido SH_2O_4 hirviendo, quedando la sílice en escamas de la misma forma que tenían las de la mica.

Yacimientos. Se hallan principalmente en las rocas más antiguas entrando en la composición de algunas como elemento esencial. En España en Galicia y Sierra de Guadarrama.

Aplicaciones. Las grandes láminas de este mineral se suelen emplear en vez de cristal en las ventanas y buques de algunos países como en Rusia; las que se presentan en pequeñas escamas como polvos de salvadera.

17—Grupo de la Arcilla. Minerales rara vez cristalizados, casi siempre porosos, ligeros, térreos, ó amorfos, constituidos esencialmente de sílice, alumina y agua; infusibles al soplete; por el ácido *HCl* poco atacados, por el SH_2O_4 concentrado, descompuestos separando sílice. Constan con frecuencia de una mezcla de varios compuestos de este grupo, ó de otros minerales, lo que dificulta su clasificación. Se distinguen: la *Nacrita*, cristalizada y de lustre nacarado. Dureza -1. *Litomarga*, compacta, más dura que

la anterior; blanco amarillenta y tacto grasiento. -3º. *Caolín* ó tierra de porcelana; térreo, deleznable, seco al tacto; cuando está húmedo es plástico.

La *arcilla* es una mezcla de caolín y otros productos. Por la acción de las aguas corrientes los productos térreos de alteración son transportados enturbando el agua, así como también los cantos y guijarros que son triturados, disminuyendo de volumen. El limo y arcilla que se deposita en los lugares tranquilos, procede pues de la descomposición y disgregación de distintos materiales; cuanto más rica sea una arcilla en productos de descomposición, tanto más plástica es; la hematites y limonita la comunican una coloración amarilla, parda ó rojiza; cierta cantidad de carbonato cálcico puede mezclarse á la arcilla, perdiendo la plasticidad y se convierte en una *marga*.

Yacimientos y aplicaciones. La *Nacrita* se encuentra en los filones de Sajonia; la *Litomarga* en pórfidos de Sajonia y minerales muy próximos á las litomargas en Valdemorillo (Madrid), donde se explotan para la fabricación de la loza. El *Caolín* se encuentra en grande escala como producto de descomposición de las rocas feldespáticas en Limoges (Francia); en España en el Guadarrama, Puebla de Montalbán (Toledo). El nombre de *Caolín* viene de los chinos que fueron los primeros en emplearlo para la fabricación de porcelana. Las arcillas puras sirven para la fabricación de los objetos de tierra cocida. Algunos productos son porcelanoides, otros de grano grueso forman la pasta de la vajilla común. La arcilla fina se emplea para hacer pipas, y la más fina como material refractario. También es antiguo su empleo para desengrasar los paños y modelar. Las más impuras llamadas *barro* sirven para construir muros, hacer ladrillos, etc.

En nuestro país hay una gran variedad y riqueza de ellas. Son notables entre las refractarias las de Zamora; las esmécticas ó tierra de bataneros de Segovia; las plásticas de la Mancha y Chinchón con que se fabrican las tinajas colosales para vino y aceite; las de Andujar muy porosas, de que se hacen las célebres alcarrazas, etc.

CLASE SEXTA—NITROIDES

Leción 15ª

Compuestos salinos de los ácidos fosfórico y nítrico principalmente, así como también los formados por los ácidos del arsénico y antimonio.

ORDEN I.—FOSFATOS

Minerales formados por las combinaciones derivadas del ácido fosfórico tribásico H_3PO_4 .

1—Apatito. Es el fosfato más importante por su gran difusión y aplicaciones, cristaliza en el sistema hexagonal. Lustre vítreo ó craso; no son raros los apatitos incoloros, pero son más frecuentes de colores pálidos. Composición química $FCa_5P_3O_{12}$ con el compuesto correspondiente de *Cl*, es decir un cloro y fluo-fosfato-cálcico. Al soplete solo se funde en los bordes de las escamillas; su polvo se disuelve en los ácidos.

Se aplica hoy día el nombre de *fosforita* á los grandes depósitos de fosfato cálcico; el relleno térreo de los basaltos se denomina *osteolita*. El *guano* constituyendo depósitos poderosos y formado por la acumulación de excrementos de aves, compuesto esencialmente de fosfato cálcico.

Yacimientos. El apatito se halla sobre todo en las rocas silicatadas tanto de las formaciones cristalinas como sedimentarias en diversas localidades de América del Norte, Noruega meridional y en Extremadura en España. La difusión del apatito como elemento accesorio de las rocas silicatadas es un hecho de importancia general, el análisis químico y el exámen microscópico así lo demuestran. Desde estos materiales es transportado á las plantas que crecen sobre ellas tomando la cantidad de fósforo que necesitan para su organismo. El primer criadero de fosforita que se conoció en España fué el de Logrosan (Cáceres) ya agotado, posteriormente y en la misma región se han descubierto otros que están en explotación. El *guano* se encuentra en algunas islas del mar del Sur y especialmente en las Chinchas, sobre la costa del Perú.

Aplicaciones. Los agricultores suplen la falta de este elemento en ciertos terrenos empleando la fosforita tratada con ácido sulfúrico como excelente abono. Con igual fin se explotan los depósitos de guano.

La *Calaita* ó turquesa es un fosfato de alumina hidratado, celeste ó verde, apreciada como piedra fina por su color agradable; si bien su dureza no es mucha, suele imitarse artificialmente y también se vende como turquesa, marfil fosil teñido de azul (odontolita).

ORDEN II.—NITRATOS

2—Nitro. Rómbico, isomorfo en el aragonito. Dureza 2. Incoloro, blanco gris. Composición química: KNO_3 , Nitrato potásico. Funde fácilmente al soplete colorando de violeta la llama y acelerando la combustión del carbón; soluble en el agua.

Yacimientos. El nitro se halla mezclado con otras sales en algunas cavernas calizas de Ceilán; como eflorescencias superficiales en las Indias orientales producido siempre por descomposición de los excrementos líquidos. Se produce naturalmente el nitro en España en algunas cuevas de la provincia de Almería y Aragón; en Ciudad-Real, Toledo, formando eflorescencias blancas en la superficie del suelo y de las paredes antiguas.

Aplicaciones. Sirve para la fabricación de la pólvora, como oxidante y fundente y en medicina.

3—Nitratina, nitro de Chile. Romboédrico, isomorfo con la caliza. Incoloro; sabor fresco alcalino. Composición química $NaNO_3$, nitrato sódico. Funde fácilmente colorando la llama de amarillo; deflagra sobre el carbón enrojecido; se disuelve en el agua.

Yacimientos. Se encuentra en la zona privada de lluvias del Perú, Bolivia; forma también capas sobre las rocas sedimentarias y pórfidos.

Aplicaciones. Sirve para preparar el nitro y en la fabricación del ácido nítrico y también como abono. No sirve por su higroscopicidad para la fabricación de la pólvora.

CLASE SÉPTIMA—YESOIDES

Comprende los compuestos salinos derivados del ácido sulfúrico principalmente.

ORDEN I.—SULFATOS

1—Baritina, espato pesado. Rómbico; generalmente ofrece varios colores. Peso específico. 4,3-4,7. Composición química $Ba\ So_4$, sulfato de bario, salta vivamente al soplete, fundiendo con gran dificultad en los bordes, inatacable por el ácido $H\ Cl$, pero descompuesta por el $SH_2\ O_4$ concentrado.

Yacimientos. Se presenta muy esparcida, si bien no forma grandes masas, ni es elemento de roca alguna. Comunísima en los filones metalíferos; también se recoge en los nidos de las margas y en algunas areniscas. La de Monte Paderno (Bologna) hecha una pasta con goma tragacanto y expuesta al fuego produce una masa fosforescente por insolación. Se halla en España en los filones metálicos, encontrándose hermosos cristales en las minas de Almadén, teñidos de rojo por el cinabrio; en los filones de plata de Hiendelaencina, etc.

Aplicaciones. Sirve para la preparación de los compuestos básicos y en polvo se mezcla al albayalde.

2—Yeso. Monoclínico, exfoliación perfectísima, de lustre nacarado. Dureza 1,5-2. Frecuente el yeso incoloro ó blanco; muchas especies son amarillentas, otras rojas y algunas grises ó negras. Composición química $Ca\ So_4 + H_2\ O$ sulfato de calcio hidratado. En el tubo cerrado da agua en abundancia. Al soplete se vuelve opaco, se exfolia y por último funde en esmalte blanco. Poco soluble en el agua.

Yacimientos y especies. El proceso de formación de los depósitos yesosos, puede muy bien estudiarse en los manantiales que le depositan, los formados por el agua del mar y en los lagos salados. Son muy numerosas las especies de yeso, estando algunas muy esparcidas. Cristales implantados se hallan frecuentemente en los depósitos salíferos, y en los filones metalíferos. El yeso laminar fué muy usado en la antigüedad; el radiado no es tan abundante; no son raros tampoco los depósitos independientes de yeso.

Abunda mucho el yeso en España, habiéndole cristalizado en Sierra de Cartagena, Zaragoza y Palencia. Hermosas placas se hallan en la isla de León, orillas del Canal de Manzanares, etc; en las regiones triásicas, suele ser rojo é ir acompañado de cuarzo; alabastro lo hay en muchas localidades de las formaciones terciarias.

Aplicaciones. En todas las tierras arables existe aunque en pequeñas cantidades y desempeña un papel muy importante por la transformación que realiza del carbonato potásico en sulfato, forma en que la potasa es más asimilable por las plantas, sirviendo para mejorar los terrenos; entra en la fabricación de la porcelana y algunos esmaltes. El yeso blanco finamente

granular, se emplea en la escultura con el nombre de alabastro; se emplea también para la construcción y el cocido para los estucos, hacer bustos ó estatuas, en ciertas operaciones quirúrgicas, etc.

3—Alunita, piedra de alumbre. Casi siempre, granular, compacta ó térrea; blanca ó de colores claros. Composición química, sulfato aluminico potásico hidratado. Al soplete salta, y enrojecida después de humedecerla con nitrato de cobalto se pone azul.

Yacimientos. Es un producto de alteración de los feldespatos. En la Tolfa, cerca de Civitavecchia (Italia), donde existen las minas más célebres, puede observarse la gran actividad con que se realiza esta alteración. En España existe un criadero de buena calidad en Mazarrón (Murcia) y también se encuentran en Teruel.

Aplicaciones. La alunita es un mineral muy buscado para la fabricación del alumbre.

Sección 16.^a

CLASE OCTAVA—HALITOS

Son compuestos de los metales más pesados ó ligeros con *Cl*, *Br*, *I*, *F*, reconocibles por ensayos muy sencillos. Lustre vítreo ó adamantino de colores claros, por lo general poca dureza.

ORDEN I.—HALATOS

Cloruros, bromuros y yoduros de metales ligeros; lustre vítreo; blandos, á lo sumo dureza-2; incoloros ó de colores accidentales.

1—Sal gema, sal común. Cúbica. Dureza-2: Su diatermancia mayor que en ningún otro cuerpo; lustre vítreo; incolora y transparente cuando pura. Composición química *Na Cl*, cloruro de sodio. Funde facilmente colorando de amarillo la llama. Soluble con facilidad en el agua y casi lo mismo en la fría que en la caliente. Algo delicuescente en el aire húmedo. Cristalizada se encuentra con frecuencia en los depósitos salíferos; otras veces toma la forma efflorescente y también en costras y estalactítica; también existe como producto volcánico.

Yacimientos. La granular constituye la masa principal de los depósitos salíferos formados por evaporación de las aguas saladas de los mares ó lagos. Célebres son entre todos, los yacimientos de Stassfurth cerca de Magdeburgo, los de Galitzia, Transilvania y Suiza. Cerca de Cardona en Cataluña, la masa de sal se levanta como una montaña de 180 metros. Está muy difundida en casi todas las aguas y aún en la atmósfera, en donde existen vestigios. En España es muy abundante tanto en estado sólido, cuanto en manantiales y pozos salados. Entre la primera figura en lugar preferente el ya citado yacimiento de Cardona, en Minglanilla (Cuenca); Remolinos (Zaragoza); Cabezón de la Sal (Santander). Manantiales y pozos salados son las célebres salinas de Torre Vieja (Alicante); en Espartinas cerca de Aranjuez, etc. y como tipo de salinas en que se extrae la sal del mar, se pueden indicar las de San Fernando, al lado de Cadiz.

Aplicaciones. La sal es uno de los minerales más útiles. Su uso como condimento, medio conservador de carnes y pescados, para el ganado; como abono, no comprende sino una parte de sus aplicaciones; la otra la constituyen sus aplicaciones industriales en la fabricación de la sosa, jabón, vidrio, etc. También se emplea en la preparación de los esmaltes, en algunas operaciones metalúrgicas y otras industrias.

ORDEN II.—FLUORUROS

3—Fluorita, espato fluor. Cúbica. Dureza 4; lustre vítreo; incolora, transparente, á veces coloreada, un mismo cristal suele presentar distintos colores. La mayoría fosforecen por el calor. Composición química $Ca F_2$, fluoruro de calcio. Al soplete salta, fundiéndose solo cuando está en escamillas muy delgadas. Calentada en el tubo cerrado con sal de fósforo se desarrolla HF que corroe el vidrio; el ácido $S H_2 O_4$ descompone la fluorita produciendo también HF .

Yacimientos. Es un mineral característico de los filones. Se halla en España en la Sierra de Gador donde la llaman también *sal de lobo*, en Huesca y Colmenar Viejo (Madrid).

Aplicaciones. Se usó en algún tiempo como fundente. Los ejemplares de bella coloración se han empleado para labrar vasos, candelabros y otros objetos. Su empleo para la fabricación del ácido fluorhídrico y grabar el vidrio está actualmente en aumento.

CLASE NOVENA—ANTRACIDOS

Compuestos del C con el H , ó de ambos con el O y derivados de este último. Todos tiene gran aptitud para combinarse con el O ardiendo.

ORDEN I.—CARBONES

Mezclas de carbón amorfo y cuerpos resinosos y también betuminosos que con frecuencia contienen todavía fibras leñosas; compuestos esencialmente de C , H , O . Producto de la alteración de restos orgánicos. Son los siguientes: Turba, Lignito, Hulla y Antracita.

1—Turba. Agregados flojos ó apretados de partes vegetales; color pardo hasta negro; de formación muy reciente, debida á las partes muertas de las plantas que crecen en gran cantidad en los terrenos pantanosos. En algunas turberas se han hallado troncos de árboles, restos animales y diversos productos de la industria humana. Formaciones muy extensas en Alemania ó Irlanda. En España en Madrid, Valencia, Asturias, etc. Es un combustible útil y para algunas comarcas como Holanda, tan útil como á Inglaterra su carbón.

2—Lignito. Es el carbón de las rocas estratificadas más recientes. Textura compacta, térrea ó leñosa; color pardo de madera hasta negro de pez. Arde fácilmente con olor desagradable. El de fractura concoídea se llama

piceo á causa de su lustre y últimamente en Inglaterra se ha desarrollado la industria de labrar, con esta especie, pequeños objetos llamados de *azabache*. Un carbón térreo de los alrededores de Colonia corre en el comercio con el nombre de *sombra de Colonia*. Algunos lignitos contienen también pirita que produciendo sulfato aluminico, puede dar lugar á una fabricación de alumbre.

Muy extendido especialmente en la llanura del N. de Alemania; abundante en España entre los sedimentos secundarios y terciarios en la provincia de Teruel, en la cuenca de Berga, Zaragoza, Santander, Cuenca, etc. El azabache es explotado en Teruel y Asturias. Es un combustible muy usado cuyo empleo se ha generalizado gracias á la disposición oportuna de los hornos. También se extrae de él actualmente gas del alumbrado y mediante su destilación seca, parafina, ácido carbónico y productos análogos.

3—Hulla, carbón mineral. Compacto, escamoso ó fibroso; lustre vítreo ó craso; color pardo negruzco, negro. La estructura vegetal no suele percibirse á simple vista, pero sí mediante el microscopio. Arde fácilmente con mucha llama y olor no desagradable. Por su modo de comportarse al fuego se distinguen los carbones *grasos* ó *betuminosos*, que se conocen exteriormente por su lustre, de los *secos*, poco betuminosos que no dan cok.

La hulla forma parte de las formaciones sedimentarias más antiguas y constituye depósitos que se extienden entre las rocas. Inglaterra, Alemania, Francia y Austria poseen ricos yacimientos. En España las dos cuencas principales son las de Asturias, y Belmez y Espiel (Córdoba). Es un combustible muy apreciado. Para el tratamiento en los hornos altos se transforma en cok que posee un poder calorífico mayor. Mediante destilación se extraen gas del alumbrado, cok y alquitrán y de este último hidrocarburos como la naftalina, ácido fénico, etc.

4—Antracita. En masas negro de hierro y también terrosa que tizna; lustre vítreo, algunas veces metálico con irisaciones superficiales. Arde difícilmente y con poca llama sin dar cok. Encuéntrase en las rocas sedimentarias más antiguas y en las pizarras cristalinas. Muy hermosa se conoce en Pensilvania. En España en Asturias y varios puntos de los Pirineos. Sirve para la calefacción siempre que esté animada por una fuerte corriente de aire; la térrea se emplea como color.

ORDEN II.—RESINAS

Compuestos de *C, H, O*; amorfos; de colores claros generalmente; por la acción del calor se funden y arden con llama.

5—Ambar, succino. Es una resina fósil procedente de plantas coníferas extinguidas; tiene formas redondeadas, fluidas ó en gotas, é incluye con frecuencia insectos diversos; color amarillo, rojo ó pardo, á veces con dibujos flameados; algunos ejemplares son fosforescentes; se electriza por frotamiento y calentándola desarrolla un olor agradable. Está constituida principalmente por una resina insoluble en alcohol y éter, y el resto resinas solubles, ácido succínico y un aceite esencial. Se encuentra en la costa del

Mar Báltico, donde durante la estación mala aparecen pedazos separados de las arenas por las olas, que recojen con redes los que van á buscarlo; también en Sajonia, etc. En España se encuentra el succino casi siempre relacionado con el lignito en Utrillas (Teruel), Asturias y Morella (Castellón), etc. Se trabaja el ámbar en boquillas y pipas para los fumadores, en varios objetos de adorno y decoración y para hacer barnices.

ORDEN III.—BETUNES

6—Asfalto, pez mineral, betún de Judea. Masas de un negro píceo, blandas; lustre craso; olor betuminoso especialmente cuando se restrega ó calienta; se inflama facilmente; se disuelve en el petróleo casi completamente. El asfalto es una mezcla de hidrocarburos píceos, compuestos resinoides y petróleo. En el Mar Muerto en Judea, nada sobre el agua; en la isla de Trinidad (América meridional) forma un lago de 2 kilómetros que en la estación fría se puede atravesar á pié; también existe en venas filoniformes é impregnando otros minerales. Sirve para hacer pisos, calafatear embarcaciones, para hacer impermeables los techos y como barniz y cemento.

7—Petróleo, aceite mineral. Los aceites betuminosos forman una serie de mezclas que se relacionan con el asfalto mediante el *alquitrán mineral*, pardo, semifluido, que sigue con el *petróleo amarillo* y termina con los muy volátiles designados con el nombre de *nafta*. Todos tienen olor aromático y son compuestos de diversos hidrocarburos. El alquitrán mineral contiene además la parafina, que se puede obtener por destilación. La nafta como el petróleo, se vuelven amarillos y pierden fluidez.

Se encuentra el petróleo en rocas sedimentarias de edad diversa, asociado á otras sustancias betuminosas, en proximidad á restos vegetales. Surge con agua ó sin ella, de las hendiduras de las capas de las rocas ó del terreno poroso. Son célebres los *manantiales de fuego eterno* en el Mar Caspio, fuentes de gases inflamados que brotaban ya 900 años a. de J. C. También se le saca al exterior mediante barrenos y pozos. Su origen se hace depender de la descomposición de restos animales y vegetales. El petróleo se usaba ya en la antigüedad; en el siglo XVIII, se aplicó á la iluminación en varias ciudades de Italia. Luego fueron viniendo al comercio de varias localidades y sobre todo de la América del Norte. Los hidrocarburos pesados que quedan como residuos de la refinación sirven como lubricantes, para extraer la parafina y fabricación del gas de petróleo usado en sustitución del de carbón de piedra. Los éteres de petróleo dan la bencina, etc.

TRATADO SEGUNDO

LITOLOGIA

Lección 17.^a

Terminado el estudio de la Mineralogía, tócanos ahora entrar en el de las rocas ó *Litología*, sabiendo ya, que éstas son resultado de la agregación de los minerales, originando entidades de orden superior. Dividiremos esta sección en dos partes, *general* y *especial*, investigando en la primera todas aquellas propiedades generales á las rocas y en la segunda haremos un sucinto estudio referente á cada grupo en particular.

PARTE GENERAL

1—Composición de las rocas y su análisis. Nada diremos referente á la composición química de las rocas, pues resulta de la parcial de cada uno de los elementos mineralógicos que forman la misma teniendo únicamente importancia para el geólogo la composición mineralógica.

No todos los elementos mineralógicos entran en la constitución de las rocas, su número es bastante limitado, pues se reduce á unos 30, siendo los más abundantes los feldespatos, el cuarzo, piroxenos, el talco, mica, etcétera. De estos, unos son *esenciales* en la constitución de las rocas, cuando no pueden faltar sin que esta pierda el carácter de tal roca, como el cuarzo en el granito, mientras que los *accesorios*, suelen presentarse solo en circunstancias determinadas y su ausencia no implica variación alguna esencial en la roca, como por ejemplo, la turmalina en el granito. Unas rocas son sencillas cuando están constituidas por un solo elemento, como por ejemplo, la caliza, no existiendo entonces más diferencia respecto de la misma especie mineralógica, que el grado de difusión en que se encuentra.

En ciertas rocas todos sus elementos esenciales son de primitiva formación, pero en la mayoría, estos han sufrido ciertas transformaciones, dando por resultado una separación mecánica y han vuelto á asociarse elementos diversos, constituyendo rocas de carácter agregado llamadas *detriticas* ó *elásticas*.

Muy importante es el estudio de los elementos de las rocas ó sea su análisis. En algunas que tienen sus componentes grandes, puede realizarse un examen macroscópico, pero en la generalidad, sus elementos son tan pequeños, que escapan á la observación á simple vista, siendo entonces preciso usar otros procedimientos, habiéndose generalizado la investigación microscópica, constituyendo hoy el microscopio un auxiliar necesario en las investigaciones geológicas. Para ello, se reducen á secciones sumamente delgadas, pulimentando trozos por medio del polvo de esmeril, mojado sobre una plancha de hierro ó zinc y pegándola después por medio del bálsamo del

Canadá, sobre un porta-objetos. El examen se hace en luz natural y polarizada pudiéndose deducir consecuencias importantes como son; carácter clástico ó cristalino de la roca, si tiene algún vestigio de materia fundamental vítrea, en qué orden han cristalizado los elementos y si éstos han sufrido alguna alteración.

2—Estructura. Tanta importancia como la composición mineralógica de las rocas, tiene el estudio de la distinta agregación de sus materiales, ó sea la *estructura*, pues está relacionada con su distinto modo de formación. Unas constan de partículas cristalinas ó cristales, pudiendo ser estos de gran tamaño, estructura *granítica*, hasta elementos que dejan de ser reconocibles á simple vista, *micro-cristalina*; las finamente granudas pueden llamarse *compactas*. Constituye la estructura *porfídica*, una masa fundamental compacta ó finamente cristalina, en la que están dispersos grandes cristales de primera consolidación. La estructura *vítrea* es semejante á la de los vidrios artificiales, como la de la obsidiana. Es *clástica* ó *fragmentaria* la estructura de las rocas constituidas de detritus de forma y tamaño diferente.

3—Clasificación de las rocas. Diversos puntos de vista podemos tomar para la agrupación de las rocas, pero es preferible la que establezca relaciones mineralógicas y geológicas como la que sigue:

- 1.º *Rocas en masa*, eruptivas ó de intrusión.
- 2.º *Rocas sedimentarias* y
- 3.º *Rocas metamórficas*.

PARTE ESPECIAL

I

ROCAS EN MASA

Casi todos los miembros de esta importante subdivisión se han producido en el interior de la costra terrestre en estado de fusión.

1—Granito. Esta importantísima roca es un agregado cristalino granular de cuarzo, feldespato y mica en individuos de un tamaño aproximadamente uniforme. Muchas son las variedades que presenta esta roca; unas son denominadas por los elementos accesorios que las acompañan, como *granito hornblendico turmalinífero*, etc. En otros, el cuarzo y el feldespato han cristalizado á la par incluyéndose uno á otro indistintamente, y la roca se llama entonces *pegmatita*, etc. El granito se altera principalmente por la descomposición de su feldespato, el cual se transforma en caolín. En Galicia, en muchos sitios se halla descompuesto hasta una profundidad de cincuenta pies y aún más. Se presenta como una roca eruptiva constituyendo colinas de forma gibosa, que se abren á traves de distintas formaciones, enviando venas á las rocas cercanas.

2—Pórpidos. Están compuestos de una masa fundamental microgranítica compacta en la cual yacen dispersos individuos de ortosa y cuarzo

Cuando la base porfídica es muy compacta y los cristales de ortosa bien definidos y de un color que contrasta bastante con el de ésta, la roca sirve de vistosa piedra ornamental, á causa del buen pulimento que admite. Se presenta en venas, diques y masas de intrusión, abundando entre las rocas paleozoicas de muchas regiones de Europa; en España lo hacen sobre todo en Sierra-Morena y en la cordillera Carpeto-Vetónica. Los Pirineos señaladamente en la provincia de Huesca, ofrecen también multitud de filones y diques de esta roca.

3—Traquita. Con esta palabra, aplicada en su origen á todas las rocas volcánicas modernas que producen al tacto una aspereza característica, se designa solo en la actualidad una especie litológica que consiste principalmente en sanidino con otros minerales como la plagioclasa, la augita y la hornblenda. Es una roca lávica difundida en erupciones de fecha terciaria y post-terciaria.

4—Basalto. Roca volcánica negra ó muy oscura, extremadamente compacta y de apariencia homogénea, fractura concoidea ó astillosa y cuyos componentes minerales solo pueden observarse al microscopio. Su materia fundamental aparece algo vitrificada. Suele presentarse en masas amorfas y columnares, en diques y venas y su origen es decididamente volcánico, reputándose como exclusivamente terciario ó post-terciario. En España abunda en la región volcánica de la Mancha.

5—Rocas vítreas. Desde las especies petrográficas que acabamos de mencionar, hasta las variedades totalmente vítreas, se presenta una serie de términos intermedios. Entre estas segundas son las más importantes y conocidas, la obsidiana y la piedra pomez.

II

ROCAS SEDIMENTARIAS

Esta gran serie abraza todas las rocas de origen secundario ó derivado, es decir constituidas con materiales fragmentarios que han existido previamente en la corteza de la tierra bajo otra forma. Ciertas rocas de éstas, han sido producidas por la acción mecánica del viento, otras por el movimiento de las aguas; algunas por el hacinamiento de restos enteros ó fragmentarios de plantas y animales; y por último las hay formadas por la acumulación de los productos sólidos incoherentes arrojados por los volcanes.

1—Rocas arenosas. Con esta denominación se estudian todos aquellos materiales sueltos, producidos por la desintegración de los agentes superficiales sobre las rocas silíceas principalmente, y agrupándose en capas por su tamaño y densidad relativas; de aquí la disposición estratificada, característica de estas rocas sedimentarias. Las principales son las siguientes: *tierra vegetal*, producto de la descomposición de las rocas y de la destrucción de plantas y animales, variable por tanto según la naturaleza de la roca que yace debajo: *arenas*, *gravas*, *cascajo*, *canchales* y *cantos erráticos*, de tamaño variable hasta el de una casa y de forma redondeada ó angulosa, que

han sido transportados por el aire y el agua, pudiendo reconocerse el sitio de su procedencia por su naturaleza mineralógica y por el camino recorrido. Estos materiales sueltos, han podido después ser cementados, constituyendo los denominados *conglomerados*, como son las *brechas* y *pudingas*; las primeras formadas de fragmentos angulares y no desgastados, producto de la acción de la atmósfera, con poca ó ninguna intervención del agua corriente: en las *pudingas*, los guijarros fueron redondeados antes de ser trabados por las corrientes de agua; las *areniscas* ó *asperones*, originados por consolidación de las arenas y cuyo elemento puede ser muy variable, ferruginoso, arcilloso, calizo, etc; son ásperos al tacto, bastante duros y poco tenaces, pudiéndose emplear para la construcción, principalmente la variedad *rodano*, y como piedras de afilar otras: *cuarcita*, de estructura granular, formada en un principio de arena cuarcífera casi pura, cuyos granos han sido deformados y unidos mediante un cemento, producido probablemente por la acción disolvente del agua termal sobre los granos de cuarzo. Otras son compuestas de un sedimento arcilloso, producido por la destrucción de las rocas, principalmente de los granitos y otras rocas feldespáticas, como la *arcilla* ó *barro*, *caolin*, *tierra de pipas*, de *ladrillos* y de *bataneros*.

Las rocas volcánicas fragmentarias, resultan igualmente de la pulverización de las rocas correspondientes, son masas de lava de tamaño variable así como también su estructura. Las *bombas* porciones de lava, de forma redondeada, angular ó indefinida y con frecuencia huecas en su interior; el *lapilli*, fragmentos de lava proyectados por los volcanes, cuyo tamaño varía desde el de un guisante al de una nuez; la *arena* y *cenizas volcánicas*, los *conglomerados volcánicos*, son términos correspondientes á las sedimentarias.

III

ROCAS METAMORFICAS

Quinto 182
1—Rocas metamórficas. En esta sección, se comprende una serie de rocas, con marcada tendencia á la estratificación, pero cuyo caracter se ha producido con posterioridad á su formación durante el metamorfismo de la roca y suelen tener casi todas ellas caracter más ó menos cristalino. Como tipos principales son las siguientes: *pizarras arcillosas*, son arcillas sedimentarias que bajo la influencia de los agentes metamórficos se deforman, recrystalizan, cargándose de abundantes minerales secundarios, como la mica, en cuyo caso adquiere un brillo marcado y entonces se llama *filita*; las *pizarras piroxénicas* y *anfíbólicas*; la *talcita*, agregado pizarroso de escamas de talco con otros minerales; la *micacita*, importante roca que consiste en un agregado pizarroso de cuarzo y mica. El *gneis*, cuyos principales componentes son los del granito pero con tendencia en su disposición relativa á la hojiosidad, muy abundante en nuestra península en Sierra de Guadarrama y Galicia y sobre todo en la primera.

2—Rocas de origen extra-terrestre. Con frecuencia se repite el fenómeno de caer sobre la tierra masas pétreas y de hierro, á veces consi-

derables, precediendo á la caída durante la noche un fenómeno luminoso y durante el día una pequeña nube. La velocidad que anima al meteoro á su entrada en la atmósfera asciende á cuatro ó más millas por segundo, que corresponde á aquella con que se mueven los planetas en el sistema solar. Los fenómenos en medio de los cuales se realiza esta caída se explican del modo siguiente: A causa de la enorme velocidad con que estos cuerpos cósmicos, conocidos con el nombre de *meteoritos*, penetran en la atmósfera, el aire es fuertemente comprimido, adquiriendo una elevadísima temperatura, que se transmite á la superficie del meteorito, produciendo una fusión parcial; el aire que se dilata pasada la compresión proyecta gotitas y este es el origen de la costra fundida que presentan. La resistencia que opone al meteorito el aire comprimido, produce en él un trabajo, y por tanto una disminución de la fuerza viva que le anima, hasta que se extingue el movimiento progresivo por la reacción del aire comprimido. En este momento el meteorito se detiene, y de aquí cae á la tierra según las leyes de la gravedad. En el momento de su detención, por una parte el aire comprimido delante de él se dilata, y por otra se llena repentinamente el vacío que dejaba detrás, de lo cual nace la detonación violenta.

Su tamaño casi siempre es pequeño y algunos caen en forma de polvo menudo y su forma no es regular, sinó accidental, con aristas casi siempre redondeadas por sufrir una semifusión parcial. Las especies mineralógicas que los constituyen, son con muy raras excepciones idénticas á las conocidas en la tierra.

La procedencia y origen de los meteoritos solamente se puede sospechar y dar no más que con alguna verosimilitud, suponiendo con Daubrée que derivan de uno ó más cuerpos celestes, semejantes por su estructura á la tierra, pues se podrían reunir todos estos fragmentos en una masa, dispuestos en el interior los más pesados, con un núcleo, probablemente metálico, que sería de hierro, y cuyos fragmentos habrían sido proyectados por la actividad volcánica, y continuarían dispersos girando por los espacios interplanetarios, llegando los mayores y más pesados á la tierra en determinadas condiciones, mientras que los más pequeños y ligeros quedarían esparcidos por la atmósfera, dando origen al fenómeno de las estrellas fugaces.

A continuación damos una lista de las caídas de meteoritos acaecidas en España:

Sigena (Aragón)	17 Noviembre	1773	1880 gramos
Berlanguillas (Burgos)	8 Julio	1811	Museo de París
Barea (Logroño)	4 Julio	1842	2250 gramos
Nulles (Tarragona)	5 Noviembre	1851	7862 »
Oviedo	5 Agosto	1856	46 »
Molina (Murcia)	24 Diciembre	1858	144000 »
Cañellas (Cataluña)	14 Mayo	1861	500 »
Sevilla	1 Noviembre	1862	92 »
Cangas de Onís (Oviedo)	6 Diciembre	1866	403 »
Murcia	18 Agosto	1870	520 »
Roda (Huesca)	Primavera	1871	Museo de París
Guareña (Badajóz)	20 Julio	1892	
Madrid	10 Febrero	1896	Varios ejemplares

IV

PARTE TERCERA—Geología dinámica

1—Generalidades. Con este nombre se designa el estudio de los *agentes* que en el transcurso del tiempo modifican el relieve, así como la composición de los materiales terrestres. Todos los fenómenos atmosféricos que son asunto de la Meteorología, el geólogo los estudia en cuanto influyen en la modificación de la corteza. Además de estos agentes externos ó *exógenos*, existen otros internos como los que producen los fenómenos volcánicos y los terremotos, á los que se dá el nombre de *endógenos*. Todos estos agentes, vienen produciendo modificaciones físicas y químicas en las rocas, cuya obra es de destrucción en unos casos y de creación en otros, ó más bien, empiezan por demoler y acaban por edificar. Se ha dicho aunque con impropiedad que de todos los factores geológicos el más importante es el tiempo, expresando con esto, los grandes períodos que aquellos necesitan para producir hondas modificaciones y cuya duración no podemos concebir, acostumbrados como estamos á contar por años los acontecimientos de nuestra vida y precisamente por esto mismo, los antiguos geólogos que no se habían penetrado de la duración indefinida de las causas modificadoras, no podían comprender cómo agentes tan insignificantes como la gota de agua que golpea la piedra, que rueda por la pendiente, ó que penetra en las grietas de las rocas, acaba por demoler montañas, fabricar maravillosas cuevas de estalagmitas, etc., y presenciando las huellas de estos trabajos gigantescos suponían que la naturaleza había desarrollado de tiempo en tiempo energías extraordinarias produciendo cataclismos espantosos.

La tierra no se encuentra hoy en el mismo estado que en épocas primitivas, como lo demuestra el estudio de los seres que vivieron en ella, pero esto no consiste en que las causas modificadoras hayan sido distintas en aquellos períodos que en la actualidad. De esta suerte la superficie de la tierra, uniforme primitivamente se ha ido diversificando, pasando de un estado homogéneo á otro heterogéneo, constituyendo esto, en realidad, la vida del globo.

2—División de los agentes geológicos. Para estudiar los factores originarios de dichas transformaciones, es preciso considerarlos aisladamente, por más que en la naturaleza todos obran de un modo simultáneo y los podemos clasificar del modo siguiente:

Agentes geológicos.	. { Meteorológicos. . {	Externos.	. { Atmosféricos.
			. { Acuosos.
		Internos.	. { Eruptivos.
			. { Orogénicos.
			. { Biológicos.

I.—AGENTES ATMOSFÉRICOS

1—Acción demoledora del aire. La acción geológica de la atmósfera depende en parte de su composición y en parte de sus movimientos: estos son debidos á las variaciones en la distribución de su presión ó densidad.

Las contracciones y dilataciones que á consecuencia de los cambios de temperatura experimentan las rocas diariamente, hace que se hiendan lanzando fragmentos angulares hasta de 200 libras de peso, como ha observado el doctor Livingstone en Africa, y el Sr. Calderón ha estudiado un proceso análogo en Andalucía, debido á la acción de las heladas. El viento sobre todo es el que realiza ó completa la acción geológica del aire, pues en circunstancias variables el transporte eoliano de los granos de arena, puede producir una denudación importante en el transcurso del tiempo. Además, los granos de arena en su rápido movimiento, obran como una lima desgastando la superficie de las rocas ó puliéndolas como lo están los antiguos monumentos egipcios expuestos á la corriente de arena del desierto de Libia. La acción continuada de estas causas sobre una misma área, produce el descenso continuo de su nivel general y el alzamiento de otras á las cuales es transportado el polvo, pudiendo serlo también por los ríos y corrientes que pueda haber en el trayecto.

2—Acción edificadora del aire. Estas arenas que son transportadas por el viento á veces en forma de polvo fino, se acumulan sobre otros terrenos produciendo capas de un gran espesor, á veces hasta de 8000 pies, tal como se observa en la China y otras regiones con los depósitos de *loees*, de origen indudablemente eoliano; así también se forman las *tierras vegetales*, creciendo sobre ellas las plantas y merced también al agua de lluvia son fijadas y forman un suelo muy diverso de las rocas subyacentes. En el emplazamiento de los antiguos monumentos y ciudades, se ve impresa la acción constructora de la atmósfera y puede medirse de un modo aproximado, tal como ocurre en Nínive, Babilonia y otros muchos sitios de Oriente, donde existen lomas que el hombre no ha tocado durante mucho tiempo.

El viento elevando continuamente arena, la va empujando hacia adelante, apilándola en montones y barreras llamadas *dunas*, *medanos* ó *arenas voladoras*; allí donde reinen habitualmente vientos que soplen en una misma dirección, y si se encuentran en ellos arenas abundantes, son parajes abonados para producirse estas formaciones, tal como ocurre en muchas playas marinas ó las de lagos muy dilatados, y en los grandes desiertos del Sahara, Arabia, llanuras del Arizona, etc.

En las comarcas tropicales, se observa á veces un fenómeno curioso, vulgarmente conocido con el nombre de *lluvia de sangre*, consistente en el acarreo de materias pulverulentas á las altas regiones de la atmósfera, y su precipitación después en forma de niebla roja, polvo marino y del siroco, como allí se llama.

II.—AGENTES ACUEOS

León 192

1—Agua, Generalidades. Entre todos los agentes modificadores de la corteza terrestre, es el agua con notoria supremacía el más importante de todos. Sabemos que existe en sus tres formas bien conocidas, á saber; gaseosa, como vapor invisible; líquida, como agua y sólida, como hielo.

El vapor de agua es uno de los componentes característicos de la atmósfera, vastas cantidades de él se elevan continuamente de la superficie del mar y de los continentes, condensándose después y cayendo por fin á la superficie de la Tierra en estado líquido, constituyendo la lluvia, y sólido la nieve ó el granizo. Parte de esta agua se eleva nuevamente en la atmósfera y otra circula por la superficie en estado de arroyos y ríos, ó se infiltra hacia el interior de la corteza para surgir más tarde en forma de manantiales. En este vasto sistema de circulación, perpetuamente renovado, no hay una gota de agua que no coopere á los cambios de la faz de la Tierra. El vapor que asciende al aire es químicamente puro, pero el líquido que vuelve al mar conducido por los ríos va cargado de diferentes materias que ha recogido en su trayecto aéreo, en las rocas y en la superficie del suelo. Esta obra de acarreo tiene que haber producido hondas modificaciones en el transcurso de los siglos, inducción que se funda en lo que podemos comprobar por la observación actual.

2—Acción química del agua de lluvia. Los efectos de este meteorito son de dos clases que examinaremos sucesivamente; *químicos* y *mecánicos*.

La acción química de la lluvia sobre los suelos y las rocas, depende en gran parte de la naturaleza y cantidad de las substancias recogidas por ella en el aire y en su descenso á la Tierra, pues absorbe un poco de aire, el cual siempre contiene ácido carbónico, oxígeno, ácido nítrico, etc. y tan pronto como el agua de lluvia cae en el suelo comienza á disolver otras materias é impurezas, además de las mencionadas, enriqueciéndose considerablemente con ácido carbónico y materia orgánica. Con estos elementos y merced á la porosidad de todas las rocas, el agua puede operar una serie de trabajos químicos que consisten en oxidaciones por la acción del oxígeno, transformando los óxidos en peróxidos y los sulfuros de los metales cambiando en sulfatos. La lluvia se incorpora un agente reductor en la materia orgánica, ejerciendo transformaciones, opuestas á las anteriores. El agua disuelve directamente algunas rocas, pero en la mayor parte de los casos las disoluciones se realizan merced al ácido carbónico; así se explica que en poblaciones populosas, con abundantes chimeneas de fábricas, las inscripciones en el mármol se hacen ilegibles al cabo de medio siglo. Las aguas meteóricas operan además la transformación de muchos silicatos en carbonatos de las mismas bases con eliminación de sílice; el feldespato es así descompuesto y volviéndose pulverulento se transforma en Caolín; otros minerales anhidros, se hidratan y ponen en condiciones abonadas para cambios ulteriores, pudiendo mencionarse la transformación del óxido férreo en limonita.

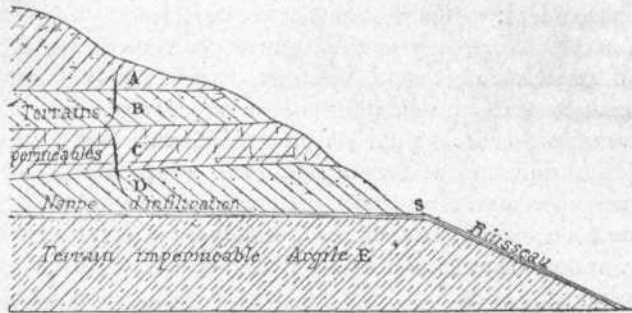
Toda la obra demoledora de los agentes meteóricos sobre las rocas de la superficie se llama vulgarmente y de un modo colectivo *intemperie*, dependiendo ante todo de las condiciones metereológicas del país, por más que influyan en ellas la composición, textura y estructura de las rocas, pues la homogeneidad mecánica y química de las mismas es un factor que favorece su inalterabilidad, más que la dureza. Casi siempre la transformación comienza por la superficie, junturas ó grietas, marchando hacia el centro en forma de zonas concéntricas ó planos paralelos. Ninguna roca presenta mayores variaciones en su alteración que el granito, pues en ocasiones resiste de tal manera, que solo se redondea en los bordes, al paso que en otras se descompone hasta una profundidad de 50 piés y más, como acontece en el cerro de San Martín de Montalbán (Toledo). Para terminar, diremos que la formación de las tierras vegetales es principalmente á consecuencia de la acción química de este meteoro, por más que esto se refiere á una serie compleja de procesos en los cuales toman también parte acciones mecánicas y los organismos vegetales y animales.

3—Acción mecánica de la lluvia. La acción mecánica de la lluvia, se asocia á la química en su obra demoledora de la superficie de las rocas, lavando las partículas que quedan en suspensión en los pequeños canales de lluvia ó empujándolas y acarreándolas. El poder y rapidez de esta acción no depende meramente de la cantidad anual de lluvia, sinó de la masa que caiga cada vez, pudiendo un solo aguacero transportar en pocas horas una cantidad inmensa de arena y barro. Además, la acción mecánica crece, como es natural, con la pendiente por la cual el líquido se precipita. Las raíces de las plantas sujetan la tierra vegetal; más á pesar de ello de un modo lento, las partículas del suelo van siendo conducidas por los arroyos á los ríos, presentando estos casi siempre sus aguas enturbiadas á causa del lodo que arrastran.

Una lluvia torrencial puede lograr el deslizamiento de piedras, peñascos y aun de cerros, suavizando y haciendo resbaladizo algún extrato de naturaleza arcillosa sobre el que éstos descansaran; tal aconteció en Arnedillo en abril de 1875, que fué estudiado y descrito por el Sr. Egozcue. La acción erosiva de la lluvia trabaja rebajando el nivel de la superficie del suelo; pero lo hace naturalmente de un modo desigual, pues si existen en el suelo partes más resistentes que lo general de aquel, van quedando aisladas como columnas. Igual efecto producen los palmitos en Andalucía, cuyas raíces espesas protegen la tierra del lavado, y hay pendientes suaves en que el campo está sembrado de columnas de dos y tres metros, coronada cada una por una maceta natural de palmito. Los ejemplos de erosiones semejantes son muy pintorescos, como ocurre en Monserrat y en la *ciudad encantada*, cerca de Cuenca, pues parecen construcciones, murallas derruidas de colosal tamaño, arcos con sus ventanas, pilares enteros ó rotos y el suelo sembrado de ruinas de las formas más caprichosas.

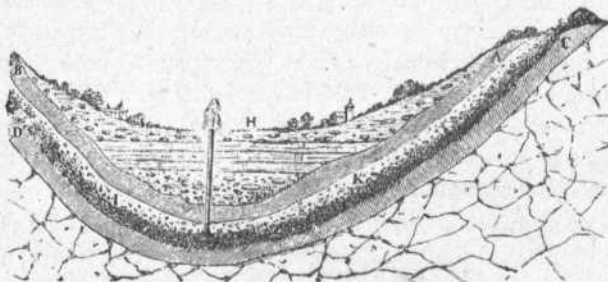
4—Acciones mecánica y química del agua subterránea. Una gran parte de la lluvia que cae al suelo se penetra y desaparece de la

superficie; el resto corre en forma de filetes, arroyos y ríos hasta parar en el mar. Examinaremos primero la obra del agua que se infiltra. Siendo porosas todas las rocas y ofreciendo siempre grietas ó junturas, se está infiltrando continuamente el líquido hacia el interior no pudiendo precisar hasta que profundidad; cuando encuentra acceso, surge nuevamente á la superficie en forma de *manantiales* (fig. 18) pudiendo ascender por el conti-



(Fig. 18)—Manantial que surge por el punto S por encima de una capa impermeable, habiéndose filtrado el agua por las capas permeables A. B. C. y D.

nuo relleno en el punto de infiltración ó por presión hidrostática. Por efecto de la diversa porosidad de las rocas, unas contienen mucha más agua que otras. Corriendo las subterráneas á lo largo de las capas más porosas, buscan su camino en pendiente, hasta pasar bajo otras impermeables. Se acumulan así en las porosas, y si hallan una estrecha salida para la superficie á través de las otras, pueden surgir en alto á modo de surtidor. Tales son los llamados *pozos artesianos*, (fig. 19), nombre que procede de Artois,



(Fig. 19)—Pozo artesiano. A. B. y C. D., capas impermeables. K, capa permeable donde se halla contenida el agua. H, superficie del terreno

antigua provincia francesa, donde éstos se vienen utilizando desde época inmemorial. Los manantiales surgen á temperaturas que varían desde 0° á 100° c: los primeros derivan de los hielos y las nieves de las altas montañas, al paso que los segundos, deben su temperatura á los agentes volcánicos y se llaman *aguas termales*, no siendo raro encontrarlas distantes de aquellas, como las celebres Burgas y el surtidero de Orense; en casos semejantes los manantiales deben surgir de una considerable profundidad.

Todos los manantiales, incluso los de agua más diáfana, contienen gases disueltos y materia sólida sustraída de las rocas que han atravesado. Todas las consideraciones apuntadas tratando de la acción química de las aguas superficiales, pueden aplicarse á las profundas, y las mismas causas aumentan su energía química, pues en estas obran á veces además la presión y la temperatura acrecentando sus efectos disolventes.

Podemos clasificar en tres grupos los resultados de la acción química de las aguas subterráneas; alteración de las rocas, formación de depósitos y fraguado de cavidades. El agua que se infiltra produce en las rocas subterráneas los mismos efectos que hemos dicho originaba la lluvia sobre las exteriores, como son una prueba los restos orgánicos petrificados, la abundancia de venas de cuarzo y calcita que atraviesan ciertos terrenos. En punto á depósitos químicos, el más abundante es el carbonato cálcico, y como esta substancia es removida y repositada por las aguas, se esclarece por la formación de las conocidas *estalagmitas* y *estalagmitas*, sobre el techo de las cavernas naturales. Cada gota que se infiltra por el techo principia á evaporarse y á desprender ácido carbónico y entonces el exceso de bicarbonato que ya no puede retener, se deposita alrededor de sus bordes como un anillo. Las gotas sucesivas originan anillos que crecen en un largo tubo colgante y llegando al suelo puede convertirse en un pilar macizo. Análoga explicación, pueden tener las *tobas* ó *travertinos* que se forman en los manantiales *petrificantes* ó *incrustantes*, así como también los depósitos de *hierro de los pantanos*.

Midiendo el contingente de material mineral que las fuentes sacan anualmente al exterior, se forma una idea aproximada de la magnitud de la obra eliminadora; como ejemplo podemos citar el manantial de San Laurent en Louéche, que deposita cada año 1.600 metros cúbicos de sulfato de cal disuelto. Sustracciones de esta naturaleza, obrando de un modo continuo, producen túneles, canales y cavernas; tal es el origen de las grutas, abundantes en todas las regiones calizas y notables algunas por su belleza y magnificencia como la de San Valerio en Mondragón (Guipúzcoa).

Las acciones mecánicas del agua subterránea, se refieren al hundimiento de terrenos por el arrastre de materiales, ó temblores de tierra debidos á los derrumbamientos de grandes cavernas subterráneas.

Sección 2.ª

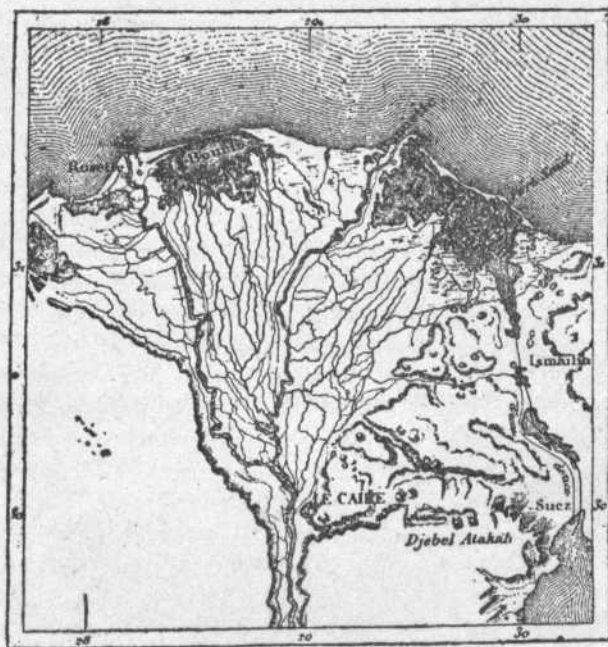
5—Arroyos, ríos y lagos. La acción geológica de las corrientes es principalmente mecánica, obrando como agentes de transporte, produciendo la erosión de sus canales y originando formaciones nuevas con los materiales acarreados.

Como agentes de transporte los arroyos y ríos actúan de un modo constante y eficaz. Las substancias transportadas pueden variar desde el polvo que enturbia el agua, hasta cantos de grosor muy variable, llamados *rodados*. Claro que la naturaleza del sedimento estará en relación con multitud de circunstancias como son la velocidad de la corriente, la naturaleza de la cuenca hidrográfica, el número de afluentes, el clima, etc.

El poder erosivo de los ríos se manifiesta desde luego, fraguándose sus propios cauces. Los granos y piedras que acarrean raspan las rocas del fondo

y laderas puliéndolas y agrandándolas. Una corriente que baja de las rocas elevadas puede compararse á un molino que esté en movimiento; los cantos y trozos angulares de roca desprendidos por el hielo y demás agentes atmosféricos acaban por caer bajo su acción; la arena fina y el barro son conducidos al mar. El río ahonda su canal en razón de las piedras que acarrea y de las pendientes porque desciende. De aquí los profundos precipicios porque corren muchos ríos de nuestra Península, como sucede al Tajo en las provincias de Guadalajara y Toledo. Los cambios abruptos en la estructura geológica ó en el caracter litológico de las rocas del cauce de un río, dan lugar á las *cascadas* ó *cataratas*, por el desigual desgaste de una roca dura y otra blanda que se hallan en contacto.

Los arroyos y ríos ejercen una obra edificadora desde que cesa su fuerza de impulsión. En el momento en que una corriente es bruscamente detenida, su poder de transporte disminuye y comienza á depositar el sedimento que contiene; así se forman dichos sedimentos que se denominan *aluviones*, en las partes cóncavas de las curvas en donde la fuerza de la corriente es mucho



(Fig. 20)—Delta del Nilo.

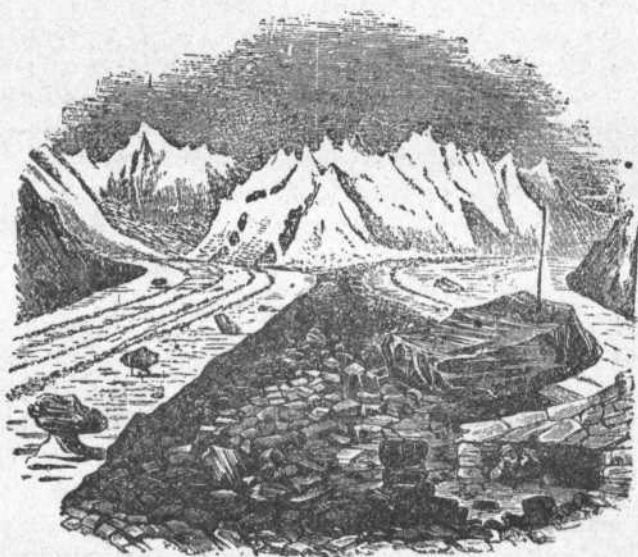
menor, originando bancos de arena llamados en España, *playas* y *playazos*. Otro caso en el que se forman aluviones es, en la desembocadura de los ríos en el mar, cuando anima á estos una velocidad suficiente. La grava, arena y arcilla que acarrean forman una *barra* ó *barrera* que obstruye la desembocadura.

Los griegos llamaron *deltas*, á la gran acumulación marítima que produce

el Nilo en su desembocadura, por la semejanza de su forma con la letra Δ , cuyo vértice estuviera dirigido hacia el río y la base al mar. Esta voz se ha generalizado después á todas las formaciones que reconocen el mismo origen. Consisten en una acumulación sucesiva de detritus, aportada del continente por un río hasta su desembocadura que, en parte por el desarrollo de la vegetación, y en parte por las crecidas del río, forman una planicie, en donde este se divide en brazos que se separan y establecen comunicaciones de unos á otros, dejando en medio islas de todos tamaños. En nuestro país el delta más considerable es el famoso del Ebro, y como típicos para el estudio en el extranjero el del Mississipi y el del Nilo. (*Fig. 20*).

Los lagos ejercen también funciones geológicas variadas y estas se refieren principalmente á la sedimentación química ó mecánica.

6—Hielos continentales. Glaciares. La nieve que cae en las regiones bajas ejerce muy escasa influencia geológica, pues más bien es un agente protector que destructor; únicamente cuando hiela, el agua de que están cargadas las rocas se congela, y como al mismo tiempo se dilata, por la acción repetida de este agente las tierras más compactas y duras se cuarteán, lo que favorece su meteorización. De otra manera causa también la nieve acciones destructoras, pues una pequeña masa rodando desde cierta altura, va engrosando en su descenso, llegando á hacerse voluminosa, destruyendo al precipitarse, casas, árboles y cuantos obstáculos halla en su camino. Tales son los *aludes* ó *avalanchas* de la Suiza y de otras regiones montañosas.



(Fig. 21)—Glaciar de Unteraar, con su canchal medio.

Cuando la nieve cae en una montaña en invierno, permanece allí sin fundirse hasta que el calor del estío la deshíela. Pero si la montaña es muy

elevada, este calor es impotente para realizar dicha obra y la cima permanece cubierta de un manto blanco, desde un límite llamado de las *nieves perpetuas*, y si nueva nieve viene á añadirse á la que ya existía, la presión hace expulsar el sobrante por una acción de empuje uniforme hacia los valles inferiores, convertida en una masa compacta que en Suiza denominan *névé*. Este río de hielo que sirve así de desagüe á los campos de nieve de las montañas se llama un glaciar (*fig. 21*). El glaciar se mueve realmente y merece con todo rigor llamarse *rio de hielo* como puede demostrarse prácticamente colocando una serie de jalones ó estacas en el hielo á través de un glaciar y se verá la analogía completa entre el curso de este y el de una corriente líquida, estando la diferencia entre ambos solamente en la velocidad. El hielo á pesar de ser muy fragil, se conduce como una materia plástica acomodándose á todas las desigualdades, en virtud del rehecho por el que vuelven á ser soldados nuevamente los trozos fracturados. En su descenso hasta el fondo del valle el glaciar transporta todos los fragmentos de rocas que pueden caer en su superficie, llevando una franja de estos restos y á veces de peñones voluminosos á ambos lados, acumulaciones que se conocen con el nombre de *morrenas* ó *canchales* laterales. En el punto en que el glaciar pasa á convertirse en un arroyo ó río, es impotente para arrastrar la carga de piedra depositada por el hielo y así también se encuentra en la terminación del glaciar una masa confusa de cantos conocida con el dictado de *morrena terminal*. Así mismo cuando dos glaciares vienen á encontrarse, las *morrenas laterales* se confunden y originan una serie de fragmentos que marchan por el centro del glaciar único; á esta serie se llama *morrena central*.

Los glaciares se parecen á los ríos, no solamente por ser ambos, medios de transporte de materiales sólidos, sinó además como agentes directos de denudación. El glaciar roe también sus orillas y su lecho; con los materiales que lleva en suspensión pule ó pone ásperas las rocas por donde pasa, siendo notables las estrías que produce sobre las piedras del terreno ó las que llevan los mismos cantos en una cara aplanada por efecto del frote. Esta forma es muy distinta y los caracteres de estos *cantos erráticos*, permiten reconocer la existencia de antiguos glaciares en regiones á que hoy no alcanzan. El señor Macpherson y el profesor Quiroga, malogrados hombres de ciencia, se ocuparon de descubrir la obra de antiguos hielos, de época cuaternaria en el sud de Andalucía y en la cordillera central de España respectivamente.

7 - Aguas oceánicas. El mar en cuanto es un agente geodinámico debemos estudiarle bajo dos aspectos, sus movimientos y su obra geológica.

Las oscilaciones de la masa líquida que constituyen las *mareas*, apenas son perceptibles en los mares interiores como el Mediterráneo y en los demás tiene una escasísima acción geológica. Otra clase de movimientos del mar, constituye las *corrientes*; bajo la superficie del agua cuya temperatura es la ordinaria de la localidad en que se observa, yace una vasta masa de agua fría, muchas veces inferior al punto de congelación del agua dulce. Este descenso de temperatura es consecuencia del movimiento del líquido de los polos hacia el ecuador y requiere para su compensación un movimiento inverso de retorno, el cual puede realizarse en la zona superficial del Océano.

El caso mejor conocido es el del *Gulf Stream*, vasto brazo de agua caliente que desde el Golfo de Méjico se extiende por las costas de Europa. Las olas pueden alcanzar una energía extraordinaria cuando son producidas por un furioso huracán, pudiendo desarrollar una presión de cerca de 1,000 kilogramos por pie cuadrado, pero esta clase de movimientos trascienden poco á la profundidad. Los hielos marinos de las latitudes circumpolares se desprenden en fragmentos rotos que flotan, llamados *icebergs*, esto es montaña de hielo. (fig. 22).



(Fig. 22)—Montaña de hielo ártica.

El mar, además de la acción reguladora que ejerce sobre la temperatura de los continentes tiene una acción erosiva muy trascendental pues trabaja mecánicamente por el movimiento de sus aguas, muy principalmente por la acción de las olas. Durante una tormenta se percibe á muchas millas de las costas el choque de los guijarros unos contra otros, al mismo tiempo que hieren y desgastan los acantilados contra los cuales se dirigen (fig. 23)



(Fig. 23)—Erosión marina, producida sobre la base de un acantilado, penetrando más allá que la parte superior del mismo.

También tenemos que considerar la acción del mar como medio de transporte y sedimentación. Por medio de sus corrientes, acarrean los océanos materiales suspendidos mecánicamente á distancias variables de la costa. Mucho sedimento fino es acarreado en suspensión por el mar á largas distancias de la orilla. El doctor Carpenter, ha hallado que las aguas del fondo del Mediterráneo están por todas partes

impregnadas de un barro extremadamente fino, derivado sin duda de los rios y costas.

Siendo los mares el receptáculo de todos los despojos que las corrientes continentales le acarrearán sin cesar, con ellos rellena sus depresiones, al paso que la tierra firme va rebajándose y perdiendo altura. Los depósitos del fondo de los mares, además de los que reconocen un origen orgánico, son de dos clases; unos químicos, que no son todavía bien conocidos y otros mecánicos; de estos últimos, unos están en dependencia inmediata con el desagüe continental y consisten en gravas y arenas de tamaño variable según la distancia de la costa y otros son los depósitos de la zona abismal, consistentes en arcillas rojizas y grises con finos granos de varios minerales, juntamente con restos de Protozoarios.

III.—AGENTES ERUPTIVOS

Unión 27^a

1—Generalidades. El resultado final hacia el cual tiende la acción de los agentes hasta aquí estudiados, sería un estado de equilibrio de las fuerzas naturales, que obran sobre la superficie terrestre, pero hay una causa que interviene periódicamente turbando este estado de equilibrio. Esta causa, tiene su origen en las profundidades del globo y de la misma manera que el calor solar es en último término la fuente de donde derivan las acciones externas, la energía calorífica propia del globo terrestre, es causa de los distintos fenómenos eruptivos de que nos vamos á ocupar, ó sea de los *volcanes*, *agentes hidrotermales*, y *terremotos*.

2—Volcanes. Productos volcánicos. La palabra *volcán*, designa una montaña ó colina cónica compuesta en todo ó en parte de materias eruptivas, por cuya cima y á veces por sus lados surgen intermitentemente vapores, cenizas y corrientes de roca fundida. El primer trabajo para la formación de un volcán es el fraguado de una grieta en la costra terrestre, y su forma cónica habitual resulta de la acumulación de los materiales arrojados en torno de la abertura. El vértice del cono presenta una cavidad en forma de copa llamada *crater* y en cuyo fondo está la terminación del túnel que comunica con el interior ó foco del volcán.

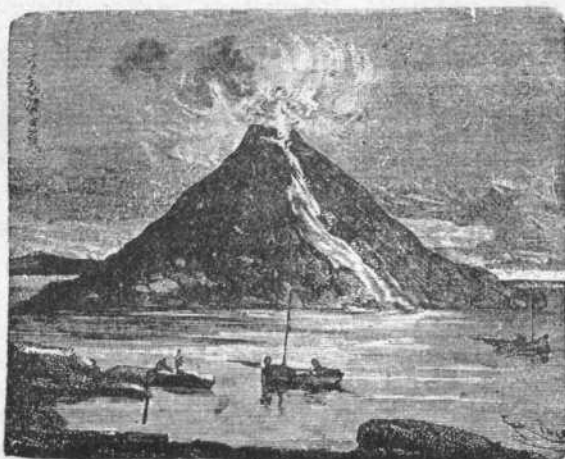
Las materias arrojadas por las aberturas volcánicas son vapores, cuya naturaleza depende del grado de actividad del foco volcánico, el agua que en las grandes erupciones surge en cantidades prodigiosas llegando á constituir el 99 por 100 de las materias vomitadas por la actividad volcánica, rocas fundidas que se denominan *lavas* y materias fragmentarias diversas, desde polvo, hasta cantos de distinta naturaleza; entre ellas se distinguen el *lapilli*, fragmentos diversos de tamaño variable y las *bombas volcánicas* redondeadas y que formaban parte de la lava ascendente que se ha consolidado en el exterior.

3—Acción volcánica. Desde los volcanes, como los terciarios de la Mancha y del cabo de Gata en España, de los cuales no se tiene noticia histórica de fenómeno alguno, hasta otros como el Cotopaxi en América, constantemente activo, se puede recorrer toda una serie de gradaciones en cuanto á dicha actividad volcánica. Atendiendo á esto, se suelen clasificar los volcanes en tres grupos, *activos*, *pasivos* y *extinguidos*.

En el intervalo entre dos erupciones, el volcán suele emitir algunas bocanadas de vapores, acompañadas muchas veces de descargas de polvo ó de piedras. Por las grietas puede verse en el fondo del cráter lava al rojo, que si posee un estado de liquidez grande, forma lagos hirvientes, como en el gran cráter del Kilauea donde la inmensa masa de lava fundida allí encerrada, puede surgir como una fuente é invadir los valles. La columna de lava que ocupa la chimenea del volcán se alza gradualmente hasta que encuentra un punto débil por donde escapar, ó la energía de los vapores acumulados es suficiente para quebrar la costa endurecida del fondo del cráter; dando lugar entonces al fenómeno de la erupción.

Las explosiones de un volcán pueden ser reguladas en gran parte por el estado de presión atmosférica en la zona en que este se asienta. El Strómboli es un barómetro para los pescadores de las islas de Lipari, los cuales saben que cuando se aproxima una tormenta, aumenta la descarga de vapores. Así como la presión atmosférica, puede influir también la cantidad de agua de lluvia caída en la estación.

La energía volcánica se manifiesta en muchos casos con más ó menos regularidad. El Kilauea por ejemplo, parece ofrecer un notable ejemplo de ritmo en sus grandes periodos eruptivos, pues según observa Dana, sus grandes derramamientos de lava se han repetido con intervalos de ocho á nueve años. Muchos volcanes, y el Vesubio por ejemplo, muestran una notable fase de paroxismo de actividad, produciendo una explosión gigantesca después de una larga calma.



(Fig. 24.) Volcán en actividad.

A las erupciones volcánicas preceden muchísimas veces ciertos fenómenos, la disminución de los pozos y manantiales, ruidos subterráneos á los que suceden pequeñas trepidaciones que, aumentando de frecuencia é intensidad, acaban por volverse tremendos terremotos. Los vapores surgen del crater cada vez con más abundancia, la lava se halla en agitación perpétua,

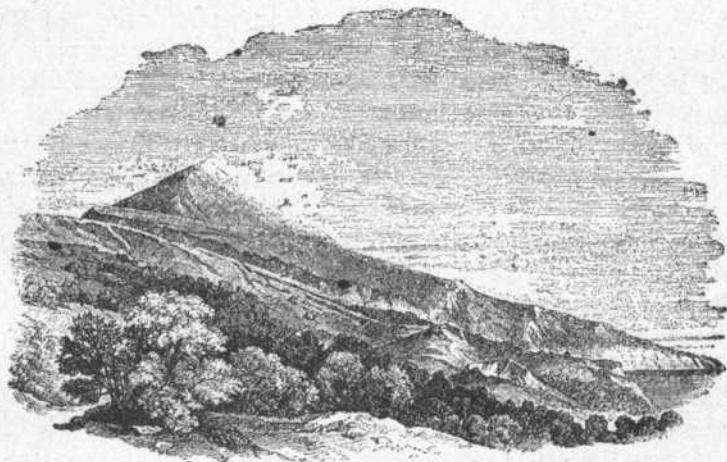
por el paso de estos vapores. La lava solidificada de la última erupción dificulta el ascenso de la nueva fundida, la cual, obrando contra las paredes, puede abrir en ellas nuevos cráteres ó vencer el obstáculo, determinando terrible explosión, con proyección de polvo y fragmentos; la lava corre como arroyos de hierro fundido, despidiendo nubes de vapor, pero poco á poco va siendo más lenta su marcha y menores sus desprendimientos, hasta que cesa de correr y en un periodo de tiempo variable, el volcán se tranquiliza. (Fig. 24).

4—Distribución de los volcanes. Limitándonos á la distribución de las aberturas activas actuales, que son aproximadamente unas 300, en ellas podemos notar los siguientes caracteres. En general los volcanes se asientan á lo largo de las costas de las cuencas oceánicas, particularmente siguiendo las líneas de las cordilleras que forman el relieve principal de los continentes, pero siempre en la proximidad al mar, ó también en los mismos pliegues que atraviesan dichas cuencas oceánicas. La disposición dominante, es la de series á lo largo de líneas, como los de la cadena de los Andes. Otra zona notable de aberturas volcánicas ciñe el globo desde la América central al E. por las Azores y Canarias al Mediterráneo, de aquí al mar Rojo, y á través de las cadenas de islas del S. del Asia, va á Nueva Islandia y al corazón del Pacífico. Otras veces la disposición linear es reemplazada por la de grupos, como en Italia.

En España no faltan manifestaciones de esta clase: tales son, la gran erupción de basaltos de la Mancha, que continúa en la Serranía de Cuenca y en la provincia de Zaragoza, formando una línea normal á la gran falla del Ebro; otra paralela á ella se extiende por el cabo de Gata, hasta Olot en Cataluña.

5—Causas de la energía volcánica. No ha recibido todavía una solución satisfactoria el gran problema, perseguido con tanto tesón, del *modus operandi* del calor interno del globo en la acción volcánica. Si ésta fuera meramente la expresión de la intensidad del calor, debiera haberse manifestado de una manera mucho más poderosa en los periodos primitivos; y parece todo lo contrario. La idea de una costra relativamente delgada que envuelve á una masa interior fundida, surge como un medio de explicar los fenómenos volcánicos, suponiendo la existencia de lagos de lava líquida bajo la costra y á una inmensa profundidad. Otros han apelado á la influencia de la contracción secular del globo, la cual es más intensa en la zona externa que en el interior, resultando de ella la expulsión de los materiales fundidos de la profundidad por las partes débiles de la costra terrestre; tal puede servir de ejemplo, inmensas áreas cubiertas por mantos de materias volcánicas como es el gran semicírculo de erupciones que corre de la Francia central por el Eifel y Bohemia hasta Hungría. Pero la forma explosiva del volcanismo, responde evidentemente como causa próxima, á la fuerza expansiva del vapor de agua disuelto en el magma fundido del que procede la lava. En lo que aún no están de acuerdo los geólogos es, en si estos vapores formaban parte de la constitución primordial del interior del globo, ó si son nuevas penetraciones del agua del mar ó de los ríos de la

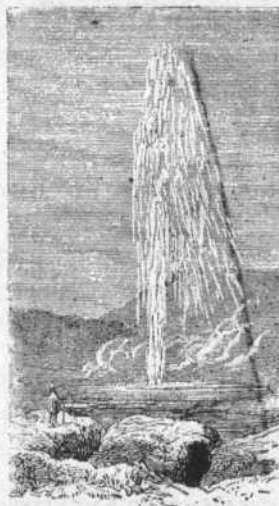
superficie como parece comprobarlo la abundante sublimación de cloruros que la acompaña y en la situación costera ó marítima de los volcanes, y pensar que está en el mar el origen de los vapores que éstos desprenden, suponiendo que hay en la corteza terrestre reservorios de roca fundida á los que llegue el agua infiltrada sin poder escapar por canales, siendo absorbida por el magma en condiciones de alta presión y temperatura, hasta que, excedido el grado de esta solubilidad, se abran paso los vapores al exterior produciendo una erupción.



(Fig. 25).—Vista del pico de Tenerife y de su erosión costera.

En definitiva, nuestro conocimiento actual sobre el proceso volcánico es todavía rudimentario y ha de pasar mucho tiempo antes de que estos problemas obtengan una solución completamente satisfactoria é incontrovertible.

6—Agentes hidrotermales. Existen ciertas fuentes eruptivas que emiten agua caliente y vapor, en forma de surtidor, á lo que alude el nombre de *geiseres* (fig. 26) que llevan en Islandia, que es donde se conocieron y describieron primeramente estos maravillosos fenómenos. Otros se han descubierto después en Nueva Zelanda, y quizás los más notables en las Montañas Rocosas (A. N.) En esta singular región, el suelo en ciertas extensiones está acribillado de comunicaciones, por las que surge agua hirviendo y en vapor, con intermitencias variables y cuyo proceso es sin duda alguna debido al aumento continuo de temperatura del agua del interior del canal hasta un momento en que alcanza una fuerza de



(Fig. 26).—Geiser de Islandia.

tensión igual al peso de la columna que la oprime, y entonces pasa súbitamente á vapor, lanzando con enorme fuerza el agua contenida en el tubo.

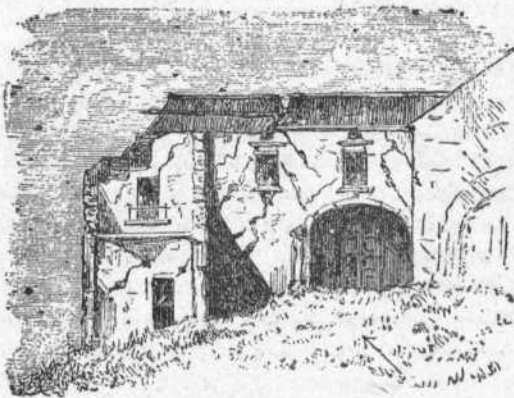
Existen también ciertas colinas cónicas denominadas *volcancitos*, *salzas*, *macalubas*, formadas por la acumulación de un barro salino que con varios gases es despedido intermitente ó continuamente por un orificio central, debiéndose el quimismo de estos volcancitos según el Sr. Calderón, á reacciones entre la materia orgánica encerrada entre las arcillas y las rocas vecinas ricas en sal común y otras sales, como lo ha probado en su estudio acerca de las *charcas* ó volcanes fangosos de Morón.

Cuando decrece la actividad de un volcán, solamente desprende emanaciones volátiles, quedando reducido al estado solfatariano, procediendo el nombre de la conocida *Solfatara* de junto á Nápoles, que desde su última erupción limita su energía á emitir gases y vapores sulfurosos. En Italia, existen otros muchos ejemplos de lo mismo en sus antiguos volcanes, los cuales se llaman allí *soffioni*, aludiendo á los surtidores de gas que emiten, entre ellos hidrógeno sulfurado y ácido carbónico. En otras, el gas es dióxido de carbono, que surge directamente de las rocas ó acompañado de agua, frecuentemente fría, y entonces se llaman *mofetas*, como es el famoso valle de la muerte en Java, consistente en una depresión profunda, cubierta de vegetación y en donde encuentran la muerte los animales que bajan allí buscando un abrigo.

Otra clase de emanaciones gaseosas es la de los hidrocarburos volátiles que constituyen los pozos ardientes bien conocidos del Caspio y en Mesopotamia.

Sección 12.ª **Terremotos.** La palabra *terremoto* indica una sacudida subterránea natural, desde un ligero temblor, á un choque perceptible ó de intensidad capaz de derribar las casas, dislocar rocas y producir derrumbamientos. Pa-

rece como que se originan en un foco á profundidades variables, pero siempre muy superficial en relación al radio terrestre y cuya impulsión se propaga en forma de ondas sísmicas (*Fig. 27*) unas veces concéntricas, otras veces á lo largo de los flancos de las cadenas montañosas, alcanzando un área variable, desde una mera trepidación local hasta alcanzar las proporciones de la gran catástrofe de Lisboa en 1755, que se extendió hasta la Escandinavia y

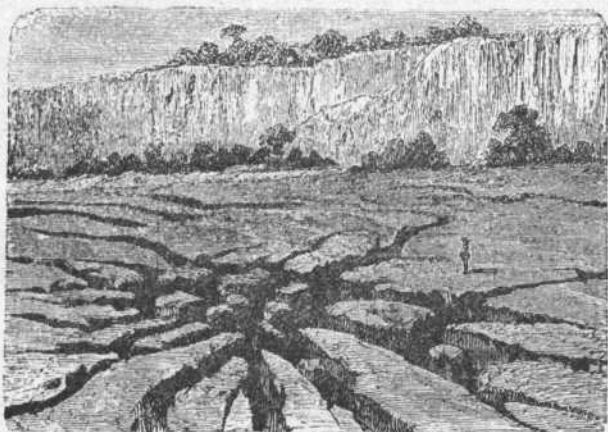


(Fig. 27)—Muros cuarteados por un terremoto que ascendió á la superficie en la dirección que indica la flecha.

Norte América. Los terremotos de Andalucía de 1884-85, se percibieron con distinta intensidad en Alemania é Inglaterra. La velocidad de propaga-

ción es muy variable, desde unos 500 pies hasta 9000 por segundo. El número de sacudidas y la duración de los intervalos entre unas y otras varía indefinidamente en los terremotos: el de Caracas destruyó las Iglesias de la población y causó la muerte de 10.000 habitantes en medio minuto próximamente; Lisboa fué derribada en cinco minutos. El terremoto de Andalucía tuvo tres tiempos de intensidad diferente y sin solución de continuidad que duraron unos diez segundos próximamente, y durante todo el año, y aun el siguiente, se han seguido sintiendo trepidaciones en la región en que produjo el fenómeno tanta desolación y ruina.

Los efectos geológicos también son muy variables; canteras de roca desprendida y que ruedan por las pendientes, simas en el suelo, los cursos de los ríos y los manantiales pueden sufrir hondas perturbaciones; en Cala-



(Fig. 28) - Fisuras producidas por un terremoto en Calabria,

bria se produjeron notables cavidades circulares, (*fig. 28*); otras veces son fracturas curiosas del suelo en las cuales un lado queda permanentemente á un nivel mucho mas alto que el otro.

Los terremotos que se producen bajo el mar son á veces sensibles y en ocasiones altamente destructores. Olas inmensas vienen á romper en las orillas, arrastrando las rocas de éstas hasta inmensa distancia; una de estas fué la que destruyó enteramente el puerto del Callao, en que algunos navíos fueron arrojados por encima de las casas y lanzados al interior de la tierra, 4 kilómetros más allá de la costa. Una ola inmensa asoló toda la costa de Java en 1883, destruyendo tres ciudades populosas y haciendo perecer á más de 40,000 habitantes.

Varias causas pueden producir esta clase de fenómenos. En las regiones volcánicas su conexión con la fuerza elástica del vapor es cosa manifiesta. Otra causa de perturbaciones en la corteza terrestre, es, la ruptura de las rocas bajo la intensa acción de la contracción desigual del globo, el hundimiento del techo de una cavidad subterránea puede ser origen de fenómenos

locales y hasta las influencias y cambios externos no pueden menos de trascender á las regiones profundas.

IV.—AGENTES OROGÉNICOS

1—Oscilaciones de la corteza terrestre. Además de los movimientos más ó menos violentos debidos á los choques subterráneos, la corteza del globo parece experimentar en muchos parajes oscilaciones de un caracter uniforme y tranquilo, por cuya virtud se producen elevaciones ó descensos. Ordinariamente estos cambios suelen ser tan graduales, que no producen alteración apreciable en el aspecto del suelo á que afectan, y solamente ser comparables en el trascurso de muchas generaciones y por medio de medidas cuidadosas. En las costas es donde únicamente pueden realizarse éstas, por proporcionar el nivel del mar una línea de referencia relativamente invariable.

Los geólogos invocan como pruebas distintivas de alzamientos y hundimientos de tierras algunas circunstancias como las siguientes. La presencia de organismos muertos, como animales litorales que se adhieren á los cuerpos sumergidos, y las cavidades producidas por los moluscos perforantes, tal sucede en las ruinas del templo de Serapis, cerca de Nápoles. Las cuevas producidas por erosión marina que se extienden en línea á bastante altura sobre el mar, acusan evidentemente un cambio de nivel. Las *playas levantadas*, (Fig. 29.) proporcionan una de las pruebas más fehacientes de



(Fig. 29).—Vista de una línea de acantilado antiguo, perforado en la base por cuevas y limitado por delante por una playa levantada.

los cambios de nivel, fenómeno frecuente en la costa N. de nuestra península, como acontece en Santoña, Avilés y Ondarrua. Los restos orgánicos de vida aérea sumergidos bajo el mar dan testimonio de hundimientos de las costas; los *bosques sumergidos* del N. de Francia, en que los árboles con sus raíces y restos de ramas, y aun á veces de hojas, se conservan en la posición que tenían en vida.

Los *fjord* ó lagos salados de Noruega, corresponden á depresiones de bastante profundidad en que terminaba la tierra y después se sumergieron. Por último, las construcciones humanas atestiguan muchas veces el hundimiento de porciones costeras. En San Sebastián y en las inmediaciones del castillo, afirman ver los pescadores los días en que el agua se halla clara, grandes ruinas de murallas y una por-

tada colosal á la parte del mediodía; pero donde aparecen más evidentes las ruinas es en la isla de Sancti Petri, las cuales son restos del famoso promontorio en que se hallaba situado el gran templo de Hércules.

La causa principal á la que los geólogos atribuyen estas variaciones de nivel y los arrugamientos de la superficie terrestre es el enfriamiento secular del globo y la consiguiente contracción de la costra que no se produce con uniformidad en toda la superficie del planeta. Dichos arrugamientos han llegado á constituir grandes cordilleras como los Alpes, Pirineos, Andes, etcétera, pues sabemos positivamente que, hasta sus más altas cumbres están constituidas por rocas de origen sedimentario encerrando restos petrificados de seres que viven en el fondo de los océanos; tal es el origen de las cordilleras.

V.—AGENTES BIOLÓGICOS

Unión 23^a

1—Generalidades. Entre los agentes que en los procesos actuales del globo, como en épocas anteriores, contribuyen poderosamente á realizar los cambios geológicos, figuran ocupando importante lugar, los organismos vivos. Sirven de vehículos para las emigraciones de la atmósfera al mundo mineral, descomponiendo el ácido carbónico del aire, y así han almacenado entre las capas vastos volúmenes en forma de carbones vegetales. Extraen de la tierra, sustancias minerales, que son nuevamente incorporadas al mundo telúrico, para entrar otra vez en nueva circulación.

Desde el punto de vista geológico, la acción de la vida orgánica en el globo puede considerarse bajo tres aspectos: como destructora, como conservadora y como creadora.

2—Acción destructora de los organismos. Las plantas promueven de muchas maneras la desintegración de las rocas, pues manteniendo húmedas las superficies facilitan la acción de los disolventes, al mismo tiempo que por la muerte de los vegetales se origina el *humus*, sustancia que contiene distintos ácidos y que por su tendencia á la oxidación ejerce un poderoso papel reductor; así convierte los sulfatos metálicos en sulfuros y se produce la decoloración de los materiales teñidos por el óxido de hierro.

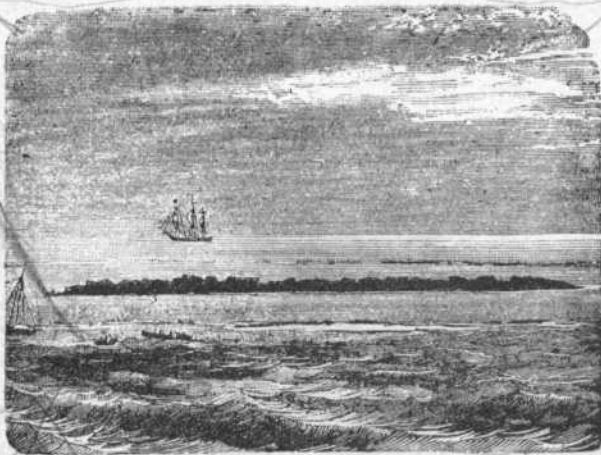
Penetrando las raíces por entre las junturas de las rocas, producen dos efectos importantes; en primer lugar cuarteán las lajas de piedra, como se observa en las ruinas de los edificios antiguos; en segundo lugar abren el suelo y el subsuelo hasta una profundidad mucho mayor de lo que pudiera parecer á primera vista.

Por modo análogo influyen los organismos animales en el proceso destructor del globo, removiendo la superficie del suelo como ha probado Darwin que lo hacen los gusanos de tierra. Los mamíferos minadores, así como varios moluscos y equinodermos, contribuyen á la obra de remoción del suelo y de las rocas por los agujeros que practican facilitando la entrada del agua y acelerando su descomposición.

3—Influencia protectora de los organismos. Las formaciones de turba, las costras de líquenes y los bosques y malezas, defienden el suelo,

particularmente las pendientes, de la acción erosiva de la lluvia en lo cual se funda, principalmente, la utilidad de los montes. Reclus ha probado que la población disminuye en muchos casos, en la misma proporción en que se talan los montes. Otras plantas actúan enlazando con sus raíces los elementos incoherentes de las tierras y dándoles así trabazón; es sabido que las plantaciones de Pino marítimo han servido para fijar las dunas de las costas occidentales de Francia, deteniendo así su marcha destructora.

4—Acción edificadora de los organismos. Ciertos vegetales como los fucóideos, gozan de la propiedad de extraer algunos componentes del agua del mar; otros precipitan estos mismos componentes, como es el carbonato de cal por la descomposición del ácido carbónico, igualmente que la sílice disuelta en los manantiales calientes formando concreciones de ópalo. En los continentes, el desarrollo sostenido de la vegetación y la muerte de las plantas al mismo tiempo que descomponen las rocas, dejan un residuo orgánico, dando por resultado espesas acumulaciones de *tierra negra* ó *loam*. En los pantanos, los restos de musgos y de varias plantas fanerógamas, forman en la superficie grandes estratos de turba. Por la acumulación de sus restos, las diminutas plantas silíceas llamadas diatomeas, componen depósitos de *tierra* denominada *de infusorios* y *tripoli*. La vida vegetal es también agente de primera importancia en la formación de las capas de *hierro de los pantanos*, pues los ácidos producto de su descomposición, atacan y disuelven las sales de hierro, las cuales se oxidan, y precipitan este en forma de hidratos mezclado con impurezas.



(Fig. 30)—Isla madreporica

La inmensa mayoría de las acumulaciones debidas al reino animal, son de naturaleza caliza, y como más importantes son las formaciones de los *arrecifes* ó *islas de coral*. (Fig. 30). Estas vastas masas de roca, están constituidas por el crecimiento continuo de varias especies de coralarios, que viven en aguas cuya temperatura media mensual no es inferior á 20° c; el

crecimiento del coral está mantenido por el aporte de alimentos que suministran las grandes corrientes ecuatoriales. Darwin y Dana, han notado que los coralarios constructores no pueden vivir á profundidades de más de 15 á 20 brazas; tampoco resisten el aire ni un agua demasiado cenagosa. Cuando comienzan á crecer los arrecifes frente á una línea de costa ó á un banco submarino, continúan avanzando hacia fuera, colocándose la parte viviente hacia el exterior, mientras en el centro la masa consiste en corales muertos y se rellena de caliza blanca compacta, que va perdiendo gradualmente su estructura orgánica para adquirir un caracter cristalino. Grandes cantidades de arena, caliza y barro son producidas por las rompientes que batan el arrecife; este detritus es lavado y sacado fuera en parte donde cementado por disolución y redepositado, ayuda la consolidación de la roca.

La región de estas formaciones del Pacífico posee 290 islas de coral; existen igualmente en el Océano Indico y en el Mar Rojo. El gran arrecife de la Australia alcanza 1.250 millas de largo y de 10 á 90 de ancho.

Otra formación caliza importante de origen animal es el *oozó* ó fango de detritus de foraminíferos que forman depósitos de mar profundo, y que siendo porosos al principio, se van volviendo compactos y hasta se convierte en roca cristalina por penetración de agua que lleva carbonato de cal en disolución.

Los depósitos silíceos de origen animal, abundan en el fondo del mar de ciertas regiones, como en mitad del Pacífico, donde las investigaciones del *Challenger* han descubierto un fango consistente casi en su totalidad en Radiolarios.

Los depósitos fosfatados proceden en la mayoría de los casos de ciertos vertebrados, en la composición de cuyos esqueletos y en cuyos excrementos abunda mucho el fosfato de cal. La acumulación moderna más típica de este género, es la del *guano* de las islas de América del Sur y del Africa meridional donde las lluvias son escasísimas. En estas regiones, inmensas bandadas de aves costeras cubren el suelo en el transcurso de los siglos de despojos de sus deyecciones hasta una altura de 30, 80 y más piés. Estos depósitos consisten principalmente en materia orgánica y sales amoniacales con un 20 por 100 de fosfato de cal de gran valor como abono. Su conservación es debida á la sequedad de las regiones en que se forman.

Las cavernas habitadas por carnívoros sirven de receptáculo, no solamente á sus huesos y excrementos, sino también á los huesos de otros varios que conducen allí para su alimentación; tal es el origen de las *brechas huesosas*, halladas tan frecuentemente bajo la capa estalactítica de las comarcas calizas. En la antigüedad, el trabajo del hombre como factor que modificaba la superficie del planeta se limitaba á ejercer una obra más ó menos destructora de los árboles y de los animales que le servían de alimento; pero hasta que han llegado los adelantos de la civilización, no se ha realizado el aforismo *Homo Natura minister et interpres*. La influencia preponderante del hombre se relaciona con el clima, con el curso de las aguas, con los caracteres de la superficie terrestre y con la distribución de la vida.

V

PARTE CUARTA—Geotectónica.

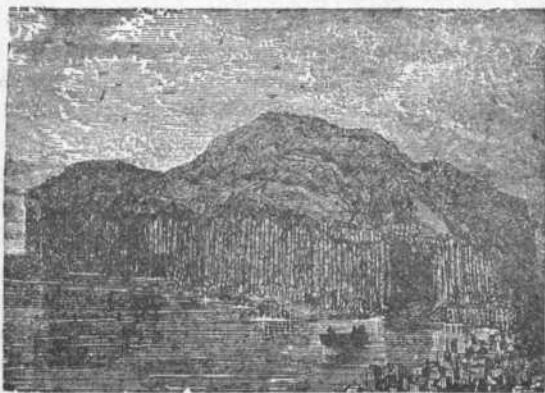
1—Rocas sedimentarias y en masa. Tócanos ahora examinar la manera como se disponen para constituir la costra terrestre, los minerales y rocas cuya naturaleza, así como las modificaciones que sufren bajo la acción de los agentes, hemos considerado anteriormente. Aquellas rocas cuyos elementos se han consolidado posteriormente, á la acción de los agentes, ofrecen siempre un caracter *sedimentario*, disponiéndose sus partículas en capas variables; las eruptivas se ofrecen generalmente en *masas* sin el caracter de extratificación.

2—Estratificación. Con el dictado de *estratificación*, se designa generalmente á las rocas cuyos materiales posados en el fondo del mar ó de los lagos y ríos, están dispuestos en capas ó estratos, á la manera de como lo están las hojas en un libro. Sus caracteres, en cuanto á su forma, extensión, grosor, relaciones entre una y otras, etc., ofrecen tal variabilidad y se prestan á deducciones tan importantes, que el geólogo puede sacar en la mayoría de los casos consecuencias de un interés grandísimo.

Todas las rocas están atravesadas de un modo más ó menos apreciable por planos de división verticales ó muy levantados, con respecto á los planos de estratificación, que se llaman *junturas*, presentándoles también las rocas eruptivas, merced á la contracción de su masa al pasar rápidamente al estado sólido; tal sucede con la disposición columnar llamada habitual aunque impropriamente *basáltica*, formada por prismas pentagonales ó hexagonales, originando aspectos muy bonitos como los que ofrecen los acantilados de la Calzada de los Gigantes y la Cueva de Fingal (Escocia), (*fig. 31*), mere-

ciendo citarse también, los acantilados andesíticos del Cabo de Gata.

3—Caracteres de las rocas extratificadas. La observación más somera basta para mostrar que las rocas de la superficie del globo, rara vez se encuentran en su posición primitiva, ofreciendo casi siempre una *inclinación* res-



(Fig. 31)—Gruta de Fingal (Escocia)

pecto al plano del horizonte, midiéndose en grados esta inclinación por medio de un *clinómetro*, que acompaña á la brújula de geólogo. El ángulo que la línea horizontal forma con la dirección de inclinación se llama *rumbo*.

Los estratos pueden presentarse plegados en una sola dirección, pliegues *monoclinales*, (fig. 32) siendo esta estructura la dominante en las capas

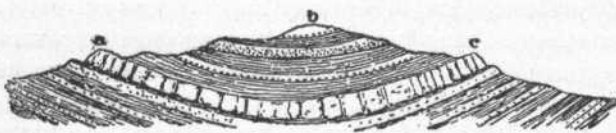


(Fig. 32)—Sección de un pliegue monoclinal. Isla de Wigh.

constitutivas del cimiento de la Península española, según lo han descubierto y demostrado las investigaciones de Macpherson. Donde los estratos se inclinan formando como un arco ó silla de montar, la estructura se llama *anticlinal* (fig. 33), y si lo hacen formando una cuenca se denominan *sinclinales*.



(Fig. 33)—Arco ó anticlinal denudado por la línea *a c*, sobre el eje *b*.



(Fig. 34)—Cuenca ó sinclinal, cuyos estratos *a c*, se alzan á los dos lados de un eje central que pasa por *b*.



(Fig. 35)—Pliegues invertidos y estructura isoclinal.

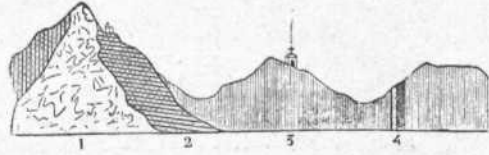
(Fig. 34) En estas dos últimas estructuras, los pliegues pueden presentarse dislocados ó cambiar de inclinación, dando lugar á una serie de pliegues *invertidos* (fig. 35). En las *hendeduras* ó *quebras* que presentan las rocas, puede haber resbalamiento vertical de las masas á uno y otro lado originándose las *fallas*.

4—Rocas en masa. Las rocas eruptivas han sur-

gido á la superficie á través de las sedimentarias en todas las épocas geológicas y pueden presentarse: en forma de *masas amorfas* de aspecto jiboso, tal como le ofrecen con frecuencia, el granito, los pórfidos, etc.; en forma de *mantos*, cuando las masas eruptivas introducidas entre otras rocas, pueden aparecer ahora como capas más ó menos regularmente definidas. Los términos de *vena* y *filón*, designan una masa ó materia mineral que se ha solidificado entre las paredes de una hendedura. Cuando la materia es producto del depósito de una solución acuosa ó de sublimación, forma las conocidas *venas* ó *filones minerales*; cuando consistió en una materia fundida ó pastosa se denomina *vena* ó *filón eruptivo*, y si se compone de una masa vertical uniforme, se dice *dique* (fig. 36).

5—Metamorfismo. Con este nombre designan los geólogos los cambios de composición química ó estructura íntima de las rocas, producidas en las profundidades merced á movimientos mecánicos combinados con la acción del calor,

del agua termal y de los vapores. El metamorfismo es manifiesto en dos fases distintas: primero, *local*, cuando el cambio ha afectado solamente á un área limitada, en torno de masas eruptivas, después de lo cual, las rocas recobran su carácter normal; y segundo, *regional*, cuando el cambio se ha operado en dilatada extensión, sin depender de las masas eruptivas visibles y se ha borrado de un modo más ó menos completo el carácter primitivo de las rocas alteradas.



(Fig. 36.)—1, masa eruptiva que surge á través de las formaciones sedimentarias; 2, 3 y 4, vena ó filón.

SEGUNDA PARTE

BIOLOGÍA

Lección 24ª

1—Generalidades. Correspondiendo á la división que de la Historia Natural hicimos en dos partes, Geología y Biología, tócanos ahora el estudio de la segunda parte, que abarca el de todas las ciencias que se ocupan en la investigación de los seres vivos y que por esto reciben el nombre de biológicas.

Pero este estudio de los seres, puede ser hecho bajo dos puntos de vista diferentes. O bien sin hacer acepción de ningún grupo de seres, nos proponemos conocer los principios generales que regulan la vida tal como se manifiesta actualmente, en las disposiciones orgánicas y procesos de actividad en que se desenvuelven, objeto de la *Biología general*; ó también estudiando por separado los caracteres que son peculiares á cada uno de los dos grupos de seres vivos, *vegetales* y *animales*, constituyendo dos ramas de la *Biología especial*, la vegetal ó *Botánica* y la animal ó *Zoología*.

BIOLOGÍA GENERAL

1 — Considerando el ser vivo en si mismo, hemos de estudiar primeramente qué elementos son los constitutivos de su organismo y cómo estos entre sí se combinan para formar ciertos principios que integran la constitución de su materia; de ello se ocupa la *Bioquímica*. Es preciso después estudiar la composición orgánica de estos seres, *Citología*; y por último, estudiaremos el fundamento de las clasificaciones que han servido para agrupar á los seres teniendo en cuenta sus semejanzas ó diferencias, *Taxonomía biológica*, y á continuación la manera cómo se encuentran distribuidas hoy día sobre la superficie del globo terrestre, *Geografía biológica*.

I

BIOQUIMICA

1—Principios inmediatos. Analizando la materia de un ser orgánico cualquiera, la veremos siempre constituida por estos cuatro elementos, que son esenciales; carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, no faltando nunca los tres primeros, encontrándose además con frecuencia algunos otros, particularmente el azufre, fósforo, calcio, hierro y silicio.

Combinados estos entre sí, dan lugar á ciertos *principios*, denominados *inmediatos* y que según M. Robin, podemos definirlos diciendo que son, *las últimas substancias obtenidas sin descomposición química, por simples coagulaciones y cristalizaciones sucesivas*, agrupándose en dos categorías: una comprende los compuestos cristalizables unos, formados en el organismo mismo y otros de origen mineral, y en la segunda, los principios inmediatos coagulables y que no cristalizan. La generalidad de estos principios son exclusivos de alguno de los dos reinos, vegetal ó animal, muy pocos son comunes á ambos.

II

ELEMENTOS ANATOMICOS DE LOS SERES VIVOS

1—La Célula. Según Cajal, llámanse elementos anatómicos á las formas más diminutas, dotadas de vida individual, en que la materia se descompone por disociación mecánica ó anatómica. Estas últimas formas, las unidades vivientes de Virchow, no son otra cosa que las células. El concepto de célula ó de elemento anatómico, ha experimentado en el transcurso del tiempo algunas variaciones, dependientes de los progresos incesantes de la técnica micrográfica; actualmente cabe definirla: un corpúsculo, generalmente microscópico, dotado de vida individual y formado de tres partes esenciales: el protoplasma, la membrana y el núcleo. Las células viven, ó en estado independiente y aislado (protozoarios, microbios, etc.) ó agrupadas en colonias, en las que la actividad de cada elemento se subordina al principio de la división del trabajo y á la conservación y reproducción de la entidad colectiva (plantas y animales superiores). Todos los organismos, representan en último análisis, ó células sueltas ó asociaciones de células, así como la función de un órgano, por elevada y compleja que se la suponga, es siempre la resultante de los trabajos parciales ejecutados por las células. Toda célula procede de otra célula anterior, por simple partición ó segmentación del núcleo y protoplasma de ésta. El aforismo de Virchow, *omnis celula e celula*, es verdadero hasta en el terreno patológico, pues las producciones morbosas, derivan siempre de la segmentación de las células normales.

Vamos á examinar ahora separadamente cada una de las partes constitutivas de la célula.

Membrana. Es una lámina transparente, que envuelve exteriormente la célula, sobre la cual se diseña á menudo bajo la forma de un doble contorno. Es preciso distinguir dos especies de membranas; la *cubierta fundamental* y la *cápsula de secreción*. Ningún elemento carece de la primera; en muchos no existe la segunda, pero en algunos preséntanse correctamente las dos. La primera no es más que una capa continuación del protoplasma, del que puede separarse; la segunda, aparece como una envoltura transparente con estriaciones perpendiculares que la atravesarían de parte á parte. Ambas no tienen la misma significación, ni reconocen igual origen, pues la cubierta fundamental puede estimarse como un órgano vivo de la célula, algo así

como un aparato que regula los cambios de materia entre el protoplasma y el ambiente líquido que le rodea; mientras la cápsula representa un órgano muerto, mero producto de secreción celular.

Protoplasma. Es la masa transparente, granulosa, semisólida, que separa el núcleo del protoplasma. Existe en toda célula viva, y representa acaso el factor más importante de la composición de la misma. Observado con buenos objetivos, revelan en él más ó menos distintamente las siguientes partes; el *retículo*, representado por trabéculas refringentes, flexuosas, que arrancando de la membrana nuclear donde parecen insertarse, se terminan, después de un curso intrincado, debajo de la cubierta celular; el *enquilema* ó *jugo celular*, es la materia líquida ó semilíquida, perfectamente amorfa, alojada en los espacios del retículo; en el protoplasma de las células vegetales constituye extensos depósitos que han tomado el nombre de *vacuolas*; las *inclusiones*, así se designan las materias inertes enclavadas en las vacuolas ó también en los intersticios del retículo: el *centrosoma*, es un corpúsculo esférico, de pequeñísima talla, muy refringente y que yace cerca del núcleo, á menudo en contacto con la membrana de éste.

Núcleo. Es un corpúsculo vesiculoso yacente en el espesor del protoplasma, y constituido principalmente por una materia que atrae vivamente el carmín. Está constituido por el armazón cromático, especie de trabéculas, unas veces reticuladas que convergen al nivel de ciertas nudosidades, y otras veces en forma de esferas centrales ó de filamento libre y continuo: dichos trabéculas los constituyen, dos sustancias, la *cromatina*, que forma los nudos de la red y acaso algún filamento grueso, y la *linina* que constituye los trabéculas finos; el *jugo nuclear*, líquido que llena las mallas del armazón cromático; el *nucleolo*, pequeño corpúsculo generalmente redondeado, yacente dentro del núcleo como el núcleo dentro de la célula; finalmente, el núcleo se limita por una membrana finísima y homogénea, llamada *membrana nuclear*.

El núcleo es un factor importantísimo de la vida celular; rige probablemente el acto de la multiplicación, y en su trama se encarnan las condiciones materiales del complejísimo proceso de la herencia histológica, es decir, de ese poder que las células tienen de reproducir exactamente la forma, volumen y fisiologismo de sus elementos progenitores.

2—Fisiología de la Célula. La célula es un ser viviente que, en medio de su subordinación al conjunto orgánico, goza de cierta autonomía funcional. La virtud que toda célula viva posee de entrar en acción bajo la provocación de los estímulos exteriores, se llama *irritabilidad*; estos estímulos son de dos clases: físico-químicos y vitales y las distintas modalidades de la irritación pueden condensarse en tres grupos: fenómenos de la vida nutritiva; fenómenos de la vida de relación y fenómenos de la vida generativa.

3—División del trabajo. En la época embrionaria, cuando las hojas blastodérmicas no se han formado aún, los elementos del embrión no parecen tener otras funciones que las de nutrirse y reproducirse; pero en cuanto se constituye la diferenciación en capas del blastodermo, comienza á establecerse la división del trabajo, entregándose cada tejido á una labor par-

ticular. Y es de notar que esta división del trabajo, precede en el embrión á la diferenciación anatómica. Así, las células cardíacas, mucho antes de mostrar estriación protoplasmática característica, dan comienzo á sus contracciones; las células sanguíneas, antes de modelarse definitivamente, se entregan ya á su especialidad funcional de formar hemoglobina y atraer el oxígeno. Mas tarde, concluido el desarrollo del organismo, cada célula, sin dejar de cultivar las actividades generales de nutrición y generación, perfecciona una ó varias funciones, que constituirán su profesión orgánica y su título, digámoslo así. Por escepción puede citarse la célula nerviosa, que, entregada á la importante labor de poner en relación todas las partes del organismo, ha renunciado el derecho á la reproducción.

4—Funciones nutritivas de las células. Los elementos anatómicos poseen la virtud de elegir y asimilar las materias susceptibles de reponer los desgastes sufridos en el ejercicio de las actividades funcionales.

En los animales monocelulares, tales como los amibos é infusorios, la *prehensión* de los alimentos se verifica con ayuda de ciertas expansiones emitidas por el protoplasma, ó á favor de pestañas ó flagelos, mediante los cuales agarran las partículas alimenticias y las conducen al espesor del cuerpo celular. Pero las células fijas de los tejidos de los animales, no se alimentan, sino que son alimentadas, siendo de su incumbencia solamente elegir las substancias más apropiadas á su nutrición. Por excepción, los leucocitos de los animales superiores, han perfeccionado el hábito de cazar cuerpos extraños vivos ó muertos, y de someterlos á un acto de digestión intra-protoplasmática. Esta función de los leucocitos y células conectivas, ha sido llamada *fagocitosis* por Metchinikoff, quien le concede grande importancia, pues le atribuye la defensa del organismo contra las intrusiones de los microbios patógenos. Una vez que han penetrado en la célula estos alimentos, en virtud de leyes puramente físicas, se verifica la *digestión* de los materiales, pues nunca son asimilados bajo esta forma sino que les hacen sufrir cambios especiales con ayuda de ciertos fermentos; actividad digestiva tan desarrollada en muchas células, como en las que constituyen el embrión de la planta en la semilla, que bajo este punto de vista no se les puede comparar con los animales, como los Roedores, de mayor poder digestivo. Una vez en condiciones estos materiales, son incorporados á la máquina celular en virtud del fenómeno de la *asimilación*. La *célula vegetal* aprovecha para su alimento materias minerales, particularmente el agua y el ácido carbónico. Con ayuda de la clorofila y del concurso de la luz, el protoplasma descompone el ácido carbónico del aire, se apodera del carbono y sintetiza el almidón, el azúcar, las grasas y hasta los mismos albuminoides. La *célula animal* se alimenta de las materias orgánicas sintetizadas por el vegetal; el almidón, los azúcares, las grasas, etc, substancias que transforma en otros principios y que destruye por oxidación.

Dinámicamente, la célula vegetal es una máquina que transforma fuerza viva en fuerza de tensión, y químicamente representa un laboratorio en donde dominan los fenómenos de reducción sobre los de oxidación, á la inversa que en la célula animal. Si la célula incorpora ciertos elementos, otros

materiales de la misma, sufriendo ciertas transformaciones pasan al medio ambiente para ser eliminados (fenómenos de *excreción*); ó bien son nuevamente utilizados por la célula (fenómenos de *secreción*); ambos constituyen la *desasimilación*. La célula, toma el oxígeno del aire ó del plasma que la rodea con el fin de quemar parte de sus materiales y producir ácido carbónico, vapor de agua y calor, que acaso aproveche el protoplasma como manantial de fuerza viva; este acto es el de la *respiración*.

El organismo es como un pueblo, cuyos individuos se renuevan muchas veces durante la vida de la colectividad. Hay elementos cuya vida es sumamente corta, de días; otros, como las células nerviosas, subsisten tanto como el organismo. El grado de vulnerabilidad, y, por tanto, la mayor ó menor facilidad de *muerte*, varían para cada clase de elementos pudiendo en general afirmarse, que la vida celular es tanto más resistente y autónoma, cuanta menos diferenciación alcanza la célula en el desempeño de una actividad funcional específica.

5—Funciones celulares de relación En ciertas células sueltas, como algunos hongos, los leucocitos, etc. y desprovistas de membrana envolvente, el protoplasma emite expansiones de forma y tamaño variables á cada momento, verificando una verdadera progresión; á esta clase de *movimiento* se le denomina *amiboide*. En otras células, como en las de los pelos estaminales de la *tradescantia virginica*, observadas al microscopio, se nota ciertas *corrientes protoplasmáticas* de las partículas contenidas en su interior. En muchas otras provistas de prolongaciones en su cubierta, como pestañas, flagelos, etc., estas prolongaciones están en continuo movimiento, y á esto alude el nombre de *vibratil* que se le dá, y merced al cual pueden muchas de ellas atraer los alimentos á su interior, como en los infusorios, ó trasladarse de un sitio á otro, dentro de un medio líquido como muchas zoosporas de Algas.

6—Funciones generativas de las células. Las células que pueblan el organismo, del mismo modo que las que viven independientes gozan del importante atributo de reproducirse, originando nuevos elementos, cuyas propiedades anatomo-fisiológicas son enteramente idénticas á las del elemento progenitor. El mecanismo más general de la producción de nuevas células es la división ó segmentación, sin embargo, puede producirse aquella de dos maneras; por *división* y por *conjugación*.

La división ó segmentación es el proceder ordinario empleado por la naturaleza para reponer las células destruídas en el ejercicio de las funciones orgánicas ó durante el desarrollo del embrión y se verifica generalmente acompañada de una serie curiosísima de metamorfosis, principalmente en la red de trabéculas del núcleo, constituyendo este en un principio un ovillo, que no tarda en dividirse en varias porciones, cada una de las cuales se escinde longitudinalmente en dos; juntas todas las de un lado, van corriendo por una especie de filamentos muy ténues á converger á puntos opuestos de la célula y forman de nuevo otros dos núcleos, no faltando más que dividirse el protoplasma, para constituir dos nuevas células; si en vez de dos resultasen más, la división será pluricelular.

La conjugación es un proceder generativo que podría calificarse de extraordinario, al cual recurre solamente la naturaleza para producir la primera célula del embrión (el óvulo fecundado). Este método generativo encierra un profundo sentido, desde el punto de vista de la transmisión de las cualidades adquiridas y de la conservación del tipo específico y funcional de los seres. Se verifica del modo siguiente; después de algunas transformaciones acaecidas en los elementos sexuales masculinos, *zoospermos* y en el femenino, *óvulo*, aquel se aproxima disolviendo en un punto la fina membrana de cubierta del óvulo, y penetra en el espesor del protoplasma; en cuanto esta penetración es completa, la membrana ovular se refuerza por una nueva y más espesa cubierta, á fin de evitar la intrusión de nuevos *zoospermos*, y se verifica una fusión aparente de ambos núcleos en uno solo, repitiéndose los fenómenos que estudiamos anteriormente en la división.

7—Asociaciones celulares. Muchas células, como se observa en numerosos animales y vegetales, viven independientes, constituyendo los seres llamados *monocelulares*; pero lo general es que varias células estén asociadas, en un grado mayor ó menor de diferenciación. Cuando esta diferenciación es grande, tiene lugar la división del trabajo, como dijimos anteriormente y en su consecuencia la asociación de células en un orden constante, con propiedades estructurales, fisiológicas y químicas semejantes; estas asociaciones son las que denominamos *tejidos*. El *órgano* está constituido por tramas de tejidos, predominando casi siempre uno; la reunión de órganos que concurren á un fin ó función común forman el *aparato*; por ejemplo los distintos órganos, dientes, lengua, estómago, intestinos, etc, forman el aparato de la digestión, pudiendo considerarse aún una categoría de orden más elevado, que es el *sistema*; así se dice, sistema de la vida de relación, sistema de la vida vegetativa, etc.

8—División de los seres orgánicos. Relacionando entre sí los grupos de animales y vegetales superiores, la distinción entre unos y otros es bien clara y manifiesta, pero si de esto descendemos á comparar las formas más sencillas de ambos reinos, nos encontraremos con que no aparece un caracter que sea especial de uno de ellos; es decir que ambos se confunden en sus formas más elementales. Sin embargo, siempre subsistirá esta división de los seres orgánicos, en dos reinos *vegetal* y *animal*.

III

TAXONOMIA BIOLOGICA

De igual modo que en la vida usual conservamos en la memoria nuestros conocimientos y los ordenamos, así los referentes á la ciencia los recogemos y ordenamos también sistemáticamente según reglas definidas, leyes empíricas del pensamiento. Nuestra actividad en la formación de tales conceptos es sin embargo doble; primero nos esforzamos en hallar semejanzas, comparando los cuerpos, y estudiando entre sí sus propiedades; tratamos en segundo lugar de investigar donde se encuentran diferencias, actividad analítica opuesta á la primera y que la sirve de prueba.

1—Sistemas artificiales. Para el lenguaje científico bastaría con haber distinguido y denominado los seres, si su número no fuese tan crecido que hubiese hecho difícil encontrar uno de ellos. Aparece pues la necesidad de una distribución de los seres en grupos de categoría distinta y subordinados unos á otros; distribución que se hace fundándose en caracteres elegidos arbitrariamente, sin tener en cuenta las verdaderas analogías entre unos y otros. El progreso de la clasificación en este sentido conduce á un *sistema* completo, llamado *artificial* porque el criterio de las divisiones se ha establecido de un modo arbitrario. Como sistemas artificiales aparecen el de Linneo, que clasificaba las plantas según caracteres tomados de las flores, y el sistema químico propuesto para los minerales por Berzelius, que fundaba la clasificación de estos cuerpos sobre la base de sus componentes químicos.

2—Sistema natural. El aumento de los caracteres genéricos, origina una necesidad científica, en el hecho de que sentimos dificultad en trasportar al mundo exterior la correlación que es propia de nuestro pensamiento. De aquí que después de haber distinguido los seres con claridad, nos esforcemos por reunirlos todavía de modo que su agrupación haga evidentes sus relaciones naturales. En este caso se encuentran juntos aquellos seres que en sus propiedades dejan percibir semejanzas y relaciones, y en la constitución de cada grupo se da la preferencia á las propiedades que son fundamentales. Semejante conjunto, que está como constituido del interior al exterior, se llama *sistema natural*. Para los principiantes, el sistema natural tiene sus dificultades; para el investigador el descubrimiento de cada grupo natural ilumina el conjunto de la naturaleza con una nueva luz que le proporciona nuevas satisfacciones y pone en sus manos procedimientos nuevos de investigación.

Clasificar es, pues, disponer los seres en grupos contenidos unos en otros, y en los que cada ser encuentre una colocación con arreglo á las verdaderas analogías y semejanzas que presenta con los demás. Esta serie de grupos á partir del fundamental la *especie*, es la siguiente: *especie, género, familia, orden, clase, tipo, reino*, comprendiendo cada uno de ellos el conjunto de los que le preceden y que tienen entre sí más afinidades y semejanzas; por ejemplo, la familia es la reunión de géneros más afines entre sí.

3—La especie. Así como todos los grupos de la clasificación tienen un valor hasta cierto punto convencional, la especie la han considerado casi todos los naturalistas como una unidad creada aisladamente, invariable y perpetuándose por la reproducción con sus mismos caracteres. Esta categoría taxonómica, tiene una existencia real y que intuitivamente todos reconocemos, pues hasta el vulgo distingue perfectamente cuando nombra caballo, perro, encina, á todos los individuos de la misma especie, pudiendo entonces definirla con el célebre Cuvier diciendo; que por *especie* debemos entender, *el conjunto de individuos que descienden unos de otros ó de padres comunes y que se parecen á estos tanto como ellos entre sí*.

Individuos pertenecientes á una misma especie, no son siempre idénticos en todas sus propiedades, sino que generalmente presentan modificaciones numerosas que observadas con cuidado son suficientes para distin-

guir las formas individuales; estas modificaciones vienen á constituir otras tantas *variedades*, dentro de la misma especie, que si se perpetuan por medio de la reproducción, se llaman entonces *razas*, pudiendo distinguirse, las *naturales*, de las *artificiales* ó *domésticas*, que son las creadas por el hombre en los animales domésticos y cuyo origen en la mayoría de los casos desconocemos en absoluto.

Un caracter de la especie, es que, individuos no pertenecientes á la misma unidos entre si, son infecundos, es decir que no dan producto alguno; pero sucede en ciertas ocasiones que suele haber fecundidad y el producto resultante es *hibrido*, como sucede para el caso del conejo y la liebre, la zorra y el perro, etc. En cambio la fecundidad es constante para individuos de raza diversa, pero pertenecientes á la misma especie, y cuyo cruzamiento origina los *mestizos*.

4—Nomenclatura biológica. Es inherente que el conocimiento de un ser, vaya siempre acompañado de una designación ó nombre, que parece como que resume en si todas las propiedades de dicho ser. Antiguamente eran designados los más comunes con un nombre que les era propio, como gato, peral, etc.; los menos conocidos con otro genérico para todas las especies del mismo grupo, como arañas, cangrejos, etc. Pero bien, se comprenderá lo defectuoso de esta designación, si tenemos en cuenta el inmenso número de seres orgánicos existentes, pues cada uno de ellos recibía un nombre especial para cada nación, y aun para el mismo ser eran varios dentro de la misma.

De aquí la necesidad de uniformar la nomenclatura de los seres orgánicos con reglas científicas, correspondiéndole á Linneo el honor de haber propuesto una, y llamada por esta razón *lineana*, universalmente admitida hoy por los hombres de ciencia de todos los países. También ha sido llamada, *binaria*, porque según sus principios, cada ser, es designado con dos nombres, uno genérico y otro específico, análogos al apellido y nombre de una persona. Los genéricos se forman con radicales latinos ó griegos, pero latinizados en este caso, y los específicos, también latinos por lo común, concertando con los primeros. Así designamos por ejemplo con los nombres de *Felix leo*, *Felix tigris*, *Felix pardus*, *Felix lins*, *Felix catus*, el león, el tigre, la pantera, el linco y el gato, especies todas del género *Felix*. En las obras descriptivas, se acompaña al nombre científico, el del autor que primeramente describió la especie, generalmente en abreviatura; así *Tania solium*, *L.* corresponde á la solitaria común cuyo nombre fué dado primeramente por Linneo. Los nombres de las familias y de las tribus se forman con el del género más importante puesto en genitivo y añadiéndole la terminación *ido* ó *ida*; así el género *Felix*, da nombre á la familia de las *Félidas*.

IV

GEOGRAFIA BIOLOGICA

1—En esta parte nos ocuparemos de la distribución actual de los seres orgánicos sobre la superficie de la tierra.

2—Floras y faunas. Con este nombre designamos el conjunto de seres animales ó vegetales que viven en una región determinada ó en un medio especial. Rarísimas son las especies que se encuentran indistintamente en todos los países del globo, especies que podemos llamar cosmopolitas, lo general es que se extiendan por una región más ó menos extensa, que se llama su *área geográfica*, dependiendo de multitud de causas esta localización, como son, los obstáculos que se oponen á su expansión, las diferencias en cuanto al clima, presión, distribución actual de las tierras y mares, etc., teniendo siempre en cuenta que cada especie ha aparecido en un punto determinado, su *centro de origen*, y á partir del cual se ha extendido en un área mayor ó menor, *dispersión*.

Podemos distribuirlas del modo siguiente:

Faunas y Floras.	Terrestres. . . . }	Insulares.
		Continentales.
	Acuáticas. . . . }	Lacustres.
		Fluviales.
		Marinas. }
		Costeras.
		Pelágicas.

3—Distribución hipsométrica. Es evidente que si á partir del ecuador marchamos hacia los polos, las condiciones climatológicas van siendo distintas, de igual manera que si nos elevamos desde la falda de una montaña, hasta encontrar la región de las nieves perpétuas. Corresponde pues, á esta diversidad climatológica la variedad de especies que encontraremos á diversas alturas ó en distintos meridianos; esto hace que se distingan las siguientes zonas hipsométricas:

- 1.ª Zona de *vegetación intertropical*; en ella vegetan los helechos arbóreos.
- 2.ª Zona *inferior*; en ella crecen los bosques de encinas y hayas.
- 3.ª Zona *subalpina*; formada por bosques de pinos y abetos.
- 4.ª Zona *alpina inferior*; predomina la vegetación herbácea con escasas especies arbóreas como el enebro.
- 5.ª Zona *alpina superior*; predominan los musgos y líquenes.

4—Distribución batrimétrica. La diversa profundidad de los mares determina también zonas diversas en las faunas y floras, que son:

- 1.ª Zona *litoral*; que abarca el límite de las mareas.
- 2.ª Zona de las *laminarias*; caracterizada por la presencia de estas algas y de los bancos de ostras costeros.
- 3.ª Zona de las *coralinas*; así llamada por la abundancia de las algas de este nombre y que alimenta los peces cuya pesca es más productiva.
- 4.ª Zona de los *corales y braquiópodos*, de escasa vegetación
- 5.ª Zona *abisal*, ó de las grandes profundidades y en donde las modernas exploraciones marinas han demostrado hallarse pobladas, por lo menos hasta los 5000 metros, por animales organizados para vivir en estas condiciones. En ella, la luz solar es reemplazada por la que proporcionan muchos animales fosforescentes y su uniformidad de temperatura permite que las mismas especies existan en la zona ecuatorial que en las árticas.

BIOLOGÍA ESPECIAL

I

BOTÁNICA

Lección 26ª

La Botánica ó ciencia de las plantas, tiene por objeto el conocimiento del reino vegetal. Comprende dos partes: podemos estudiar la planta en general, su forma, estructura y desarrollo, en suma, los fenómenos que presenta y los que se relacionan entre ella y el mundo exterior, *Botánica general*; ó bien estudiando los caracteres peculiares á cada grupo se les compara entre sí buscando las semejanzas ó diferencias que presentan; *Botánica especial*.

PARTE PRIMERA

BOTANICA GENERAL

1—División. La botánica general, debe estudiarse á su vez, bajo dos aspectos; primeramente, estudiar los órganos de los vegetales, no solamente bajo el punto de vista de sus posiciones relativas y su forma exterior, sino también, considerando su estructura interna y su desarrollo; ó bien, por medio de la observación directa, ó de la experimentación, las funciones desempeñadas por los órganos y las relaciones que estas funciones presentan entre si. De la primera parte se ocupa la *Anatomía ó Morfología vegetal*, de la segunda la *Fisiología*. Morfología, y Fisiología son igualmente indispensables para el conocimiento de la vida de la planta.

ANATOMIA VEGETAL

GENERALIDADES

1—Forma exterior de la planta. La forma en estado adulto, es muy variable; en el caso mas sencillo se dice *simple*, cuando presenta una superficie uniforme de forma variable, esférica, cilíndrica, acintada, etc; pero cuando consta de partes ó segmentos su forma es *ramificada*. Sea simple ó ramificada su forma, si todos sus segmentos presentan los mismos caracteres morfológicos, la forma es *homogénea*, pero frecuentemente, á medida

que se ramifica, sus segmentos van adquiriendo diferencias respecto unos de otros, ligeras en un principio pero adquiriendo después gran complicación, se establece entonces una *diferenciación*, llegando á su más alto grado de complejidad, cuando la forma al mismo tiempo que ramificada es en alto grado diferenciada y entonces posee tres clases de segmentos ó miembros, que son, las *raíces*, los *tallos*, y las *hojas*, resultado de una diferenciación *primaria*, pudiendo considerarse un grado de diferenciación *secundaria* entre miembros de un mismo nombre ó entre partes de un mismo órgano.

2—División del reino vegetal en cuatro Tipos. Estos grados distintos de diferenciación, es lo que nos lleva á dividir el reino vegetal en cuatro tipos.

Hay efectivamente un gran número de plantas en las cuales la diferenciación es completa, su organismo está dividido en raíces, tallos y hojas. En otros la diferenciación primaria es incompleta, el cuerpo no tiene más que dos clases de órganos, tallos y hojas, no se encuentran jamás raíces. Sobre estos dos órganos la diferenciación secundaria es poco profunda y la distinción fundamental entre tallos y hojas va borrándose, de suerte que llegamos á un grupo de plantas en que su cuerpo es homogéneo. Entre las plantas con raíces hay muchas que al menos una vez durante toda su vida, establecen una diferenciación secundaria entre sus hojas, con el fin de reproducir la especie. Este conjunto de hojas diferenciadas es lo que llamamos *flor*. Aparece pues natural la división en los cuatro tipos siguientes:

Plantas..	{	Con raíces. . .	{	Con flores.. .	<i>Fanerógamas.</i>
			{	Sin flores.. .	<i>Criptógamas vasculares.</i>
	{	Sin raíces. . .	{	Con hojas. . .	<i>Muscineas.</i>
			{	Sin hojas. . .	<i>Talófitas.</i>

3—Forma interior ó estructura de la planta. Estructura monocelular. El caso más sencillo es aquel en que la substancia que constituye el cuerpo de la planta, es continua é indivisa, es decir, que en último resultado es *celular*. Conocemos ya los elementos constitutivos de la célula y únicamente trataremos aquí de ciertos gránulos incluidos en el protoplasma, de forma determinada y que gozan de una actividad propia y diversa según los casos: son los *leucitos*. Estos tienen la facultad de formar en su masa diversas substancias especiales que permiten caracterizarlos. Distinguiremos aquí tres clases más importantes.

Unos permanecen incoloros y producen en su masa pequeños gránulos de una substancia ternaria llamada *almidón*; son los *amyloleucitos*. Cada grano está formado por una serie de capas, dispuestas alrededor de un núcleo blando y acuoso siendo las externas más duras y secas. En un principio muy pequeño, acrece progresivamente por la adición de nueva materia á su periferie. Si son varios los que existen en un mismo leucito, toman origen los granos compuestos.

Otros leucitos producen bajo la influencia de la luz, un principio colorante verde, la *clorofila*; son los *cloroleucitos*, llamados vulgarmente granos de clorofila. Insoluble en el agua, soluble en el alcohol, se combina con las

bases á la manera de un ácido y es de composición cuaternaria. Se encuentra la clorofila en todas las plantas, excepción hecha de las parásitas como los hongos.

Los leucitos de la tercera categoría, son huecos y su cavidad contiene agua y diversas materias disueltas, cavidad designada con el nombre de *vacuola*: son los *hidroleucitos*, pequeños en un principio en la célula, van poco á poco agrandando hasta que ocupan la casi totalidad de ella, quedando reducido el protoplasma á una capa parietal adosada á la membrana. Estos hidroleucitos son la fuente en donde el protoplasma toma el agua y las sustancias solubles de que tiene necesidad para su entretenimiento; son también el receptáculo en donde el protoplasma vierte las materias producto de su actividad. De aquí que contenga siempre en disolución gran número de materias diversas; sales minerales y orgánicas, ácidos y bases orgánicas libres, principios colorantes, cuerpos neutros nitrogenados, como diastasas, peptonas, amidas, cuerpos neutros ternarios como dextrinas, azúcares, glucósidos, etc. Además, los hidroleucitos juegan un papel mecánico importante; absorbiendo agua y dilatándose producen la *turgescencia* de los órganos vegetales.)

Por último, la membrana celular transforma su capa externa en una sustancia ternaria, isómera del almidón, pero más condensada y que no toma color azul por el iodo, la *celulosa*, materia muy resistente, insoluble en todos los reactivos á excepción del líquido cupro-amoniaco.

4—Estructura celular. Lo general es que, el cuerpo de la planta esté constituido por un agregado de células en una fase mayor ó menor de diferenciación, con especialización distinta para cada grupo de ellas; este conjunto de células dotadas de la misma forma y con propiedades idénticas, es lo que hemos llamado un *tejido*.

Lección 17. **5—Tejidos.** Hay uno que debe ser señalado primeramente porque es el origen de todos los demás. Se compone de células poliédricas, é íntimamente unidas entre sí, ricas en protoplasma, rodeadas de una delgada membrana y en vías siempre de reproducirse, habiéndosele dado por este carácter el nombre de *meristemo*. Cuando ha cesado de dividirse, el meristemo diferencia progresivamente sus células y engendra así los diversos tejidos definitivos del cuerpo de la planta; es el tejido generador.

Diferenciándose de esta suerte las células del meristemo, puede suceder que continúen conservándose vivientes, con la facultad de repasar al estado de meristemo; ó bien, en el curso de su diferenciación las células mueren. Hay que distinguir entonces dos categorías de tejidos definitivos; los tejidos de células vivas ó *parénquimas*, llamados á gozar un papel activo ó químico y los tejidos de células muertas que no tienen más que un papel pasivo ó mecánico.

Parénquimas. Aquí pueden ocurrir también otros dos casos. La transformación tiene lugar sobre el protoplasma, las membranas permanecen delgadas y el parénquima es entonces de consistencia carnosa y blanda; ó sucede lo contrario, es sobre la membrana donde se establece la especialización, entonces toma una consistencia seca y resistente.

En el primer caso, si son los cloroleucitos los que dominan, el parénquima es llamado *verde* ó *clorofilico*. Si son materiales de reserva los que se acumulan, toma diferentes nombres según la naturaleza de estos materiales, *amiláceo*, *oleaginoso*, *azucarado*, *inulifero*, etc.

En estos diversos parénquimas de reserva, los hidroleucitos encierran siempre sustancias nitrogenadas, ó diástasas, destinadas á obrar sobre estos materiales con el fin de hacerlos solubles, de ser, como se dice, asimilados por el protoplasma; la diástasa que hidrata y desdobla el almidón para transformarlo final y totalmente en glucosa, es la *amilasa*; la que transforma la inulina en levulosa, es la *inulasa*; la que desdobla el azúcar de caña en glucosa y levulosa, que la *invierte*, como suele decirse, es la *invertina*; la que desdobla los cuerpos grasos, en glicerina y ácido graso correspondiente, es la *saponasa*; la que transforma las materias albuminóideas es la *pepsina* y la *tripsina*, etc.

Si son productos de secreción los que se acumulan en las células, el parénquima es llamado en general *secretor*, pudiendo ser *oxalifero* si es el oxalato de cal, muy común en las células en forma de agujas asociadas formando unos paquetes, llamados *ráfides*; es *lactífero*, si encierra productos insolubles, carburos de hidrógeno sólidos que comunican al jugo celular un aspecto lechoso y de aquí el nombre de *latex* que recibe.

Cuando el parénquima transforma sus membranas, puede hacerlo de distintos modos. La membrana permanece en estado de celulosa pura, pero mucho más engrosada, resultando así el tejido llamado *colénquima*, destinado á servir de sostén al vegetal sin impedir su crecimiento. Puede la membrana impregnarse de *lignina* y como al mismo tiempo aumenta de espesor, las puntuaciones de la membrana toman el aspecto de canalículos; semejante parénquima, se denomina *escleroso*. Otras veces la membrana celulósica se transforma en *suberina*, parénquima *suberoso*, ó en una substancia isómera de la celulosa, de consistencia córnea en el estado seco y que bajo la influencia del agua se hincha y forma una especie de gelatina ó mucílago, parénquima *gelatinoso* ó *córneo*.

Tejidos de células muertas. Los tejidos de células muertas son de dos clases, de sostén y de transporte. En el primer caso las células lignifican fuertemente su membrana, desaparece el protoplasma y el núcleo, y suelen afectar una forma alargada, terminada en punta por ambos extremos, formando lo que se llaman *fibras* y el tejido á que dan lugar *esclerenquima*, destinado á servir de sostén al vegetal, cuando éste ha terminado su crecimiento. Los tejidos conductores son de dos clases. En unos, las células se disponen en serie longitudinal, lignifican fuertemente sus membranas dando lugar á relieves cuya forma varia, espira continua, anillos, bandas, etc. (*Figura 44*) los tabiques transversos persisten generalmente, dando lugar á lo que llamamos un *vaso* y el tejido *vascular*. Otras veces la membrana no sufre esta lignificación y los tabiques transversos que persisten igualmente, presentan un dibujo análogo al de una criba y de aquí el nombre de *criboso*, que ha recibido este tejido. (*Fig. 44*)

RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES TEJIDOS

Tejidos vegetales.	{	Vivientes .	{	Meristemo.	
				Parénquima clorofílico.	
			{	id. de reserva.	
				id. secretor.	
		Muertos .	{	id. mecánicos.	Colénquima.
					Escleroso.
			{	De sostén. .	Suberoso y gelatinoso.
				De conducción	Esclerenquima.
					Vascular.
					Criboso.

6—Organos. Los distintos órganos de los vegetales que hemos considerado, la raíz, el tallo y la hoja que forman en último resultado el aparato de nutrición del vegetal, los estudiaremos en este mismo orden, á continuación el órgano de reproducción ó sea la flor de las plantas más superiores, terminando con un estudio de los órganos de reproducción en los demás grupos.

LA RAIZ

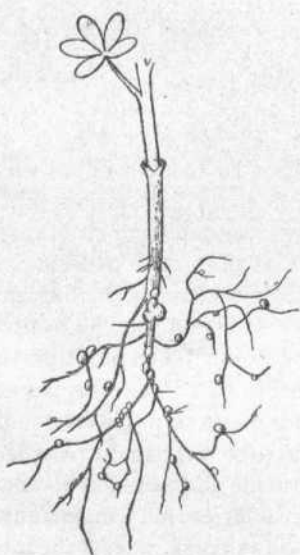
1—Morfología de la raíz. La raíz no existe según hemos visto ya, más que en las plantas vasculares, es decir en las Criptógamas vasculares y las Fanerógamas. Tiene la forma de un cilindro unido por su base á un tallo y estrechado hacia el vértice; lo más frecuente es que se desarrolle en el suelo, algunas veces en el agua, como en la *Lenteja de agua*, las menos en el aire, como en algunas Orquídeas. En todos los casos se dirige siempre verticalmente hacia el centro de la Tierra, bajo la influencia de la pesantez.

Examinado de cerca el extremo de la raíz, observaremos que en la misma punta ofrece un caracter particular, y es que se presenta envuelta por una especie de dedo de guante, corto, que se denomina la *cofia* ó *pilorrisa*; su papel es evidente, protege la punta blanda y delicada de la raíz, de la presión que ejercen sobre ella las partes sólidas y angulosas del suelo. A partir de la cofia remontando hacia la base, nos encontramos con una región en donde la superficie es perfectamente lisa; viene después una parte en donde cada célula superficial se prolonga en un largo tubo á modo de pelo, en que los inferiores son más cortos, lo cual demuestra que son también los más jóvenes; es la *región pelosa*, que juega un papel fisiológico muy importante en la absorción. Los pelos tienen una existencia muy corta, pues á medida que van ganando elementos hacia el vértice, pierden otros tantos en la base, parece como si se trasportara á lo largo de la raíz.

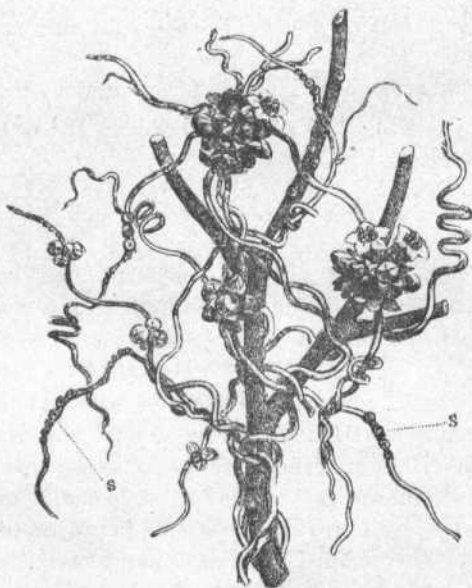
La raíz crece longitudinalmente, pero no en toda su longitud; basta para convencernos de ello, tomar una raíz joven creciendo en el aire húmedo á una temperatura favorable, y si hemos tenido cuidado de marcar con antelación y por medio de trazos hechos con tinta china varios milímetros á partir del vértice, observaremos al cabo de algunos días que el crecimiento ha tenido lugar únicamente en el espacio comprendido entre los milíme-

tros dos y cuatro, es decir, en la región comprendida entre la cofia y los pelos. Pero hay otra particularidad también, y es que el crecimiento no es igual en todas las líneas longitudinales, sino que en un momento dado, hay una en donde dicho crecimiento tiene su máximo, y como está variando continuamente, de aquí, que la raíz se encorve y vaya penetrando en el terreno á modo de barreno, facilitando mucho su penetración, propiedad que se ha llamado *circumnutación*.

La raíz que casi siempre se presenta como continuación del tallo, no es única; pues siempre presenta ramificaciones, estas á su vez otras y así sucesivamente, en que las últimas se llaman raicillas ó radículas; un sistema semejante de ramificación, cuya forma es la de un cono, con la base hacia abajo, le denominaremos sistema *común* de ramificación. Cuando la raíz principal crece largo tiempo y se limita á emitir algunas raíces secundarias cortas, pero sin ramificaciones de mayor grado, el todo afecta también una forma cónica pero invertida con respecto á la anterior, sistema *pivotante*, como se observa en la remolacha y zanahoria; ó bien la raíz principal cesa de crecer bien pronto, y son las raíces secundarias las que toman un largo desarrollo, como sucede en las plantas bulbosas, la cebolla por ejemplo; semejante sistema le llamaremos *fasciculado*.



(Fig. 37).—Raíz del Altramúz, con tubérculos originados por una Bacteriácea.



(Fig. 38).—Chupadores de la Cúscuta: en S, se ven grupos de ellos.

En la mayoría de los árboles de nuestros climas, el tallo se continúa con la raíz principal á la que se le da el nombre de terminal, pero en muchísimos casos el tallo emite raíces por sus flancos, unas en relación con órganos como hojas ó yemas y otras veces en puntos indeterminados y éstas únicamente son las que merecen el nombre de *adventicias* y en esto precisa-

mente es en lo que está fundado el cultivo de algunas plantas, como la *Fresa* por ejemplo y la reproducción artificial de otras por los métodos de *estaca* y *acodo*.

2—Diferenciaciones de la raíz. En muchas plantas algunas raíces toman un desarrollo y una forma anormales en relación con una función especial. Citemos algunos casos. Ciertas raíces adventicias agrupadas en la base del tallo, como sucede en las Orquídeas, cesan de alargarse, se dilatan y cargándose de materiales nutritivos se convierten en otros tantos *tubérculos*. Las Leguminosas, los producen igualmente en sus raicillas por la acción de una bacteria parásita (*fig. 37*).

Fija la Hiedra al suelo por raíces ordinarias, emite innumerables raíces adventicias que sirven para fijarla a los muros, troncos, etc., por donde trepa, son raíces en forma de garfios; otras veces se ensanchan en forma de *flotadores* en aquellas plantas que viven en el agua; ó bien se convierten en *zarcillos* como en la Vainilla y sirven para arrollarse en espiral, alrededor de los soportes. Las plantas parásitas transforman el extremo de sus raíces en *chupadores* que penetran más ó menos en el vegetal atacado, (*fig. 38*), algunas veces penetrando todo el sistema radicular, como en el caso del Muérdago.

3—Estructura de la raíz. Considerando una raíz joven, y cerca de su extremidad, la veremos constituida por una porción cortical, formada por parénquima y limitada por una capa, cuyas células se hallan más ó menos suberizadas; en el interior un cilindro central parenquimatoso también, pero que en su periferie aparecen una ó más zonas radiales y regularmente dispuestas de haces fibrosos vasculares y alternando con estos otros paquetes que son masas de tubos cribosos y fibras (hacesillos liberianos).

Lección 28.^a

EL TALLO

1—Morfología del tallo. El tallo hemos visto no existe en el grupo más inferior de plantas ó sea en las Talófitas. Tiene ordinariamente una forma cilíndrica, terminado en el vértice por una punta obtusa y dirigiéndose verticalmente bajo la influencia de la pesantez; por la base se une a la raíz terminal, que le fija al suelo. Entrecortando al tallo de trecho en trecho, se encuentran unos discos transversales, llamados *nudos*, que es donde están insertas las hojas; la porción comprendida entre dos nudos, es un *entrenudo* ó *meritallo*. A medida que nos aproximamos hacia el vértice, los entrenudos van siendo más cortos, y en el extremo mismo las hojas más pequeñas y dispuestas unas sobre otras recubriendo el vértice del tallo, forman la *yema terminal*. (*fig. 39*) Si la consistencia del tallo es blanda y carnosa, se dice *herbáceo*; cuando se hace duro y seco el tallo es *leñoso* y según su modo de ramificación, un *arbusto* ó un *árbol*.

El tallo crece en dirección vertical. En un principio es por la yema terminal colocada en el mismo vértice del tallo, a cuyo crecimiento podemos llamar *terminal*, pero a medida que se van formando los entrenudos, estos van creciendo también, con una intensidad mínima en un principio, pero que

llega á tener un máximo, decreciendo después y repitiéndose esto á lo largo de todo el tallo, de modo que en un momento dado habrá un entrenudo al que corresponderá este máximo; dicho crecimiento es *intercalar*.

Si el crecimiento fuese uniforme en todas las líneas longitudinales, el crecimiento tendría lugar en línea recta, pero no es así; en un momento dado hay siempre una línea á la que corresponde una velocidad de crecimiento mayor, y por tanto el tallo se encorvará haciéndose convexo de este

lado; y como esta línea va moviéndose progresivamente alrededor del tallo, resulta que éste imprime á su vértice un movimiento circular á lo largo de una hélice ascendente. De la misma manera que en la raíz, denominaremos á este fenómeno *circumnutación* del tallo; el sentido del movimiento es constante para una misma planta, y se opera generalmente de izquierda á derecha. Hay plantas cuyo tallo tocando un soporte recto, cuya anchura no depase la amplitud de sus revoluciones, se arrollan en hélice alrededor de estos soportes y conservan indefinidamente esta curvatura; semejante tallo es llamado *volute*. A medida que el tallo se alarga, al mismo tiempo se ramifica, estando esta *ramificación* en relación con las hojas, pues en la axila de estas se ve aparecer una pequeña protuberancia ó sea una



(Fig. 39).—Yemas del Castaño de Indias (*Esculus hippocastanum*).

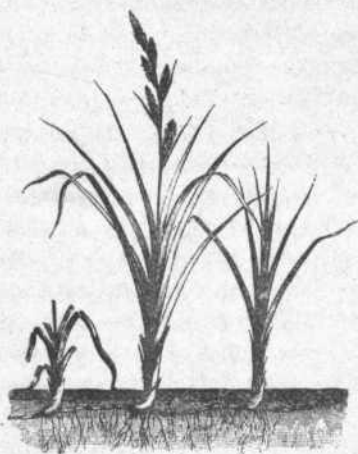
yema axilar que comienza á alargarse y producir hojas del mismo modo que el tallo; á este le denominaremos *tronco* y á las ramificaciones de él nacidas *ramas*; estas á su vez se comportan igualmente produciendo ramificaciones de segundo, tercero, etc., orden, que llamaremos *ramillas*, dependiendo por consiguiente el aspecto ó porte que se llama de la planta, de la distinta manera de verificarse esta ramificación.

El tallo *normal* que podemos llamar á éste, trae su origen de los primeros desarrollos del huevo, pero hay ciertas plantas, que no producen nunca semejante tallo, ó bien al lado del normal se originan otros, bien sobre una hoja, sobre una yema ó sobre la raíz, llamándose á estos últimos *renuevos*. A estos tallos que se diferencian por el origen del normal, les llamaremos *adventicios*, estando precisamente fundada la operación que los agricultores llaman *poda*, en este hecho.

Todos estos caracteres morfológicos, nos permiten diferenciar al tallo de la raíz. Esta, está provista de cofia, nunca lleva hojas, yemas ni ramificaciones exógenas y además su crecimiento está limitado á una región muy pequeña cerca de la extremidad.

2—Diferenciaciones del tallo. Si la planta presenta ramificaciones

subterráneas y por la ausencia de raíces es el tallo el que debe absorber los líquidos del suelo, toma caracteres diferenciales bastante grandes, que ha hecho se dé á semejantes tallos el nombre *rizomas* (Fig. 40). Cuando el tallo



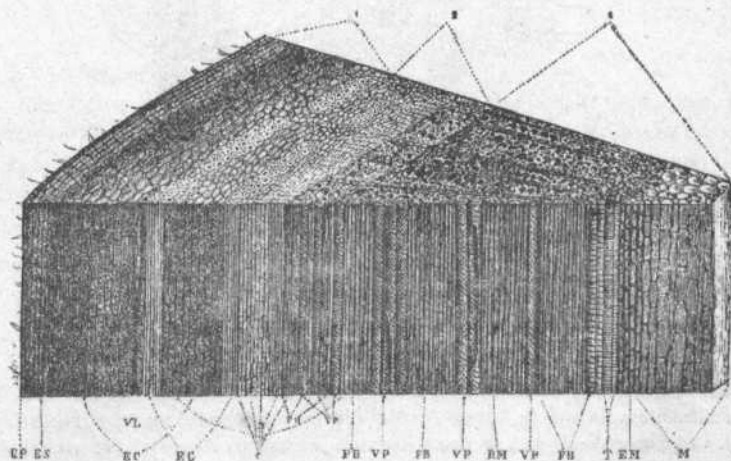
(Fig. 40)—Rizoma del *Carex*.

es muy delgado é incapaz de sostenerse, ciertos ramos se presentan conformados de distinta manera con el fin de fijarlo á los soportes; ya son *espinas* como en el Endrino ó Espino negro; *garfios*, como en la *Uncaria*; *zarcillos*, como en la *Vid*. Muchos tallos subterráneos se presentan engrosados en su totalidad, ó en un solo entrenudo y cargados de materiales de reserva, acostumbrándose á llamar á estos tallos, *tubérculos*.

3 — Duración y dimensiones del tallo. En gran número de plantas como en el Trigo, el tallo vive tan solo durante el periodo vegetativo de un año, plantas *anuales*; en otras durante dos años, floreciendo al segundo, *bisanuales*.

Otros viven durante un cierto número de años, pero si fructifican una sola vez, serán *monocárpicos*, si lo verifican varios *viváz* ó *policárpico*.

4—Estructura del tallo. Examinando un tallo de una planta Dicotiledónea, (fig. 41) le veremos constituido de dos partes, la *corteza* y el *leño*.



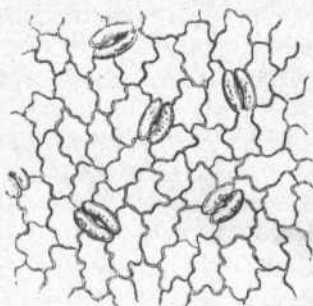
(Fig. 41)—Corte horizontal y transversal de un tallo de *Arce* de año y medio.

La corteza está formada por un parénquima generalmente clorofílico, que se llama *cubierta herbácea* y envuelto por una capa más externa que es la *epidermis*, y en la cual tenemos que considerar dos clases de órganos importantes, los pelos y los estomas. Los *pelos* no son más que producciones de

las células epidérmicas de forma muy variable y que en ocasiones dan un aspecto especial al tallo, encerrando frecuentemente secreciones especiales en las células de su ápice, y á veces, como en las Ortigas, (fig. 42) en las de la base. Los *estomas*, (fig. 43) son poros microscópicos bordeados por dos

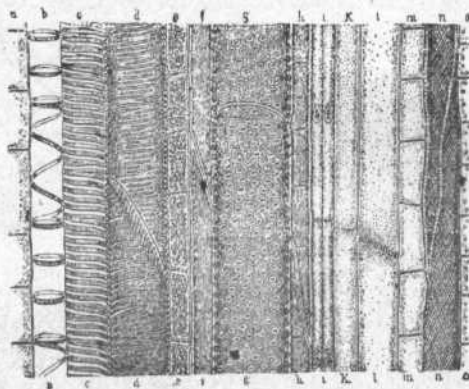


(Fig. 42)—Pelo urticante de una Ortiga.



(Fig. 43)—Trozo de epidermis con estomas.

células clorofilicas, que dejan entre si una abertura, por la que el aire tiene acceso á un espacio intercelular ó cámara estomática. El leño lo constituye unos hacecillos de tejido fibroso-vascular de figura oblonga aguzada en la parte que mira al centro y dispuestos radialmente. Cada uno de estos hacecillos está partido desigualmente en dos porciones por una zona de tejido

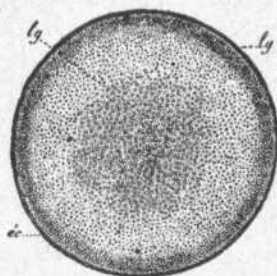


(Fig. 44)—Sección longitudinal de un tallo de Dicotiledónea. *a* y *m*, parénquimas de reserva, *b*, vaso anillado; *c*, vaso espiral; *d*, vaso rayado; *e*, parénquima amiláceo; *f* y *n*, esclerénquima ó fibras; *g*, vaso punteado; *h*, parénquima escleroso; *i*, meristemo secundario, en vías de división; *k*, parénquima de reserva; *l*, tubo criboso, cuyos tabiques transversales no llevan más que una sola criba.

celular llamado el *cambium*, y en el interior existe un parénquima sin clorofila que es la *médula*, que se insinua por entre los hacecillos fibroso-vasculares formando los *radios medulares*. La parte fibroso-vascular constituida por la porción externa de los hacecillos, se llama *líber*. (Fig. 44).

Al llegar la primavera, cuando el periodo de vegetación es activo, el cambium comienza á regenerar sus células y produce dos clases de elementos, unos que se van agregando á las capas más internas del liber, y otros que son hacesillos fibroso-vasculares á la porción más externa de los primitivos y siendo mucho más rápida la formación durante la primavera, la madera primaveral es de color más claro y de aquí también la alternancia de anillos tan característica de los árboles de nuestro país.

En las Monocotiledóneas (fig. 45) no encontramos esta separación entre leño y corteza. En el corte transversal un tallo de estas plantas presenta como disposición general, un círculo epidérmico lleno de parénquima y sembrado irregularmente de hacesillos fibroso-vasculares, que faltan ó son muy raros en el centro, y son más abundantes cuanto más nos alejamos de este punto, hasta llegar á la circunferencia, en la que se hallan casi en contacto.



(Fig. 45).—Corte de un tallo de una Palmera: *ec*, corteza; *lg*, hacesillos centrales; *lg*, hacesillos periféricos más apretados.

En las Muscíneas hay frecuentemente un cilindro axil formado por células muy estrechas, remedo de hacesillos fibroso-vasculares, envuelto por un parénquima homogéneo. En las más sencillas, todo el tallo es parenquimatoso.

Lección 29.

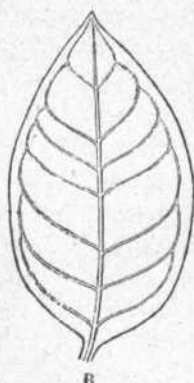
LA HOJA

1 - Conformación de la hoja. La hoja es un órgano en forma de lámina, más ó menos oval que parte de un nudo del tallo. Una hoja completa comprende tres partes: la *vaina*, porción ensanchada de la base por donde se une al tallo, el *peciolo*, prolongación delgada más ó menos larga; y el *limbo* que es la lámina verdosa, parte esencial de la hoja; suele faltar el peciolo, y entonces la hoja se llama *sentada*. Si falta el limbo, sucede muchas veces que el peciolo se ensancha y viene á reemplazar á aquel en sus funciones, constituyendo un pseudolimbo al que se le da el nombre de *filodio*.

En el limbo podemos observar una especie de costillas que forman salientes, sobre todo en la cara inferior, son los *nervios*, cuyas últimas ramificaciones son finísimas y se hallan incluidas entre una masa parenquimatosa verde. La disposición de los principales nervios en el limbo, su *nerviación*, como acostumbra á decirse, es muy variable, pero podemos relacionarlas todas ellas á cuatro tipos principales. El caso más simple es el de un nervio único, medio, que no se ramifica, la hoja es *uninerviada*, y el limbo estrecho y frecuentemente de forma lineal. Otras veces á lo largo de un nervio medio están dispuestos otros secundarios, como se insertan las barbillas en una pluma, la hoja es *penninerviada* (figs. 46 y 47) y el limbo entonces de forma oval más ó menos alargado. Si del punto en que el peciolo se une al limbo,



(Fig. 46)—Hoja penninervia-
da de la *Ostrea*.



(Fig. 47)—Hoja penninervia-
viada de una Mirtácea.

parten varios nervios divergentes en que el del centro es mayor y los de los lados van decreciendo, es decir dispuestos como los dedos en una mano, la hoja es *palmínervia* (fig. 48) y de forma más ó menos circular, entrecortada por segmentos. Por último, si son varios los nervios que corren paralelamente de la base al ápice del limbo la hoja es *rectinervia* (figs. 49 y 50) y cuando son curvos, se llama *curvinervia* (Fig. 51)

Ambas caras del limbo tienen frecuentemente aspecto distinto; la superior es brillante y de un verde más oscuro que la inferior, pero cuando el parénquima se desarrolla mucho, llegando á ocultar su nerviación, ambas son idénticas, y estas hojas se denominan *crasas*.

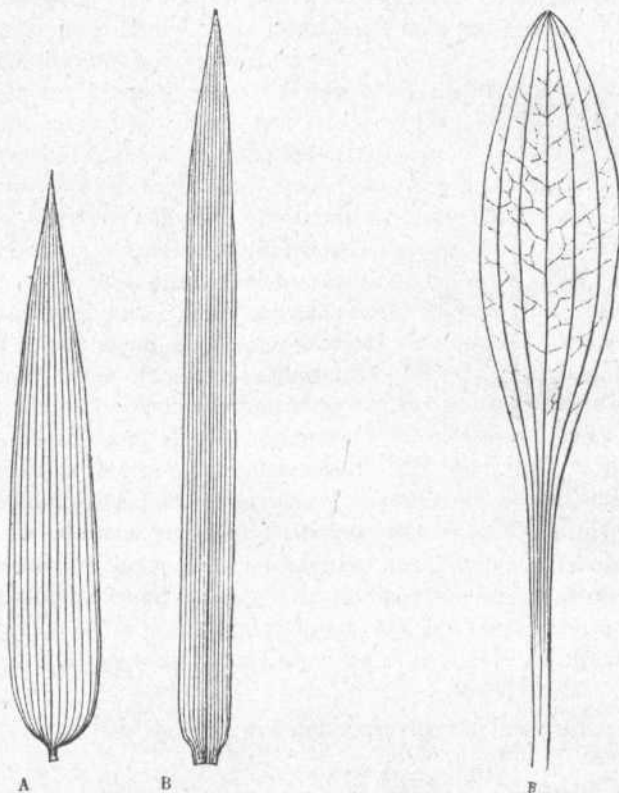
2—Ramificación de la hoja. Puede el limbo de la hoja presentar sus bordes íntegros, es decir desprovistos de ángulos entrantes, entonces se dice que es *entera*; pero si el contorno ofrece estos entrantes, recibe distintos nombres, como *dentada* si presenta pequeños salientes, *aserrada*, si son agudos, *festonada* si redondeados. Si los ángulos entrantes llegan hasta la mitad de la distancia al centro, *hendidás* ó *lobadas*, y *partidas* si le alcanzan. Se puede expresar á la vez el tipo de nerviación y su modo de ramificación; así las hay *palmado-hendidás*, como las del Ricino, *pinnatifidas*, como las de la Escarola.

El peciolo se ramifica también frecuentemente, produciendo otros peciolo secundarios, cada uno de los cuales lleva una hojuela ó foliolo; estas hojas se llaman *compuestas* y pueden referirse á dos tipos; si los foliolos están insertos en el mismo punto, en la terminación del peciolo principal, las hojas se llaman *palmado-compuestas*, como en el Castaño de Indias, y si los foliolos nacen á uno y otro lado del principal, como en la Acacia de Bola, *pinnado-compuestas*.



(Fig. 48)—Hoja palminervia del *Acer platanóides*.

El limbo ó el peciolo pueden ramificarse en su base misma, originando en el punto en que se insertan en el tallo y á uno y otro lado, un par de hojuelas, más pequeñas y algo diferenciadas con respecto á la hoja, que se llaman *estipulas*. En las Gramíneas, cuya hoja es abrazadora, la vaina es muy larga y se prolonga por cima de la inserción del limbo, en una lámina incolora y membranosa que se llama *ligula*.



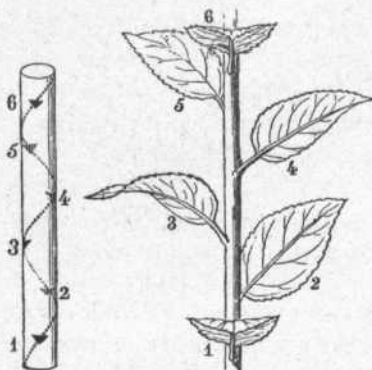
(Figs. 49 y 50)—A, Hoja rectinervia del *Bambusa* y B, del *Oryza clandestina*.

(Fig. 51)—Hoja curvinervia del *Bupleurum falcatum*

3—Duración de las hojas. Nacidas en primavera, las hojas mueren ordinariamente en el otoño, son entonces *caducas*. Pero en ciertas plantas, duran aquellas algunos inviernos, son *persistentes*, y antes de caer son reemplazadas por otras, lo que hace que estos árboles se conserven siempre verdes. Este fenómeno es efecto del clima, pues hay especies que son de hojas permanentes en un país, y caedizas en otro más frío; la Vid, que es en nuestro territorio de hoja caduca, es en Canarias de hoja persistente. Esta caída de las hojas, es producida por la formación de una capa de parenquima suberoso, que aislándola de los tejidos vivos del interior, determina su muerte, después de haber perdido el color verde, y los fuertes vientos de la estación otoñal tardan poco en romper esta fragil unión separando así las hojas.

4—Filotaxia. Las hojas no nacen arbitrariamente en cualquier punto del tallo, sino que están dispuestas con regularidad según leyes determinadas; esta propiedad es la que se denomina *filotaxia*.

Las disposiciones filotáxicas pueden reducirse fácilmente á dos grupos: uno en que los puntos de inserción de cada hoja se hallan situados á diferente altura sobre el tallo; y otro, en que dos ó más hojas estén insertas á igual altura formando un verticilo. En el primer caso las hojas se dice que están *alternas* ó *esparcidas*, y en el segundo *verticiladas*. Si en un tallo, y á



(Fig. 52)—Trozo de un tallo de Cerezo mostrando la disposición foliar, con un fragmento aumentado para ver la dirección de la espira.

partir de una hoja determinada (fig. 52) vamos trazando una línea ascendente que pase por las inserciones de las demás hojas, en cuyo caso recorremos una hélice, hasta llegar á otra que tenga su punto de inserción en la misma vertical que aquella desde la cual partimos, y si hemos contado el número de vueltas que esta porción de la espiral contiene, y el número de hojas que en ella están insertas, colocando ambos números respectivamente como el numerador y el denominador de un quebrado, habremos conseguido representar aritméticamente la disposición de las hojas sobre el tallo.

Esta expresión aritmética se llama

ciclo. La disposición de las hojas, generalmente constante en cada especie, no ofrece todos los términos posibles, sino que las fracciones filotáxicas tienen entre si relaciones que las agrupan formando series en que los dos términos de cada fracción, son la suma de los términos de las dos fracciones anteriores.

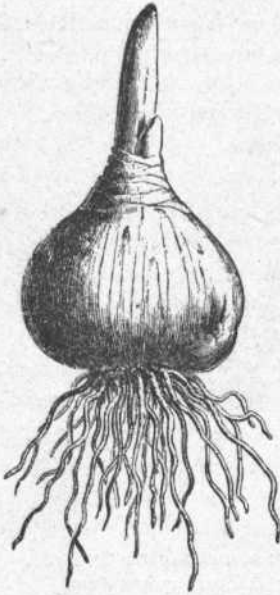
Así casi todos los ciclos corresponden á la serie siguiente:

$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{3}{8} \quad \frac{5}{13} \quad \frac{8}{21} \quad \frac{13}{34} \quad \text{etc.}$$

Esta ley de la distribución de las hojas sobre el tallo presenta grandísima importancia, porque de la colocación de las hojas depende la de las ramas, flores y frutos, órganos que en muchos casos aparecen también dispuestos con regularidad alrededor de un eje.

Las hojas en las yemas también afectan disposiciones particulares, y es á lo que se denomina *prefoliación*.

5—Diferenciaciones de las hojas. A medida que las hojas crecen, toman frecuentemente las unas con relación á las otras diferencias muy variadas. Esta diferenciación se explica perfectamente en relación con el cambio de medio, pero aun en las mismas hojas aéreas, las presentan muy notables.



(Fig. 53)—Bulbo del Jacinto.

Todas las plantas leñosas de hojas caducas de nuestros climas, cuya vegetación es interrumpida en el otoño, tienen sus yemas recubiertas de un cierto número de hojas rudimentarias, desprovistas de peciolo, endurecidas y de coloración parduzca, frecuentemente unidas por una materia resinosa (Coníferas) ó gomosa (Alamo), son hojas *protectorices*.

Otra modificación tiene lugar en las hojas que recubren los *bulbos* en las plantas Monocotiledóneas (fig. 53). Pierden el peciolo y se hacen tiernas almacenando sustancias en reserva para ulteriores desarrollos. Algunas hojas prolongan su nervio medio en una espina ó también los laterales, pero otras veces la diferenciación es mayor puesto que es toda la hoja entera la que se transforma en una *espina*, por perder el limbo. Estas espinas se diferencian perfectamente de esas otras producciones epidérmicas llamadas *aguijones*, pues estos se desprenden con facilidad de

la planta, dejando una cicatriz bien marcada. Otras veces una parte de la hoja, ó toda entera, toma la forma de un filamento, simple ó ramificado que se arrolla alrededor de soportes y se convierte en lo que se llama un *zarzillo*. (fig. 54). La diferenciación de la hoja, consiste algunas veces en un desarrollo

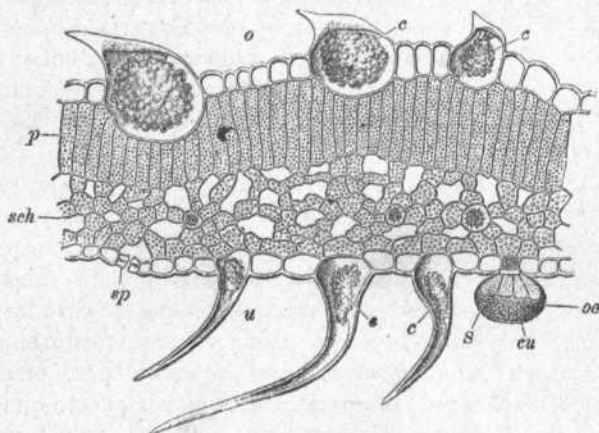


(Fig. 54)—Porción de un tallo de Melón, con zarzillos foliares.

particular, dando por resultado la formación de una cavidad profunda, abierta por un orificio provisto de un opérculo. Esta forma de recipientes llevan el nombre de *ascidias*, y son características de las plantas carnívoras.

La más importante de todas las diferenciaciones, es cuando la hoja se consagra á la formación de cuerpos reproductores. El conjunto de hojas diferenciadas con este fin, ha recibido, como ya sabemos, el nombre de *flor*, pero por su importancia capital, será objeto de capítulo aparte.

6—Estructura de la hoja. Dando un corte transversal á un peciolo, le veremos constituido de la manera siguiente; en el centro seccionados los paquetes fibroso-vasculares y dipuestos radialmente, envueltos por una masa



(Fig. 55)—Corte transversal de una hoja de Cáñamo; *o*, cara superior; *u*, inferior; *p*, parénquima en forma de empalizada; *sch*, parénquima lagunoso; *c*, cristolitos; *sp*, estoma; *oe*, glándula de esencia.

de parénquima clorofílico, y éste á su vez por una capa epidérmica. En la lámina ó limbo la disposición general de estos elementos en un corte transversal es la siguiente, (fig. 55) 1.º capa superior de la epidermis, generalmente sin estomas; 2.ª una capa de células clorofílicas, alargadas, dispuestas perpendicularmente á esta epidermis, y que se denomina por su aspecto, parénquima en forma de empalizada; 3.º varias capas de células verdes también, pero cortas y de forma variada, que dejan entre sí grandes huecos ó lagunas llenas de aire; 4.º la red fibroso vascular, cuyos nervios se distribuyen por la anterior; 5.º la epidermis inferior, rica en estomas.

Lección 30.ª

LA FLOR

1—Hemos estudiado hasta ahora las tres clases de órganos de los vegetales, raíz, tallo y hojas, suficientes para la vida de estos, pero es necesario que la planta se reproduzca y con este objeto no aparece un órgano nuevo, se limita á diferenciar sobre su tallo un ramo, ó porción de él con las hojas, que es á lo que llamamos *flor*. La porción de ramo que lleva la flor es el *pedúnculo*, cuya terminación generalmente ensanchada y de forma variable se denomina *receptáculo*. A los lados del pedúnculo nacen hojillas rudimentarias ó *brácteas* y las colocadas sobre el receptáculo que están profundamente diferenciadas, son las que constituyen la flor propiamente dicha.

2—Inflorescencias. La disposición de las flores sobre los tallos es también constante y característica en cada especie. En unas plantas, las flores nacen solitarias ó reunidas en corto número en las axilas de las hojas, pero en otras y es lo más frecuente, existen partes especiales de los tallos, que están destinadas á llevar las flores; este conjunto se llama

inflorescencia. Podemos para su estudio clasificarlas en dos grandes grupos, según la yema terminal del eje primario dé lugar á una flor, abierta la cual el crecimiento de la inflorescencia se detiene, *inflorescencias definidas*, ó según los ejes primarios terminen en una yema, en cuyo caso aquellos se prolongan indefinidamente, y las flores solo nacen sobre los ejes secundarios que aparecen sobre las axilas de las hojas, *inflorescencias indefinidas*.

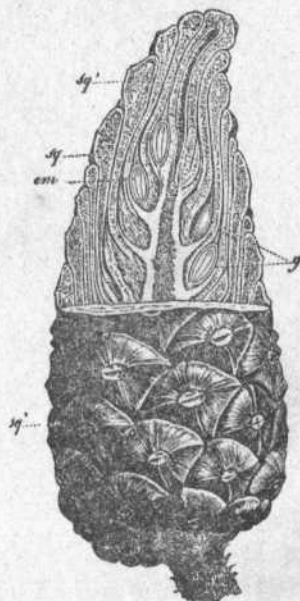
Entre las indefinidas merecen especial mención las siguientes. Si el eje primario más ó menos largo, lleva un número indefinido de flores sentadas, se llama *espiga*, (fig. 56) presentándose como variantes de ella, el *amento*, (fig. 57) espiga de flores unisexuales como en el Castaño; cuando el



(Fig. 56)—Espiga de Llantén.



(Fig. 57)—Amento masculino del Sauce.



(Fig. 58)—Cono del Pino.

amento es corto y cónico, se llama *cono* (fig. 58) (Pino); *espádice* si sobre la parte superior existen flores masculinas y en la inferior femeninas (Aro). Cuando los ejes secundarios parten todos de la terminación del primario y se separan divergentes como las varillas de un paraguas, *umbela*, (Zarzaparrilla). Si las flores se hallan todas sentadas en la terminación del eje primario, más ó menos engrosado, y forman por su conjunto una flor compuesta rodeada de brácteas, recibe el nombre de *cabezuela* (Girasol). Cuando el eje primario lleva una porción de ejes secundarios próximamente de igual longitud, y una flor en la terminación de cada uno, se llama *racimo* (fig. 59) (Grosella); un racimo en que los ejes secundarios son desiguales y llegan á la misma altura, recibe la denominación de *corimbo* (fig. 60) (Peral). En muchas plantas los ejes secundarios de la inflorescencia se ramifican á su vez dando lugar á otras más complejas. Así existen espigas compuestas de espigas, como en el Trigo, umbelas compuestas de umbelas (Hinojo), etc.

Las inflorescencias definidas reciben colectivamente el nombre de *cimas*, y su disposición general es la siguiente: en la base de la flor terminal hay dos ó más brácteas, en cuyas axilas nacen ejes secundarios que se conducen como los primarios, y así sucesivamente. Las varias combinaciones á que esto se presta, producen unas veces cimas dicótomas, umbeliformes, es-corpioideas, etc.



(Fig. 59)—Inflorescencia en racimo de la Avena.



(Fig. 60)—Inflorescencia en corimbo del Cerezo.

3—Organos accesorios de la flor. El pedúnculo de la flor, está en algunos casos desnudo, se pasa entonces sin intermedio de las hojas á la flor; pero lo más frecuente es que lleve un cierto número de hojuelas, más pequeñas y como rudimentarias, son las *brácteas*, á las que las flores deben en ocasiones su belleza como algunas Bromeliáceas; ciertas Monocotiledóneas, llevan debajo del pedúnculo primario, una ancha bráctea que envuelve á todo el grupo floral, semejante bráctea es denominada *espata*. En las Compuestas y en las Umbelíferas, se reúnen las brácteas madres de los pedúnculos ó de la fila más externa de flores y forman un *invólucro*. Otras veces debajo de la flor, se forma una excrescencia en el pedúnculo que agrandándose llega á recubrir su base en forma de copa; semejante producción se llama *cúpula*, como la del Castaño.

4—Conformación general de la flor. Las hojas diferenciadas que componen la flor, están insertas en el receptáculo formando verticilos. El número de estos en una flor completa, es el de cuatro, diferenciados entre si y adaptados á otras tantas funciones especiales.

El verticilo más exterior es el *caliz*; cada una de sus hojas ordinaria-

mente verdes, es un *sépalo*. El segundo verticilo es la *corola*, y cada una de sus hojas, casi siempre coloreadas, es un *pétalo*. Caliz y corola, no tienen la importancia de los verticilos siguientes y se les designa bajo el nombre colectivo de *envolturas florales* ó de *perigonio*.

El tercer verticilo es el *andróceo*; cada una de sus hojas es un *estambre*. Este se compone de un peciolo largo y delgado, llamado *filamento*, y un pequeño limbo con cuatro emergencias ó *sacos polínicos*, que forman la *antera*. Llegada la época de la madurez, los sacos se abren, dejando paso á un polvo, casi siempre de color amarillento que es el *polen* y que en último resultado son células, destinadas á jugar el papel masculino en el acto de la formación del huevo, designándose por esto el conjunto de estambres, ó sea el verticilo sexual masculino, con el nombre de *andróceo*.

El cuarto verticilo, situado en el centro de la flor, es el *pistilo* y cada una de sus hojas, un *carpelo*. El carpelo es una hoja sentada ensanchada en su porción inferior, ó sea el *ovario*, continuándose en una porción delgada, el *estilo*, y cuyo vértice ensanchado y cubierto su superficie de papilas que segregan un líquido viscoso, es el *estigma*. Los bordes del ovario, se engruesan por formación de un tejido especial y forman la *placenta*, de la cual penden unos cuerpecillos redondeados ú *óvulos*, por intermedio de una prolongación delgada ó *funículo*; el punto en donde el funículo se une al óvulo, es el *hilo*. El óvulo está formado de dos partes, unas cubiertas, que dejan al descubierto un punto ó *micropilo*, por donde se pone en relación con el medio exterior y una masa de forma oval y parenquimatosa; las cubiertas forman el *tegumento* y la masa interior, la *nuececilla*, unida por su parte inferior al tegumento por medio de la *chalaza*. Siendo la nuececilla el órgano reproductor hembra, puede aplicarse al conjunto, el nombre de *gineceo*.

Toda flor que posee los cuatro verticilos que acabamos de enumerar se llama *hermafrodita completa* ó *diperiantea*, pero se encuentran frecuentemente, flores más simples. Es una simplificación cuando los dos verticilos se hacen semejantes, como sucede en muchas Monocotiledoneas, pero aún puede marcarse más, si el número de verticilos se reduce á tres, como sucede en el caso de que haya una sola cubierta, que es siempre el caliz, rodeando á los órganos sexuales, como sucede en el Olmo; ó con ambas cubiertas, poseer una sola clase de órganos sexuales, flores *unisexuadas*, masculinas ó femeninas, pudiendo llevar un mismo individuo, ambas clases de flores, plantas *monoicas*, (Calabaza), y *dioicas*, si ambas se encuentran separadas sobre individuos diferentes (Palmera datilera). La simplificación es mayor aun si la flor no comprende más que dos verticilos, caso que puede ocurrir, faltando ambas cubiertas (Fresno), *hermafrodita desnuda* ó *aperiantea*, ó con una sola cubierta tener un verticilo floral como en el Castaño. En fin, la flor puede reducirse á un solo verticilo, y este tiene que ser el andróceo en unas plantas y el gineceo en otras, *desnudas unisexuadas*, como en el Plátano de sombra.

Es muy común el que una flor desdoble uno de los verticilos, caso muy frecuente para el andróceo, y entonces se llama *diplostémona*.

Sea cualquiera el número de verticilos florales, puede suceder que el nú-

mero de hojas sea el mismo en todas ellas, flores *isómeras*, ó variar de uno á otro, *heterómeras*, pero casi siempre se observa la alternancia, al pasar de uno á otro verticilo.

CALIZ

1—Caliz. Los sépalos son hojas ordinariamente sentadas, cuyo limbo inserto por una ancha base, termina frecuentemente en punta. Su color es ordinariamente el verde, y cuando están desprovistos de clorofila, se les llama coloreados ó *petaloides* (Tulipán). Si todos son de la misma forma y dimensión, ó siendo estas diferentes alternan regularmente, el caliz es *regular*, en caso contrario se llama *irregular*. (Fig. 61).

Los sépalos dispuestos sobre el receptáculo, cesan bien pronto de crecer por el ápice, y es por un crecimiento intercalar ó común, por el que adquieren su desarrollo, hasta una cierta altura, en que cada uno de ellos vuelve á crecer independientemente, hasta adquirir su completo desarrollo. Si este crecimiento intercalar no pasa de la base, los sépalos permanecen separados, y el caliz es *dialisépalo*, pero si estos están unidos en una extensión mayor ó menor, se dice *gamosépalo*, pudiendo ser entonces, dentado, lobulado, hendido, etc.



(Fig. 61)—Caliz irregular del Acónito

2—Estructura y ramificación del caliz. La estructura del caliz es semejante á la de la hoja. Está formado por un parénquima homogéneo, con estomas sobre ambas caras y en su interior se ramifican los haces fibroso-vasculares.



(Fig. 62)—Caliz vilanado de la Valeriana

Es frecuente que el caliz se ramifique en su base, formando estípulas que se sueldan las dos contiguas y originando un *calículo* ó *calicillo* como en la Fresa.

3—Duración del caliz. Como la misión del caliz es proteger á los restantes verticilos en el botón floral, en cuanto este se abre, suele marchitarse y caer, pero otras veces persiste acompañando al fruto, como en la Valeriana, caliz *persistente*. En algunas ocasiones continua creciendo con el ovario y llega á formar la primera cubierta del fruto (Granada), y entonces se le llama *acrescente*.

COROLA

1—Corola. Los pétalos son hojas frecuentemente sentadas, cuyo limbo inserto sobre el receptáculo por una base estrecha, se ensancha ordinariamente en su región superior; no es raro sin embargo que tenga un peciolo bien desarrollado, que se llama *uña*. En el pétalo se forman algunas veces *escrecencias*, que se desarrollan hacia el exterior en forma de *expolón* (Vio-

leta); otras veces todo él toma la forma de capuchón (Acónito) ó de cuerno (Heléboro). Los pétalos generalmente desprovistos de clorofila, son blancos ó teñidos de colores vivos; en el caso de ser verdes se dicen *sepaloideos*. Del mismo modo que el caliz, la corola puede ser *regular* ó *irregular*.

2—Crecimiento y formas de la corola. De un modo análogo á lo que observamos en el caliz, los pétalos tienen un crecimiento primero, en común ó intercalar, que si se prolonga bastante, dan lugar á la corola *gamopétala*, impropriamente llamada *monopétala*, en que los pétalos se encuentran soldados en una pieza única. En esta clase de corola se puede distinguir siempre un *tubo*, el *limbo*, ó porciones libres de los pétalos y la angostura que separa á ambos, llamada *cuello*. Si desde un principio los pétalos comienzan á crecer por separado, la corola es *dialipétala*.

Dialipétala ó gamopétala, la corola puede ser regular ó irregular, de donde resulta cuatro clases distintas.

Polipétalas regulares; *cruciforme*, con cuatro pétalos en cruz (Alelí); *aclavelada*, cinco pétalos con uñas largas (Clavel); *rosáceas*, tres á seis pétalos con uña corta (Fresa).

Polipétalas irregulares. *Amariposada*; con cinco pétalos, el posterior es generalmente mayor y se llama *estandarte*, luego dos laterales ó *alas*, libres y otros dos soldados forman una *quilla* en cuyo interior se hallan los órganos sexuales (Coletuy).

Gamopétalas regulares. Reciben distinto nombre según su forma; embudada, tubulosa, campanulada, envudada etc. (figs. 63, 64 y 65)



(Fig. 63)—Corola infundibuliforme del Tabaco



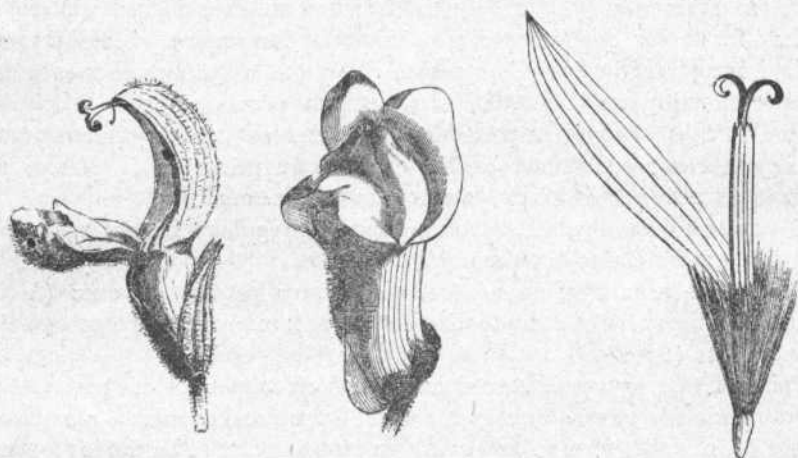
(Fig. 64)—Corola tubulosa de la Consuelida



(Fig. 65)—Corola campanulada de la Corregiola

Gamopétalas regulares. *Labiada* (fig. 66) el limbo dividido en dos labios, el superior formado por dos pétalos y el inferior por tres (Romero); *personada* (fig. 67), con labios muy aproximados y abertura cerrada por un repliegue saliente llamado *paladar* (Boca de Dragón); *ligulada*, cuando la corola se hiende longitudinalmente, quedando todas las divisiones de un solo lado, como en la *Achicoria* (fig. 68).

Así como la proximidad entre los pétalos, hace que estos crezcan en junto muchas veces, así también, si el entrenudo que separa al primer verticilo de la corola es reducido, pueden crecer juntamente, para separarse más tarde, en una pieza común en forma de copa, y en cuyo borde se separan los dos verticilos.



(Fig. 66)—Corola bilabiada de la Salvia

(Fig. 67)—Corola pinnada de la Boca de Dragón

(Fig. 68)—Corola ligulada del Amargón

3—Ramificación, estructura y duración de la corola. Frecuentemente la corola se ramifica en un plano perpendicular al limbo y hacia el interior en forma de franjas ó escamas, conjunto al que se denomina *corona*. La estructura es idéntica á la del sépalo y á la de la hoja, pero los nervios mucho menos acusados. La vida de la corola después de abrirse es siempre breve, pero de duración variable. Algunas se desprenden en cuanto se abren (Vid); pero generalmente duran hasta que ha tenido lugar la fecundación.

ANDROCEO

1—Estambres. El estambre es como sabemos una hoja, con un peciolo delgado, *filamento*, y cuyo limbo poco desarrollado es la *antera*. Del mismo modo que en los verticilos anteriores, el andróceo puede ser *regular* ó *irregular*.

El filamento, frecuentemente cilíndrico, puede estar aplastado en lámina ó afectar otra forma cualquiera; algunas veces suele ser nulo, y entonces la antera se dice sentada.

2—Crecimiento, concrecencia y ramificación de los estambres. La antera comienza por aparecer sobre el receptáculo, y es por el crecimiento del filamento, por lo que el estambre llega á su completo desarrollo. Si cada uno crece por separado, el andróceo es *dialistémono*, pero puede suceder que crezcan todos en junto, durante un trecho más ó menos

largo confundidos en una pieza común, entonces es *gamostémono* el andróceo ó de estambres *monadelfos*; ó también como sucede en muchas Papilionáceas, el estambre posterior permanece libre y los otros nueve unen sus filamentos en un tubo hendido. Es preciso no confundir la conrescencia con la simple adherencia que los estambres contraen algunas veces, verificándose casi siempre por las partes más anchas, es decir, por las anteras; los estambres son llamados entonces *sinantéreos*.

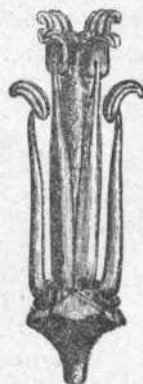
Los estambres se encuentran ordinariamente muy aproximados á los pétalos, de donde resulta la comunidad de crecimiento entre ambos, y sobre todo cuando la corola es gamopétala, y parece entonces como que los estambres nacen de la corola. Otras veces la conrescencia es aun mayor, pues tiene lugar también con la base del caliz, apareciendo entonces los tres verticilos unidos en una copa ó tubo más ó menos profundo, y en cuyo borde estos tres verticilos parecen insertos, y en el fondo de la misma se levanta el pistilo. El estambre se ramifica frecuentemente, dividiéndose el filamento en otros varios, y terminándose cada uno de ellos por una antera, y entonces el estambre se llama *compuesto*, y si estos permanecen estériles es *apendiculado*.

3—Estructura del estambre. Examinando al microscopio el corte transversal de un filamento, le hallamos constituido por una epidermis, envolviendo una capa de *parénquima* y en el centro un haz fibroso-vascular. En la antera además de la epidermis y de otras capas de células fibrosas y poligonales, existen las *células madres del polen* dispuestas en línea. Cada una de estas células, se divide en dos, y á su vez cada una de estas en otras dos, originando por consiguiente cada célula madre, cuatro granos de polen. Cada uno de estos es una célula cuya cubierta se desdobla en dos concéntricas: una externa, *exina*, cuticularizada, y otra interna *intina*, lisa y sumamente flexible y permeable. El protoplasma que contienen se llama *fovila*.



(Fig. 70)—Dehiscencia longitudinal de la antera del *Amaryllis*.

4—Dehiscencia. Llegada á la madurez la antera, los sacos polínicos se abren para dar paso á los granos de polen, fenómeno denominado *dehiscencia* y suele verificarse por medio de una abertura longitudinal que interesa á la vez los dos sacos de cada lado, *dehiscencia longitudinal* en este caso, (fig. 70) ó bien es una hendedura transversal, *dehiscencia transversal*.

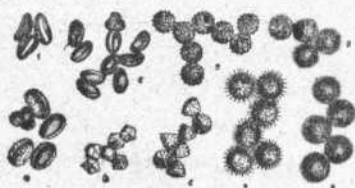


(Fig 69)—Estambres tetradinamos del Aleli.



(Fig. 71)—Dehiscencia poricida del estambre de la Patata.

Otras veces se forman pequeños agujeros en el vértice de los sacos, y es por donde tiene lugar la dehiscencia, llamada entonces *poricida*. (Fig. 71). Al salir los granos de polen están frecuentemente recubiertos por un líquido viscoso, pero otras veces forma un polvo completamente seco. Su forma, color, y tamaño, varían muchísimo, presentándose la superficie muy accidentada, (fig. 72) ya son salientes en forma de crestas, espinas, alas, etcétera, cuyo fin es facilitar el transporte de dichos granos; otras veces



(Fig. 72)—Granos de polen: 1. *Nymphaea alba*; 2. *Viscum albatum*; 3. *Carlina acaulis*; 4. *Taraxacum officinale*; 5. *Cirsium nemorale*; 6. *Bupthalmum grandiflorum*; 7. *Hibiscus ternatus*; 8. *Malva rotundifolia*; 9. *Campanula persicifolia*. (Aumento 200 diámetros).

son depresiones en forma de poros, pliegues, etc. Después de su salida de la antera los granos de polen pueden estar unidos por cuatro, formando granos compuestos. En ciertas Acacias, se sueldan en masas de 4, 8, 12, 16, etc., según la especie, pero en muchas Orquídeas la complicación es mayor, pues aparecen reunidos todos los granos de polen procedentes de un mismo saco, con los del inmediato, constituyendo *masas polínicas*.

Lección 32ª

PISTILO

1—Pistilo. El pistilo sabemos está constituido por hojas sentadas que se denominan *carpelos* y formado cada uno de estos por tres partes; el ovario, estilo y estigma, y como en todos los verticilos anteriores, puede el pistilo ser regular ó irregular, según haya ó no simetría en los carpelos con relación al eje de la flor.



(Fig. 73)—Ovario súpero de la Adormidera.

Los bordes de la hoja carpelar, pueden soldarse en totalidad, en parte, ó permanecer abierto el carpelo y sobre dichos bordes llevan los óvulos. En general se denomina *placentación*, la manera de estar dispuestos los óvulos en el ovario y en el caso de ir colocados en el mismo borde la denominaremos *marginal*, pudiendo los óvulos además estar dispersos por toda la pared del ovario, ó llevarlos solamente el nervio medio de la hoja carpelar. El número de óvulos que cada carpelo puede contener es variable; en muchos casos pasan de dos, carpelos *pluriovulados*, pudiendo reducirse hasta uno solo y entonces se llama *uniovalado*.

Como todo limbo de hoja, el ovario se compone de una epidermis, con

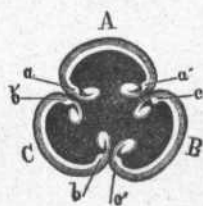
estomas sobre ambas caras; de un parénquima, que puede ser clorofílico con haces fibroso-vasculares, diversamente ramificados; únicamente sus bordes placentarios, se presentan engrosados por un tejido especial, denominado *conductor*, porque como se verá más adelante es el destinado á conducir los tubos polínicos, hasta los óvulos.

El estilo unas veces muy largo, otras tan corto que en este caso el estigma se dice sentado, participa casi siempre de la misma disposición que el ovario, pues como éste puede ser cerrado ó abierto, es decir en forma de tubo ó de canal. Como prolongación del nervio medio de la hoja tiene la misma estructura del ovario y suele estar colocado en la terminación de este, aun cuando no faltan casos en que es aparente una disposición lateral ó parecer como que nace en la parte inferior de aquel, estilo *ginobásico*. La parte terminal y ensanchada del estilo, sabemos que es el estigma, su epidermis está formada por células de forma muy variable pero que segregan un líquido viscoso, ácido y azucarado, propio para retener los granos de polen que caen sobre el y alimentarlos en su desarrollo ulterior.

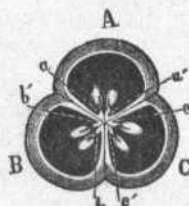
En los Gimnospermas, el estilo y el estigma faltan á la vez, estando reducido el carpelo al ovario.

2—Crecimiento y concrescencia de los carpelos. Cada carpelo aparece en un principio sobre el receptáculo como una protuberancia que bien pronto se transforma en una hoja carpelar, cuyos bordes se engruesan para llevar los óvulos. Cada carpelo puede crecer independientemente de los demás, el pistilo es entonces *dialicarpelado*, pero con mucha más frecuencia, el crecimiento es común para todos, que se desarrollan entonces en un solo cuerpo, este pistilo es *gamocarpelado*, caso el más frecuente, pudiendo llegar la soldura hasta los estilos y estigmas, pero en este último caso la concrescencia de los carpelos puede tener lugar entre carpelos abiertos ó cerrados.

En el primer caso, las hojas carpelares repliegan algo sus bordes, se sueldan íntimamente, de modo que el ovario aparece como una cavidad cerrada, surcado interiormente por tantas placentas meridianas, cuantos son los carpelos y sobre estos van insertos los óvulos; (*fig. 74*) semejante ovario es lla-



(Fig. 74)—Placentación parietal



(Fig. 75)—Placentación axilar

mado *unilocuar con placentación parietal*; sucede algunas veces que los óvulos se encuentran insertos sobre unas prolongaciones de las placentas, colocadas en el centro del ovario y desarrolladas á modo de columna, entonces la placentación es calificada de *central*.

En el caso de tener lugar la concrescencia entre carpelos cerrados, aparece el ovario como una cavidad dividida por tabiques radiantes en tantos compartimentos, cuantos carpelos hay, y las placentas se encuentran entonces colocadas en los ángulos que forman dichos tabiques; *placentación axilar* (fig. 75) y el ovario *multilocular*; pero sucede algunas veces como en las *Cariofiláceas*, que los tabiques se reabsorven, quedando únicamente en el centro una columna que es la que lleva los óvulos, disposición análoga á la de la placentación central, pero con la diferencia de que los haces liberosos tienen invertidos en posición sus elementos.

El pistilo puede encontrarse separado del andróceo por un largo entrenudo, pero con más frecuencia se encuentra muy aproximado á este, hasta el punto de que así como hemos visto que los tres verticilos anteriores pueden ser concrescentes entre si, es decir estar soldados en una masa común, puede hacerse extensiva también esta concrescencia al pistilo y cuando llegue á su máximun entre todas las partes de la flor, resultará la formación de un cuerpo macizo en cuyo interior se encuentra el ovario y por cima del cual se destacan y se separan las partes superiores de todos los verticilos; este ovario es llamado *infero*, y le daremos el nombre de *súpero ó libre*, cuando no suceda así. (Fig. 73) Es un carácter este, que ofrece una constancia bastante grande para que se pueda aplicar utilmente en la determinación de las afinidades y á la delimitación de los grupos.

4—Óvulo. Conocemos ya las partes constitutivas del óvulo, veamos ahora otras particularidades referentes al mismo. Cuando el óvulo es recto, el micropilo es opuesto á la chalaza y entonces se le denomina *ortótropo* (fig. 76) pero sucede que aquel se encorva en forma de arco ó herradura de caballo y el micropilo se encuentra aproximado al hilo y á la chalaza; el



(Fig. 76)—Óvulo ortótropo del Ruibarbo (Fig. 77)—Óvulo anatropo del Heléboro (Fig. 78)—Óvulo campilótropo de la Judía

óvulo es llamado entonces, encorvado ó *campilótropo*, (fig. 78); pero la forma más ordinaria, es aquella en que el hilo ó funículo se arrolla alrededor del óvulo hasta colocarse muy próximo al micropilo; desde el punto en donde cesa la soldadura ó hilo aparente, al verdadero, se nota perfectamente el funículo como una especie de costilla saliente llamada *rafe*; este óvulo es llamado *anatropo*. (fig. 77) Notaremos que esta disposición tiene por resultado aproximar el micropilo á la placenta, condición favorable para la fecundación.

5—Estructura del óvulo. El óvulo se encuentra envuelto por un tegumento en todas las Gimnospermas, pero en la mayoría de las Angiospermas, son dos tegumentos los que recubren al óvulo, uno externo ó *exostoma* y otro interno, *endostoma*, llamados también *primina* y *secundina* respecti-

vamente, soldados con la nuececilla al nivel de la chalaza. Pueden faltar ambas cubiertas y entonces el óvulo es desnudo y si la misma nuececilla no se encuentra individualizada como pasa en el Muérdago, se puede decir que no hay óvulo. El funículo está formado por un haz líbero-leñoso, envuelto por una capa de parénquima homogéneo, y ambos, por una epidermis; este haz líbero-leñoso, se ramifica por la cubierta, no pasando á la nuececilla que es exclusivamente una masa de parénquima, conteniendo una célula mucho más grande que las otras y en la cual tendrá lugar la transformación del huevo en embrión; esta célula es el *saco embrionario*, que contiene varias células hijas, la más importante es la *oosfera*. En las Gimnospermas el saco embrionario es macizo y está relleno de células cuya masa compacta constituye lo que se llama el *endospermo*.

6—Nectarios florales. Es muy frecuente, como en la Violeta, Ricino, etc., que las hojas florales ó el receptáculo, acumulen en ciertos puntos reservas de sacarosas que son exudadas por la superficie de aquellos órganos, líquidos del cual son muy ávidos los insectos que acuden á libarlo á las flores.

7—Anomalías de la flor. Se observa algunas veces en la naturaleza y con más frecuencia en las plantas cultivadas, flores que se desvían en algún modo de su organización normal. Estas anomalías tienen un verdadero valor científico, puesto que vienen á poner en evidencia la verdadera naturaleza de las hojas florales.

Sucede con frecuencia que las hojas de un verticilo, revisten en todo, ó en parte, los caracteres de las piezas del verticilo que le sigue, ó del que le precede; hay *metamorfosis progresiva* en el primer caso y *regresiva* en el segundo. Sépalos se transforman en pétalos, como en la Primavera, sépalos y pétalos se metamorfosean en estambres: sépalos, pétalos y á veces los estambres pasan á carpelos, como en la Adormidera. También es frecuente el que los sépalos y pétalos adquieran los caracteres de hojas verdaderas; los estambres, se transforman muchas veces en pétalos, propiedad que aprovechan los jardineros para hacer las flores de algunas plantas dobles. Por la misma causa, todas las piezas florales abortan en algunas Coles, transformándose en masas de tejidos mal diferenciados, y originando la variedad monstruosa llamada Coliflor.

FRUTO

1—Generalidades. No estudiaremos nosotros el fruto, en el concepto de un órgano como los hasta aquí estudiados, pues siempre habrá que considerarle como una transformación de partes de la flor, por el mero acto de la fecundación; esta función imprime á todos los órganos florales, variaciones, cuyo resultado final es la transformación de la oosfera en *embrión*, del óvulo en *semilla* y del ovario en *pericarpio*. Semejante agregación de partes es lo que constituye esencialmente el fruto; algunos otros órganos de la flor, como el caliz, brácteas, pedúnculos, pueden agregarse al fruto, sufriendo ó no variaciones, pero en nada hará esto variar el concepto primordial de éste.

2—Pericarpio. Después de la fecundación, el estilo y estigma se desecan casi siempre y es solo el ovario el que se convierte en pericarpio: así que se concibe puedan distinguirse en él también tres capas. La más externa se llama *epicarpio*, es la epidermis que cubría al ovario, poco ó nada transformada: la siguiente se llama *mesocarpio*, es la que se desarrolla extraordinariamente en los frutos carnosos constituyendo una gran masa de parénquima rico en principios nutritivos; la capa interna ó *endocarpio* toma unas veces la consistencia de una lámina coriácea (Manzana) ó leñosa (Melocotón). Cuando el ovario es ínfero, el caliz se asocia también al pericarpio y en la mayoría de los casos es difícil el poder determinar la parte que corresponde á uno y á otro.

3—Semilla. Al mismo tiempo que el ovario se convierte en pericarpio, los óvulos forman lo que en el lenguaje corriente se llaman *semillas*, que contienen en el interior el *embrión*, capaz de originar una planta de la misma especie.

Desde luego se distinguen claramente dos partes en la semilla; la interior ó *almendra*, y los tegumentos ó cubiertas que la envuelven. Estas son generalmente dos, bien desarrolladas, una exterior dura, que es la *testa*, y otra interior generalmente ténue y membranosa, que envuelve directamente la almendra y se llama *endopleura*. La testa puede ser lisa, ó presentar dibujos muy variados y para favorecer la diseminación está prolongada á veces en un ala membranosa (Abetos), erizada de largos pelos que forman un vilano (Chopo), ó envuelta en una masa de pelos algodonosos (Algodonero).

Aparece casi siempre bien visible en la superficie de la testa una cicatriz, que señala el hilo, así como el micropilo y una línea más ó menos marcada correspondiente al rafe.

En algunas semillas, como las de la Pasionaria, el hilo se continua en una masa carnosa que envuelve más ó menos completamente la testa, constituyendo otra nueva cubierta que se llama *arilo*; si esta misma formación se inicia en los bordes del micropilo, se denomina *ariloide* (Nuez moscada).

4—Estructura interna de la semilla. Es la parte esencial del fruto, y en ella hemos de considerar primeramente el embrión. Consta este de un eje, cuyos dos extremos han de crecer y desarrollarse en la germinación para producir el tallo y la raíz, y que respectivamente se llaman, *tallito* ó *plumilla* y el *rejo* ó *raicilla*. Además de este eje existen en el embrión, una ó más masas carnosas que no son sino las primeras hojas, y reciben el nombre de *cotiledones*. En algunas plantas no existe más que un cotiledón, plantas *monocotiledóneas*, y suele tener forma cónica, parecida á la de un apagador y encierra la yemecilla terminal de la plúmula. Cuando existen dos, plantas *dicotiledóneas*, se hallan opuestos por su inserción. También hay ejemplos de embriones que tienen más de dos cotiledones. Cada semilla no contiene más que un embrión, pero existen algunas que normalmente tienen dos (Muérdago), y hasta ocho (Naranja), pero frecuentemente se desarrolla uno solo, abortando todos los demás.

Como la nueva planta no puede vivir independientemente hasta desarrollar hojas verdes, es preciso que la semilla contenga un depósito de materias

nutritivas, capaz de alimentarla durante este período. Unas veces son los cotiledones los que muy desenvueltos y carnosos, forman casi toda la masa de la semilla, y en sus células contienen féculas, grasas y substancias nitrogenadas como materiales de reserva. Otras poseen esta reserva nutritiva en una masa de parénquima, llamada *endospermo* y *albumen*. Los materiales acumulados en el albumen, pueden ser, de naturaleza feculenta, como en el Trigo, oleosos (Adormidera) y aun córneo (Café).



(Fig. 79 —Dehiscencia longitudinal del Heléboro.

Lección 33.^a 5—Dehiscencia de los frutos. Llamando

dehiscencia el acto de abrirse naturalmente el pecicarpio maduro para dejar escapar las semillas, llamaremos *dehiscientes* á los que gozan de esta propiedad, é *indehiscientes* á los secos que no se abren sino cuando les desgarran la semilla al hincharse para germinar, y á los carnosos que solo dejan libre la semilla cuando su pericarpio se ha podrido.

Puede tener lugar esta dehiscencia de diversos modos. Por planos verticales que pasando por el eje del fruto dividen á este en varias cavidades, dehiscencia *longitudinal* (fig. 79); por planos horizontales, levantándose la parte superior del fruto, á modo de tapadera, Beleño, dehiscencia *transversal*. Por poros ó averturas colocadas en la parte superior de cada cavidad, como en la Boca de Dragón, *poricida*. Muchos frutos presentan la particularidad, de que al abrirse, arrojan con violencia y aun con ruido las semillas á distancia (Cohombrillo).

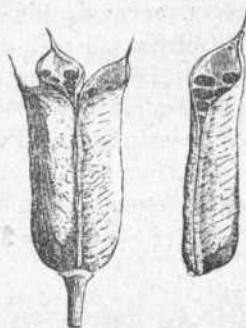
6—Clasificación de los frutos.

Frutos...	Simples ó formados por una sola hoja carpelar.	Secos.	{	Cariópside.
				Indehiscentes.
	Soldados: formados por varias hojas carpelares correspondientes á la misma flor.	Secos.	{	Aquenio.
				Sámara.
		Carnosos.	{	Fóliculo.
				Legumbre.
	Compuestos: agregados de varios frutos correspondientes á otras tantas flores.	Secos.	{	Drupa.
				Indehiscentes.
		Carnosos.	{	Cúpula.
				Sílicua.
			{	Pixidio.
				Caja.
			{	Pomo.
				Baya.
			{	Pepónide.
				Hesperidio.
			{	Cono.
				Sicono.
			{	Sorosis.

Cariópside: Fruto monospermo cuyo pericarpio muy delgado se suelda íntimamente á las cubiertas de la semilla, como en la mayor parte de las Gramíneas. *Aquenio*: como el anterior, pero el pericarpio no está soldado

con la semilla (Compuestas). *Sámara*: aquenio, cuyo pericarpio es alado (Olmo). *Folículo*: fruto unilocular que se abre por la sutura correspondiente á los bordes de la hoja carpelar, en los que van insertos las semillas. (Fig. 80). *Legumbre*: difiere del anterior, en que además, se abre por la sutura correspondiente al nervio medio de la hoja (Guisante). *Drupa*: el mesocarpio es

carnoso y el endocarpio leñoso (Melocotón). Varios de estos frutos, pueden asociarse constituyendo agregados de drupas, folículos, etc.



(Fig. 80)—Folículo del Acónito.



(Fig. 81).—Silicua del Aleli.

Cúpula: Resulta de la agregación de varios frutos monocarpelares, protegidos por una aglomeración de brácteas soldadas (Castaño común). *Silicua*: fruto bilocular, que se abre dejando dos valvas y un tabique en el centro, que lleva las semillas (Aleli): (figura 81). Se denomina *silicula*, cuando la longitud no es doble de la anchura. *Pixidio*: fruto con dehiscencia transversal (Beleño). *Caja*: bajo este nombre se designa á todos los frutos soldados, secos y dehiscentes, que no corresponden á los tipos anteriores (Tabaco). *Pomo*: con mesocarpio carnoso, soldado con el caliz, y endocarpio cartilágneo (Pera). *Baya*: las semillas están nadando en una pulpa líquida de la parte interior del pericarpio (Uva). *Pepónide*: las semillas van en el extremo de largos hilos placentarios, aplicados al nervio medio de los carpelos (Pepino). *Hesperidio*: fruto de epicarpio coloreado y rico en esencia y un endocarpio membranoso lleno de masas fusiformes de pulpa y de semillas (Naranja).

Cono ó estrobilo: conjunto de aquenios envueltos por brácteas leñosas (Pino, Ciprés). *Sicono*: receptáculo escavado, en cuya superficie interna se hallan los frutos (Higuera). *Sorosis*: conjunto de frutillos carnosos reunidos por el intermedio de brácteas también carnosas (Piña de América).

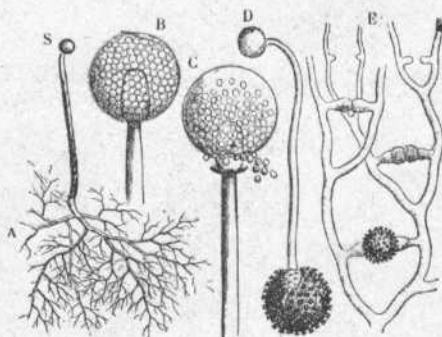
ORGANOS DE REPRODUCCION DE LAS CRIPTÓGAMAS, MUSCÍNEAS Y TALÓFITAS

1—Reproducción asexual y sexual. Correspondiendo á los dos distintos procedimientos de reproducción, de estas plantas, sexual y asexual, existen órganos reproductores, cuyas modificaciones principales vamos á estudiar. Algunas, las menos, se reproducen asexualmente; otras gozan de la propiedad de tener ambos procedimientos.

En general, llamamos *anteridios*, los órganos sexuales masculinos, y *arqueogonios*, los femeninos. Tienen el valor morfológico de los pelos, es de-

cir, que son células unidas unas á otras y afectando aquella forma, en que una de ellas se diferencia y produce los elementos masculinos ó *anterozoides*, ó bien, el femenino ú *oosfera*. Nacen directamente sobre la planta madre, ó bien se originan en un órgano no diferenciado ó *prótalo*. Se hallan contenidos generalmente en cavidades y entremezclados con otros pelos estériles, llamados *paráfisos*. La unión de los anterozoides con la oosfera, da por resultado el *huevo*, germen del nuevo ser.

Los órganos de reproducción asexual son los *esporangios*, (Fig. 82). tam-

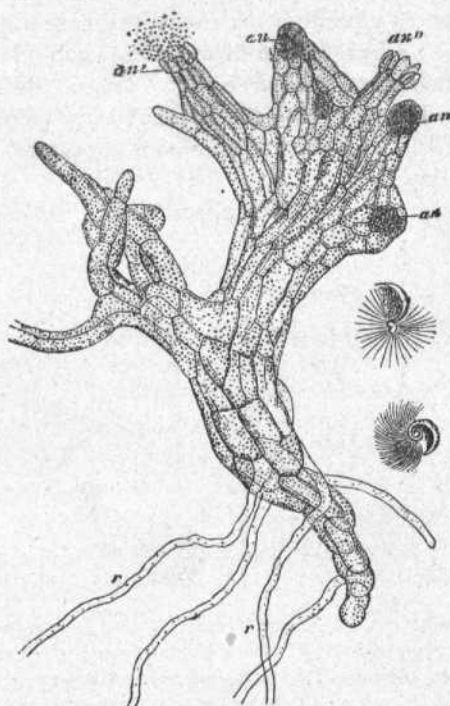


(Fig. 82)—Órganos reproductores del *Mucor Mucedo*. A, un talo ramificado, llevando un filamento terminado por un esporangio S.-B, esporangio aumentado. C, esporangio abierto dejando salir sus esporas. D, huevo germinando en el aire húmedo y desarrollado en un filamento terminado en un esporangio. E, varios filamentos del talo mostrando tres fases sucesivas de la formación de un huevo.

bién idénticos á los pelos, pudiendo estar entremezclados con *paráfisos*, y que maduros se abren y dejan proyectar simples células que se llaman *esporas*; estas, suelen estar provistas de dos membranas, la más externa es cuticularizada; el protoplasma contiene materiales de reserva y algunas veces cloroleucitos. Esto para el caso de originarse en conceptáculos ó esporangios, colocados al exterior sobre la planta madre, que otras veces toman origen en cavidades interiores, ó ascas como acontece en algunos Hongos, y entonces no llevan más que una delgada membrana albúminóidea, con prolongaciones pestañosas ó cirros, que les permiten nadar en el agua, se le denomina entonces *zoosporas*. Después de verificarse la dehiscencia del esporangio, puede suceder que las condiciones del medio no sean lo más á propósito, para el desarrollo de las esporas, en cuyo caso la membrana externa se cutiniza y permanecen así, en un estado de vida latente, hasta que aquellas condiciones varíen.

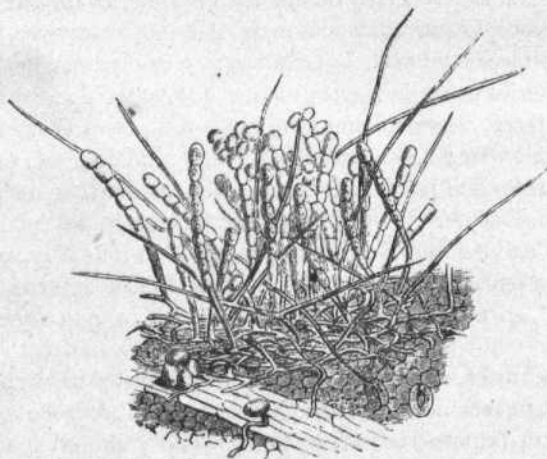
Las esporas, unas veces, originan directamente un nuevo individuo, pero en muchos casos como en las Criptógamas fibrovasculares, producen primeramente un órgano rudimentario ó *prótalo* y el cual á su vez origina anteridios y arqueogonios; las esporas entonces no son más que de una clase y el *prótalo* es monoico, pero otras veces se forman unas esporas pequeñas ó microsporas, y otras grandes ó macrosporas; las primeras forman los *prótalos machos* (fig. 83) y las segundas engendran los *prótalos hembras*.

Muchas Talasfitas no producen más que una clase de esporas, pero en



(Fig. 83)—Prótalo masculino del *Equisetum limosum*, (Cola de caballo), con dos anterozoides sueltos, *an*, anteridios cerrados, *an'*, anteridio abierto. *an''*, anteridio vacío, *rr*, rizoides.

otras se ve frecuentemente al talo adulto producir según las condiciones



(Fig. 84)—Conidios de un Erisiphé.

distintas de nutrición, varias especies con frecuencia muy diferentes las unas de las otras y apropiadas respectivamente á la multiplicación de la

planta en estas condiciones; hay entonces diferenciación, ó como se dice también, polimorfismo en el aparato esporífero. Entre todas estas diversas clases de esporas hay una que no falta jamás, es constante para el grupo considerado, y son las verdaderas esporas; á las demás cuyos caracteres varían mucho para plantas muy afines, se les dá colectivamente el nombre de *conidios*. (Fig. 84).

II FISIOLOGÍA VEGETAL

Lección 34.º

GENERALIDADES

1—División. Hemos definido esta segunda parte, diciendo; *que es la parte de la Botánica, que se ocupa del estudio de las funciones desempeñadas por los órganos de los vegetales*. El orden que en este tratado seguiremos, es el siguiente: Comenzaremos en primer lugar por estudiar el cambio del embrión en planta adulta, ó sea la *germinación*; estando ya constituida la planta, tiene esta necesidad de alimentarse, y las funciones que cumplen este fin ó *funciones de nutrición*, las estudiaremos después; al mismo tiempo, tienen lugar *movimientos de los vegetales* ó cambios de posición en el espacio. Aquellas otras funciones que se dirigen á la conservación de la especie, son las *funciones de reproducción*.

CAPÍTULO I.—GERMINACIÓN

1—Condiciones germinativas. El embrión *duerme* en el grano; respira absorbiendo oxígeno y desprendiendo ácido carbónico. Para salir de este estado de vida latente, para *germinar* como se suele decir, la semilla debe tener ciertas condiciones y encontrar reunidas alrededor de ella en el medio exterior, otras.

Las condiciones intrínsecas de la semilla, son las siguientes: Es preciso en primer lugar que haya llegado al estado de madurez, es decir que esté bien conformada en todas sus partes, y que sus reservas nutritivas, estén en un estado tal que puedan ser asimiladas tan pronto como las condiciones del medio exterior se encuentren reunidas. Esta madurez de las semillas, coincide algunas veces, con la del pericarpio, pero en muchas plantas la precede, y en otras por el contrario es posterior. El primer caso se presenta en muchas Leguminosas (Guisante); las semillas de estas plantas germinan cuando el fruto aún no ha llegado á la mitad de su tamaño normal. El segundo caso se observa en los frutos del Albérchigo. Habiendo adquirido la semilla su madurez, es preciso todavía que no la haya perdido. El mismo trabajo que da al grano su madurez, continúa por hacérsela perder. La duración de dicho poder germinativo, varía mucho según la naturaleza de las reservas encerradas en la semilla; las que tienen un albumen córneo la pierden por el mero hecho de la desecación, y para conservarlas durante algún tiempo, es preciso mantenerlas en un medio húmedo, estratificándo-

las, entre capas de arena ligeramente humedecidas; las de albúmen oleaginoso conservan más largo tiempo su facultad germinativa, pero se sabe que á la larga, el aceite se oxida, es decir se enrancia: las semillas amiláceas, azucaradas, etc., son al contrario mucho menos alterables, y conservadas en condiciones especiales, germinan al cabo de muchísimos años. El calor ó el frío, secos, no tienen acción sobre las semillas, pudiendo resistir temperaturas de 80° y 100°, pero es suficiente para hacerlas perder el poder germinativo el introducirlas en agua á una temperatura de 54°.

Cumplidas todas estas condiciones, es suficiente que el medio exterior aporte agua, oxígeno y calor, para que germine. A excepción del agua y oxígeno, la semilla encierra en efecto, en estado de reserva directamente asimilable, las sustancias de que tiene necesidad, para proseguir su crecimiento; estos dos cuerpos completan pues, la alimentación del vegetal. En cuanto al calor, es necesario á la germinación, pues después de todo, esta no es más que una fase del crecimiento; generalmente hay una temperatura, la más favorable para dicho fin, que suele estar comprendida entre los 27° y 38° según las distintas especies.

2—Fenómenos germinativos. Consideremos un grano enterrado bajo un suelo húmedo y caliente. Hinchada por el agua la almendra, distiende el tegumento, y como al mismo tiempo la raicilla se alarga, es por el micropilo por donde la tensión produce una desgarradura. Por dicha hendidura, la radícula sale hacia afuera, encorvándose hacia abajo, por la influencia de su geotropismo positivo y crece verticalmente convirtiéndose en raíz terminal de la planta. Para facilitar la salida de la raicilla, el tallo desarrolla algunas veces (Melón) en su base una especie de excrescencia en forma de talón. Cuando la raíz ha llegado á cierta longitud, el tallo á su vez se alarga también, bajo la influencia de la misma causa y tiende á colocarse en la prolongación de la raíz; así continúan durante algún tiempo creciendo, y se forma el primer entrenudo del tallo. Más tarde los cotiledones á su vez se desarrollan, separándose el uno del otro, agrandando la abertura del tegumento y arrojándole sobre el suelo se ensanchan horizontalmente en otras tantas hojas verdes. El cono terminal del tallo, desnudo ó ya desarrollado en una yemecilla, se alarga por encima de los cotiledones, formando sobre los flancos hojas nuevas que á su vez también se ensanchan, estando finalmente la planta ya completa.

Al mismo tiempo que se verifican estos fenómenos morfológicos en la semilla, tienen lugar otros fisiológicos muy importantes. El embrión respira activamente, hay una fuerte absorción de oxígeno con desprendimiento de ácido carbónico, lo cual nos explica la gran producción de calor, como podemos comprobar colocando un termómetro entre varias semillas que estén germinando y observaremos una elevación grande de temperatura, hasta de 20° en la Col. No se explica satisfactoriamente todavía las transformaciones químicas que los materiales de reserva experimentan durante la germinación, con el fin de hacerlos solubles. Parece cierto que la mayor parte de estas transformaciones estriban en desdoblamientos con hidratación, bajo la influencia de diastasas apropiadas, en una palabra, tienen lugar ver-

daderas digestiones. En unos casos, las reservas se encuentran en el mismo cuerpo del embrión, pero en la mayoría de ellos una gran parte de dichas reservas se hallan fuera, en el albumen y en el perispermo y entonces son los cotiledones los que segregan dichas diastasas y van poniendo en condiciones de asimilación estas reservas nutritivas. Cuando la acción digestiva del embrión se verifica sobre materiales tan resistentes como las membranas celulósicas del albumen córneo del Café, su energía es tal, que los animales mejor dotados, bajo este punto de vista, como los Roedores, no les son comparables.

CAPÍTULO II.—FUNCIONES DE NUTRICIÓN.

1—Elementos necesarios á la constitución de la planta.

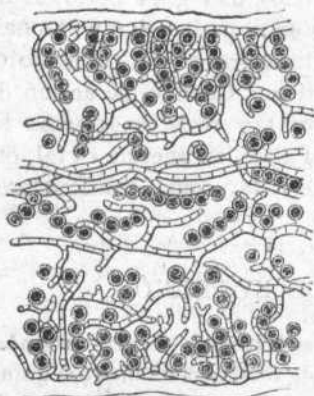
La planta toma en definitiva del medio exterior todos los elementos químicos necesarios para la constitución de su organismo ¿Cuáles son estos elementos y bajo qué forma deben ser presentados á la planta para que esta pueda incorporárselos, ó, como se acostumbra á decir, *asimilarlos*?

Entre los numerosos cuerpos simples que la química conoce hoy día, trece sólamante parecen ser necesarios para formar el vegetal. Estos son, el carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, magnesio, calcio, silicio, hierro, zinc y manganeso. La planta debe encontrar entonces estos trece elementos reunidos en el medio exterior, pero es preciso también que se hallen bajo una forma asimilable. Las plantas desprovistas de clorofila toman el carbono, bajo forma de compuestos ya orgánicos; la glucosa y el ácido tártrico son generalmente preferibles: el ácido carbónico y el óxido de carbono, no pueden dar carbono á una planta sin clorofila. Las plantas verdes toman su carbono del ácido carbónico del aire, descomponiéndole por la acción combinada de la clorofila y de las radiaciones solares, pero nunca pueden descomponer el óxido de carbono. El oxígeno, es asimilado bajo forma gaseosa libre en el acto de la respiración; lo es también bajo forma de compuestos como el agua, hidratos de carbono, óxidos, etc. El hidrógeno, no es asimilado en estado de gas libre sino en forma de agua, amoniaco, y otros compuestos ternarios ó cuaternarios. El nitrógeno, ni en estado de gas libre, ni en combinación con el oxígeno bajo forma de ácido nitroso; lo es al contrario eminentemente en la de ácido nítrico y amoniaco, ó también de otros compuestos más complejos como la asparraguina y la urea.

El fósforo bajo forma de ácido fosfórico; el azufre en la de ácido sulfúrico; el silicio en la de ácido silícico en un silicato soluble; los demás elementos bajo forma de sales solubles.

2—Simbiosis. Parasitismo. Existen plantas incapaces de tomar sus elementos constitutivos del medio exterior y se asocian á otras que las nutren. Esta asociación puede afectar dos formas principales, ser bilateral con beneficio recíproco, ó unilateral con beneficio exclusivo de uno de los asociados. El ejemplo más notable de una asociación con beneficio recíproco, nos lo ofrecen los Hongos del grupo de los Líquenes; encontrando en su proximidad sobre las cortezas, ó sobre el suelo, diversas Algas inferiores en-

tran en contacto con ellas y las enlazan con sus filamentos. (Fig. 85). La



(Fig. 85)—Corte transversal de un Liquen, el *Collema pulposum*. Por entre el talo filamentoso del hongo, se perciben las células constitutivas del alga.

asociación así constituida es provechosa á las dos plantas; el Alga vive bien aislada, pero se hace más vigorosa unida al Hongo que le presta á la vez abrigo, frescura y alimento nitrogenado y mineral, mientras que el Hongo necesita, al menos para fructificar, del alimento carbonado que le presta el Alga; de este modo originan las plantas llamadas Liqueues. Este fenómeno por el cual con ayuda de dos unidades morfológicas se constituye una sola unidad fisiológica es á lo que se llama en general *simbiosis*.

La Encina, Castaño, Haya y muchas Leguminosas, (fig. 37) abrigan y nutren en la capa periférica de sus raíces un Hongo, que en cambio absorbe para

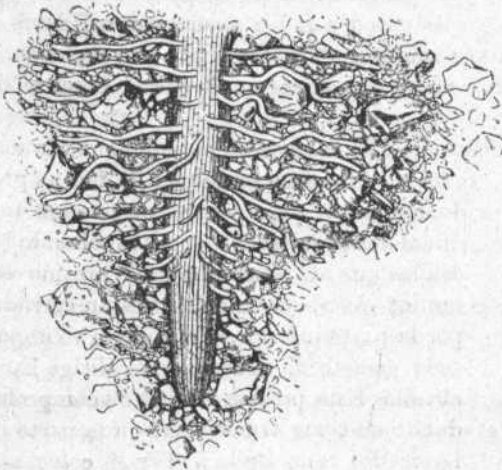
ellos el agua y materias solubles del suelo. Puede establecerse la simbiosis también entre una planta y un animal, así vemos ciertas Algas verdes vivir en el interior de Infusorios.

Otras veces, el beneficio es para una sola parte, con perjuicio de la otra: Hay entonces *parasitismo*, y se dice que la primera vive parásita sobre la segunda, pudiéndose encontrar distintos grados. Las parásitas verdes, como el Muérdago, que vive sobre el tallo del Manzano, no le roba más que una parte de su alimento sin causarle perjuicios grandes, pero de otra manera se comportan las parásitas sin clorofila, como la Cúscuta sobre el tallo del Cañamo, alimentándose exclusivamente de él y llegando por fin á matarle.

3 - Absorción. La raíz absorbe el agua y las materias en ella disueltas que encuentra en el suelo. Este es un hecho que diariamente observamos, pues todo el mundo sabe que una planta marchita toma su aspecto normal cuando se la riega. Pero esta absorción no se verifica indistintamente por toda la superficie de la raíz, sinó que tiene exclusivamente lugar por la región de los pelos, como podemos comprobar por este sencillo experimento. Se introducen dos plantas con raíces, en agua que tenga en disolución materiales apropiados para su nutrición, vertiendo sobre el líquido una capa de aceite para impedir la evaporación de éste; en una de las raíces se introduce solamente la región de los pelos é inversamente en la otra, introduciendo toda la raíz y dejando fuera aquella parte y observaremos que la primera vegeta perfectamente y la otra se marchita enseguida.

El agua del suelo y cada una de las sustancias que lleva en disolución penetran en un principio á través de la membrana continua de los pelos, conforme á las leyes físicas de la ósmosis y de la difusión, prosiguiéndose este fenómeno, por el consumo que el vegetal hace del agua y por lo menos de algunas de las sustancias en ella disueltas. Cada una de estas sustancias

penetra independientemente en la raíz, en la proporción en que es consumida por la planta, de donde resulta que un elemento que existe en el terreno en proporción insignificante para escapar al análisis químico puede acumularse en gran cantidad en el cuerpo de la planta, é inversamente, una substancia que existe en gran cantidad en el agua del suelo puede no encontrarse en el vegetal. A medida que la raíz se ramifica y alarga en la tierra, los lugares de absorción se multiplican rápidamente y se mueven alejándose de la base. A cada instante nuevos puntos del suelo se encuentran bajo la esfera de acción de la raíz, (fig. 86) de aquí que la forma de



(Fig. 86).—Extremidad de una raíz del *Penstemon*, mostrando los pelos absorbentes en relación con las partículas del suelo.

este órgano, unida á la disposición de la capa terrestre que el vegetal explota directamente, son de tener en consideración para la práctica agrícola. Si queremos cultivar dos plantas sobre un mismo terreno, será preciso escoger, una de raíz fasciculada, como la Avena, y otra de raíz pivotante como la Alfalfa; la primera esquilmará el terreno superficialmente, la segunda en profundidad. Queremos determinar el orden de sucesión de los cultivos en un campo? en este caso después de una planta con raíz fas-

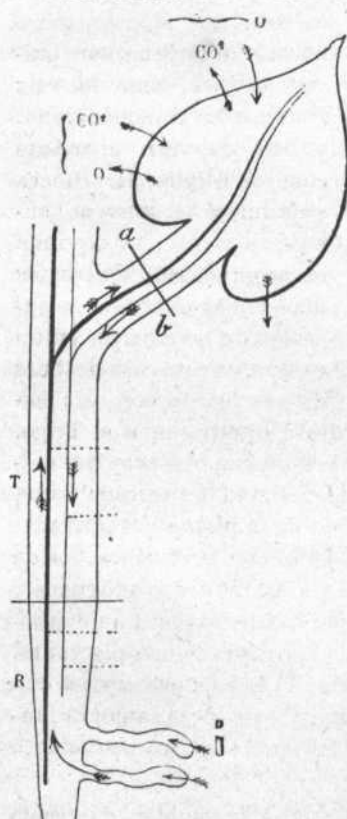
ciculada escogeremos otra de raíz pivotante, es decir, alternaremos el Trigo, por ejemplo, con la Remolacha. Queremos saber si un terreno es propicio al cultivo de un vegetal dado?; será preciso estudiar la cualidad del terreno á una profundidad, determinada por la forma de la raíz de la planta considerada. Se desea plantar árboles en un camino? Se escogerán con preferencia los de raíz pivotante como el Olmo que no perjudican á los cultivos próximos y nunca de raíz fasciculada como los Alamos. Como la trasplantación de árboles es más facil en los de raíz fasciculada, que en los que la tienen pivotante, se transforman en los viveros estas últimas, cortando la raíz principal á una cierta distancia del suelo. La operación del *recalce*, está precisamente fundada en que se aumentan los lugares de absorción, por el nuevo nacimiento de raíces adventicias.

La raíz transforma muchas veces los materiales insolubles del suelo en substancias solubles por un acto de verdadera digestión, pues el ácido carbónico exalado por las raices en virtud del fenómeno de la respiración, puede obrar sobre dichos materiales. Si hacemos que se desarrollen raices de Judía ó Maiz sobre una placa bien pulimentada de marmol, después de algunos días, podemos observar las huellas que las raicillas han grabado so-

bre su superficie. Muchos materiales, por consiguiente, como los carbonatos fosfatos, etc. son atacados y disueltos en contacto de los pelos radicales por el líquido ácido que impregna su membrana y después son absorbidos como materias solubles ordinarios.

4—Circulación. Los líquidos que penetran por la zona pilífera de las raíces atravesando todos los tejidos externos de éstas, llegan por último á ponerse en contacto con los hacesillos leñosos del interior, cuyos vasos sirven de vías conductoras. En todo el curso de esta corriente ascensional que desde los ápices del aparato radical se dirige al tallo, hay indudablemente cambios con los líquidos de los tejidos externos, cambios que se facilitan por los diversos dibujos que presentan las paredes de los vasos, y es así como el líquido absorbido se hace cada vez más completo, á medida que asciende, y se va transformando lentamente en lo que conocemos con el nombre de *savia no elaborada* (Fig. 87).

La causa del movimiento ascensional de la savia es indudablemente me-



(Fig. 87)—Circulación general de la savia

cánica, y tiene su origen en la fuerza producida por la absorción en la porción terminal de las raicillas, la cual hinchando las células que allí existen, ejerce presión sobre los vasos, y como éstos están cerrados por la parte inferior, el líquido se ve impulsado en sentido opuesto y se dirige hacia el tallo. Esta presión es fácil de comprobar dando un corte transversal en la parte inferior del tallo de la Vid y si colocamos un manómetro, veremos como al cabo de unas horas llega á pasar de una atmósfera la presión que ejerce la savia. (Así se explica el derrame de líquidos que tiene lugar por las aberturas accidentales del tallo en muchas plantas durante la primavera, y de la que es ejemplo bien conocido el llanto que sigue á la poda de las vides.)

Pero cuando las hojas están desarrolladas y funcionando activamente, dan lugar á una gran evaporación que produciendo un gran enrarecimiento determina una aspiración del líquido procedente de las raíces, lo que contribuye poderosamente á la rápida elevación de la savia y por esto la circulación intensa coincide con el periodo de vegetación activa, durante el cual las hojas están desenvueltas.

El líquido que vuelve de las hojas al tallo es más espeso y rico en productos de asimilación, por la serie de transformaciones que ha experimentado, principalmente en aquellos órganos, y circula por los hacesillos leñosos

de su liber, y principalmente por sus vasos cribosos, continuando luego por los hacecillos liberianos de la raíz hasta el mismo extremo de esta. Esta corriente de la *savia descendente ó elaborada*, no es tan marcada como lo era la ascensional, pues en todo su trayecto es solicitada por aquellas partes del vegetal en que hay un gran consumo de estas materias, bien sea por gastarlas en alimentar el crecimiento, ó bien por transformarlas en productos insolubles que se acumulen como materiales de reserva. La savia elaborada corre lentamente en todas éstas direcciones y en sentido que unas veces es realmente descendente, y otras, como cuando se dirige hácia las yemas terminales es ascendente respecto de las hojas en que se elaboró.

5—Función clorofilica. La clorofila sabemos ya es esa substancia de coloración verdosa que impregna los leucitos de la célula, y que se encuentra extraordinariamente repartida por toda la superficie del vegetal, principalmente en las hojas, y comparable en cierto modo á la hemoglobina que tiñe la sangre de los animales superiores y que desempeña la misión tan importante de la asimilación del carbono.

Para formarse la clorofila es necesario el concurso de la luz, pues cuando ésta falta y las plantas se desarrollan en la obscuridad, toman un color amarillento, color que caracteriza el *hilamiento* que es una verdadera anemia de los vegetales. La intensidad de luz necesaria para formarse, es variable según las condiciones del vegetal, pues á algunos es suficiente una luz tan débil, que con ésta misma para otros no se formaría, pero en general ha de tener una intensidad menor que la luz solar directa.

La clorofila ya formada en presencia de la luz, tiene la propiedad de descomponer el ácido carbónico, eliminando el oxígeno y absorbiendo el carbono y para este resultado son indispensables ambas condiciones, pues la planta más verde puesta en la obscuridad, ó la planta sin clorofila sometida á cualquier intensidad de luz, no llegarían á fructificar por falta de carbono, aún cuando se hallasen en una atmósfera abundantemente provista del gas carbónico. Este carbono asimilado por la planta, es el que se combina con los elementos del agua originándose los primeros productos sintéticos ó sean los hidratos de carbono y como principal de todos ellos, el almidón ó fécula.

(Como la luz se puede descomponer en diferentes colores, se ha tratado de saber si influían todos ellos por igual en esta importantísima función, y hoy se sabe perfectamente que la luz roja es la más favorable y la verde la ménos capáz para lograr esta descomposición; los colores azul, añil y violado son, después del rojo, los que más la favorecen. Si analizamos la luz que haya atravesado una disolución de clorofila, notaremos en el espectro bandas de absorción que corresponden á aquellos rayos de luz que la clorofila ha absorbido. Nada sabemos de como esa energía solar, absorbida por la clorofila pueda aplicarse para lograr este resultado, pero sí conviene llamar la atención sobre la grandísima importancia de esta función, que es verdaderamente la piedra angular de la teoría de la nutrición vegetal.)

6—Transpiración y clorovaporización. Siempre que la hoja no esté sumergida en el agua, está emitiendo incesantemente vapor de agua en el medio exterior, en una palabra, *transpira*. Para observar este fenómeno,

sin hacer intervenir la vaporización producida por la clorofila bajo la influencia de la luz, es necesario operar con hojas privadas de clorofila, ó sobre hojas verdes pero en la obscuridad, y con este fin se dispone una planta colocada en un tiesto y bajo una campana de cristal, teniendo cuidado de barnizar aquel y recubrir la superficie de la tierra con un disco de plomo agujereado en el centro para dar paso al tallo y poder regar, y en estas condiciones veremos el líquido correr á lo largo de las paredes del cristal, reuniéndose sobre la plancha de plomo. Así medida, la intensidad de la transpiración de la hoja, varía con las condiciones exteriores; crece con la temperatura y la intensidad luminica; por ejemplo, una hoja de Maiz, que transpira 112 á una luz difusa, al sol se eleva hasta 290. El viento activa bién la transpiración, principalmente el aire seco. Este fenómeno tiene mayor intensidad en las hojas de las Gramíneas, que en los árboles de hojas caducas y se reduce á su mínimun en plantas de hojas persistentes ó carnosas.

Al mismo tiempo que la hoja descompone el ácido carbónico y asimila el carbono, bajo la influencia de una parte de las mismas radiaciones absorbidas por la clorofila, la hoja aérea emite hacia el exterior una gran cantidad de vapor de agua, por eso se ha denominado á esta función *clorovaporización*. La clorovaporización que tiene su asiento en los cloroleucitos, añade su efecto al de la transpiración, función del protoplasma, pero es mucho más enérgica. Una hoja de Trigo que transpira 2^{cc}, en las mismas condiciones clorovaporiza más de 100^{cc}. De la intensidad de este fenómeno podemos juzgar por el siguiente ejemplo: Una Encina aislada llevando próximamente 700,000 hojas, ha clorovaporizado de Junio á Octubre, en 5 meses, una cantidad total de 111,225 kilogramos de agua. Así podemos pues comprender la enorme cantidad de agua que es evaporada á la atmósfera, por las hiervas de los prados y los árboles de los montes ó selvas.

(Este agua que producen los cloroleucitos, se va acumulando en los meatos intercelulares del parénquima clorofilico de la hoja, comunicando unos con otros y abriéndose finalmente por los estomas, que es por donde tiene lugar la salida de este agua.)

Esta función de la hoja que acabamos de estudiar, es uno de los fenómenos más importantes de la vida de la planta, pues abstracción hecha de la débil cantidad de agua consumida por el crecimiento y de la transpirada por el tallo y las hojas, es en efecto, la clorovaporización de las hojas, la que provoca y regula la absorción del líquido del suelo por las raíces. Gracias á ella, una corriente de agua, conteniendo en disolución los materiales solubles del suelo, penetra continuamente en la planta y recorre incesantemente de las raíces á las hojas, todo su cuerpo; evaporándose en la hoja este líquido, deja en la planta todas las substancias solubles y que son elementos necesarios para la construcción de su organismo.

(Cuando la clorovaporización se encuentra anulada, como sucede á la puesta del sol, las hojas continúan recibiendo agua, que acaba por gotear, por su superficie, siendo por las terminaciones de los mismos nervios por donde encuentra salida, pues estos terminan por una especie de hendidura abierta entre dos células epidérmicas. Esta agua transpirada es de una lim-

mucilo

pidez absoluta, así que cuando á la aurora los rayos del sol caen sobre las praderas, se forman en todas las gotitas tan límpidas y refringentes que ocupan el vértice de las hojas, juegos de luz deslumbradores, observados y cantados por los poetas, pero atribuidos con engaño á la escarcha. En las grandes plantas tropicales, la cantidad de agua arrojada es considerable. Una hoja de Alcozcas; *Colocasia antiquorum*, puede verter por su punta de 20 á 22 gramos en una noche; las gotas se escapan bruscamente en número de 120 por minuto, determinando cada vez en ella un movimiento de retroceso. Si la región de la hoja en donde se desprende encierra azúcares, el líquido es azucarado y se llama *nectar*.)

Lección 36?

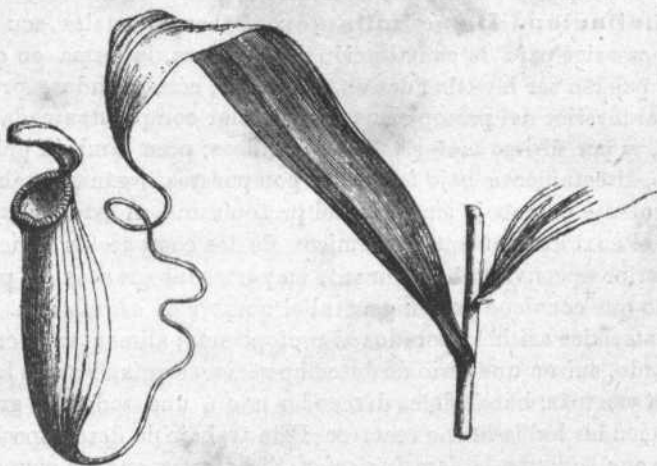
7-Respiración. La planta está continuamente obrando por todos sus puntos, sobre el aire de la atmósfera si es aérea, sobre el gas disuelto en el agua si es acuática. Esta acción consiste en una absorción de oxígeno y desprendimiento simultáneo de ácido carbónico. El oxígeno absorbido es constantemente consumido por el protoplasma, combinándose con las sustancias en él contenidas y oxidándolas; el ácido carbónico se produce constantemente en el protoplasma, sin duda como uno de los términos del desdoblamiento de las materias albuminoides y ternarias que le componen. La relación $\frac{CO_2}{O_2}$ del volumen del ácido carbónico emitido al volumen del oxígeno absorbido, es constante para una misma planta é independiente de las condiciones exteriores; pero la intensidad del fenómeno varía con dichas condiciones, principalmente con la temperatura, luz, presión, etc. También varía mucho con la naturaleza de la planta; las hojas crasas no absorben más que una debil cantidad de oxígeno; no así las hojas caducas de los árboles, que se muestran las más activas.

8-Asimilación. Desasimilación. Sabemos cuales son los elementos necesarios para la constitución de la planta, la forma en que estos elementos pueden ser introducidos en su cuerpo, combinándose progresivamente en el interior del protoplasma para formar compuestos cada vez más complejos, y por último materias albuminóideas; pero también pueden ser absorbidas directamente bajo forma de compuestos orgánicos, abreviando por consiguiente el trabajo sintético del protoplasma. A este trabajo sintético, por el cual los elementos químicos de los compuestos minerales del medio exterior se convierten finalmente en partes integrantes del protoplasma, es á lo que conviene dar en general el nombre de *asimilación*.

Los materiales así incorporados al protoplasma, alimentan el crecimiento. Mas tarde, sufren una serie de descomposiciones químicas que les simplifican cada vez más, haciéndoles descender uno á uno todos los grados que la asimilación les había hecho recorrer. Este trabajo de descomposición química es lo que se llama la *desasimilación*. Si notamos que los elementos minerales que toma el vegetal son fuertemente oxigenados, mientras que los últimos productos de asimilación son pobres en dicho elemento, diremos que la asimilación es un fenómeno general de reducción y de consumo de calor; la desasimilación que con la ayuda de principios pobres en oxigenos da lugar á compuestos de ordinario fuertemente oxigenados, es, al contrario, un fenómeno general de oxidación y de desprendimiento de calor.

Asimilación, crecimiento y desasimilación, son casi consecutivos algunas veces; consumidos y descompuestos poco tiempo después de su formación, los productos asimilados, no hacen más que una aparición muy corta, pero con más frecuencia se acumulan en el protoplasma ó en los leucitos, en forma de *reservas*, para ser utilizados más tarde por el crecimiento. Entre la asimilación que produce estos materiales de reserva y el crecimiento que les consume, puede transcurrir un tiempo muy largo como se ve para los tubérculos, granos, etc., otras veces el intervalo es muy corto; una *Spirogyra* asimila y almacena su reserva durante el día; por la noche al contrario, crece consumiéndola su reserva, pero no asimila. Otras veces la asimilación y el crecimiento, se operan simultáneamente, no hay fase de reserva al parecer, pero aun en este caso es fácil convencerse que el crecimiento actual, en un momento dado, tiene lugar á espensas de materiales de reserva producidos por una asimilación anterior, mientras que la asimilación actual no hace más que reconstituir la reserva á medida que se agota.

9—Digestión. Plantas carnívoras. Los materiales de reserva almacenados en el protoplasma ó en los leucitos si han de ser utilizados más tarde, deben sufrir una transformación. Bajo su forma actual no son asimilables. Que sean insolubles como el almidón, los cuerpos grasos, etc., ó disueltos en el jugo celular, como la inulina, sacarosa, glucósidos, etc., su transformación consiste en un desdoblamiento con fijación de agua. Este resultado es conseguido por medio de las diastasas de que ya hemos hablado, (pág. 90) y el fenómeno es una verdadera *digestión*, tal es la acción de amilasa sobre el almidón, de la inulasa sobre la inulina, etc.



(Fig. 88).—Hoja anómala de la *Nepenthes distillatoria*

Ciertas plantas llamadas carnívoras como las *Droseráceas*, llevan hojas herizadas de lóbulos filiformes ó de pelos que segregan un jugo rico en pepsina y capaz de digerir la carne. (figs. 88 y 89) Cuando llevamos un pequeño fragmento de carne cruda del tamaño de una cabeza de alfiler sobre una hoja de la *Drosera*, los pelos se encorvan, rodean el trozo de carne y éste es rápida-

mente destruido por el producto de glándulas digestivas. Otro género de plantas pertenecientes á la misma familia, la *Dionæa*, presenta un fenómeno análogo. El limbo de su hoja se repliega al contacto de un trozo de carne cruda y permanece cerrado durante un tiempo largo; cuando la hoja se rea-



(Fig. 89)—Hoja en forma de embudo de la *Sarracenia*

bre, podemos ver que la carne ha sido desorganizada y disuelta. Igual fenómeno se observa cuando un insecto se introduce en la hoja de la *Nepenthes*, pues inmediatamente cierra la ascidia mediante el opérculo de que va provista. El jugo producido por las hojas tiene siempre una reacción ácida y es preciso observar que su secreción no es nunca provocada por la presencia de cuerpos ternarios.

Es innegable que todos estos fenómenos, son debidos á una acción de *digestión externa*.

10 — Secreción. Todos los compuestos químicos originados por el trabajo asimilatorio ó de la desasimilación, no son necesariamente empleados en la constitución del organismo vegetal. Al conjunto de compuestos susceptibles de tomar parte en la edificación y crecimiento de las diversas partes del cuerpo, cualquiera que sea su origen, se les da habitualmente el nombre de *substancias*

plásticas. Cualquiera que sea su origen también, todos los compuestos formados en la planta y que no toman ninguna parte directa en el crecimiento son *productos eliminados*, y la formación misma de estos productos, constituye la función de la *secreción*. Cuando esta función está localizada en células especiales, estas se transforman en tejidos que forman el aparato secretor de la planta.

Pero es preciso notar que, la misma substancia química puede ser según las plantas ó el lugar en donde ella se produzca, una substancia plástica ó un producto segregado; así, los cuerpos grasos de la semilla de la Adormidera y Ricino son materiales plásticos, mientras que los cuerpos grasos del fruto del Olivo son productos de secreción.

CAPÍTULO III.—MOVIMIENTOS DE LOS VEGETALES

1—Movimientos protoplasmáticos. El protoplasma como cuerpo vivo, está continuamente cambiando de composición, lo cual exige un continuo movimiento de sus moléculas, pero de otra clase son los que podemos

observar en las células. Cuando los hidroleucitos, principalmente, han adquirido un volumen regular, se puede ver el protoplasma dividido en una serie de bandas que se entrecruzan en todas direcciones y por las que corren los leucitos en ellas incluidos, marchando en diversos sentidos, y arrastrando con frecuencia al núcleo. (fig. 42) El calor influye marcadamente en estas corrientes hasta un grado óptimo, variable según los casos, desde el cual van decreciendo, hasta llegar á detenerse. Muchas explicaciones, todas ellas ambiguas y confusas se han dado de este fenómeno, suponiendo que sea originado por la desigual imbibición de agua de los diversos elementos del protoplasma y las contracciones de este cuerpo.

2—Movimientos traslatorios. Aun cuando pueda decirse que la inmovilidad es uno de los rasgos característicos del organismo vegetal, no faltan ejemplos de algunos que tengan verdaderas funciones de traslación. Unas veces son movimientos amiboides, como en los *Myxomycetes*, que son masas protoplasmáticas que emiten una prolongación que adhiriéndose á un cuerpo exterior, y contrayéndose fuertemente, arrastra el resto de la masa hacia aquel punto de apoyo, y repitiéndose el fenómeno, el hongo va caminando por el medio nutritivo. Este modo de traslación es propio de las masas protéicas desnudas; en las células con cubiertas, tienen lugar estos movimientos, por la vibración de apéndices pestañosos, como sucede con los anterozóides de los sargazos y de otras Algas, que apenas salen del órgano masculino que los produjo, se mueven con rapidez vertiginosa en el seno de las aguas para encontrar las oosferas y aplicarse sobre ellas fecundándolas. La acción moderada del calor favorece en general los movimientos, pero más marcada es aún la influencia de la luz.

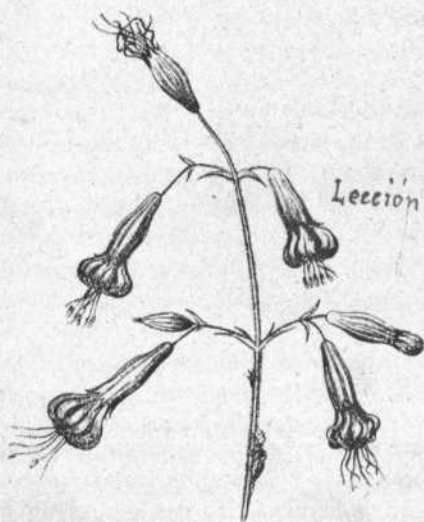
3—Movimientos lentos espontáneos. Si bien es cierto que un vegetal no mueve rápidamente sus miembros como lo hacen la mayor parte de los animales, no lo es menos también, que ciertos agentes como la gravedad, calor y luz, determinan ciertos movimientos en los órganos de la planta.

Al hablar del tallo y de la raíz, ya indicamos que el crecimiento en longitud de ambos órganos, tiene su máximo para un momento dado en una línea vertical que está cambiando continuamente, y como consecuencia de esto, que la raíz y el tallo se encorven en dirección opuesta á dicha línea, dando por resultado el movimiento que allí denominamos *circumnutación*. Igual aplicación podemos hacer también respecto á las hojas. También es un fenómeno de nosotros conocido, la tendencia á la verticalidad del tallo, raíz y ramificaciones primarias, en cierto grado, dirección determinada por la acción de la gravedad, y conocida aquella con el nombre de *geotropismo*, positivo para la raíz y negativo para el tallo y ramificaciones. Es fácil de comprobar este fenómeno, colocando horizontalmente el tallo de una planta arraigada en un tiesto y observaremos cómo aquel órgano se encorva hacia arriba tomando la vertical. Que dicho fenómeno es exclusivamente debido á la gravedad, lo prueba el que, si anulamos la acción de esta sometiendo la planta anterior á un movimiento giratorio en una rueda vertical, crece indistintamente en cualquier dirección que deseemos. Puede explicarse esto,

suponiendo que en el caso en que esté horizontal el eje de la planta, el crecimiento para el tallo es mayor en su cara inferior, é inversamente para la raíz.

La acción combinada del calor y de la luz sobre las plantas, se denomina en general *fototropismo*. Bien conocida es la variación que las hojas de muchas plantas presentan, sobre todo en las Leguminosas, que vulgarmente es denominada *sueño de las plantas*, presentando distintas variaciones según la mayor ó menor intensidad lumínica. Otras, son determinadas por la dirección de la luz ó *heliotropismo*. La luz solar retarda el crecimiento sobre los vegetales, y de aquí la tendencia manifiesta del tallo y de las hojas á dirigirse hacia el foco luminoso, para el caso de una iluminación unilateral; esto hace también que las hojas de la mayor parte de las plantas se orienten de manera que reciban el sol perpendicularmente sobre su cara superior. La

inflorescencia del Girasol tiene también un movimiento heliotrópico. Las alternativas de abrirse y cerrarse á horas determinadas que presentan muchas flores, (*Dama de noche*, *Silene nutans*), (figs. 90 y 91), etcétera, reconocen igual causa.



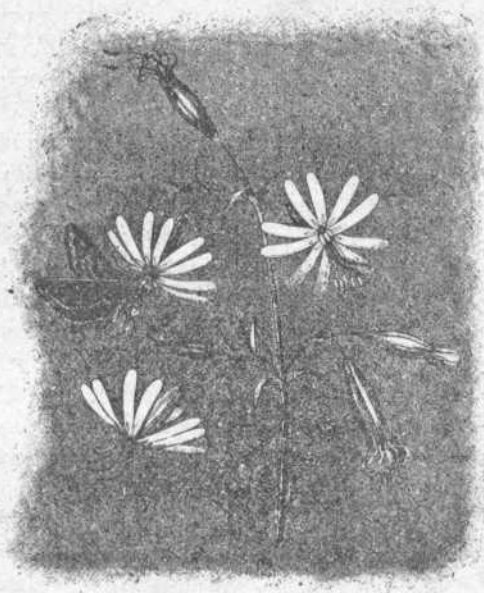
(Fig. 90).—*Silene nutans* durante el día.

Lección 9.ª 4 — Movimientos provocados.

Hay algo que distingue perfectamente este género de movimientos de todos los que llevamos estudiados, y es el no producirse sinó bajo la influencia de excitaciones pasajeras, desapareciendo en cuanto éstas han cesado de obrar, y el hacerse insensibles las plantas á estas excitaciones, cuando se las somete á la acción de los anestésicos. Las hojas de la Sensitiva ó *Mimosa*, presentan el ejemplo más vulgarmente co-

nocido de movimientos espontáneos en los vegetales; el contacto más ligero de un cuerpo extraño con un foliolo de sus notables hojas compuestas, obliga á este á colocarse en la misma posición que le es normal, durante el sueño. La planta carnívora conocida con el nombre de *atrapamoscas*, *Dioncea*, que habita en el Norte de América, tiene un limbo casi circular, dividido por un nervio medio en dos partes iguales, que ordinariamente se inclinan una hácia otra en ángulo recto; pero que bajo el contacto producido por el roce de un insecto, se cierran rápidamente y engranando las denticulaciones de sus bordes, forman una terrible trampa que aprisiona fácilmente á los insectos que tienen el poco acierto de posarse en su cara superior. Igual acontece en las Droseras, plantitas propias de los lugares turbosos del Nuevo y Viejo Continente, y en las que los limbos de las hojas se presentan erizados por largos pelos que terminan en una cabeza glandulosa. Cuando

un insecto se posa sobre una de estas hojas, no tarda en verse aprisionado por los pelos, y arrollándose después el limbo mismo, el animal muere y comienza á ser digerido por los jugos segregados por los pelos glandulosos. En la *Sparmania africana*, se presenta otro hecho curioso de sensibilidad



(Fig. 91)—*Silene nutans* durante la noche.

de los estambres; estos están dispuestos en seis hacecillos aproximados al ovario, pero si se impresionan, se abren estos colocándose los estambres radiantes y divergentes formando un erizo hemisférico desde el pistilo á los pétalos.

CAPITULO IV.—FUNCIONES DE REPRODUCCIÓN

1—La función especial de la flor, el fin común hacia el cual tienden los cuatro verticilos, es la formación de huevos, puntos de partida de otras tantas plantas nuevas. Sabemos ya el papel diferente que cada verticilo desempeña en las funciones de reproducción; el caliz y la corola como cubiertas protectoras; el andróceo y el pistilo encargados de producir respectivamente los elementos sexuales masculinos y femeninos. Veamos ahora los distintos actos que comprenden estas funciones en las Fanerógamas.

2—Polinización. El transporte de los granos de polen sobre el estigma, es la *polinización*, y según la naturaleza de las flores esta se cumple de maneras diferentes. Cuando la flor es hermafrodita, si en el momento de escaparse el polen de la antera, el estigma completamente desarrollado



(Fig. 92)—Estambres de la *Loasa* inclinándose sobre el pistilo en el momento de la fecundación.

zación tiene lugar necesariamente de una flor á otra distinta, en las dioicas, está aún más acusada, pues se opera de una planta á otra.

Cuando la polinización es indirecta, el transporte del polen entre dos flores, separadas frecuentemente por grandes distancias, tiene lugar por la atmósfera. Proyectados en el aire algunas veces, como en el Moral, por la brusca distensión de los estambres, los granos de polen son acarreados por el viento y depositados en la superficie de los cuerpos próximos, principalmente sobre los estigmas de las flores. (Fig. 93). La mayor parte se pierde en el camino, y por esto las plantas con flores unisexuales producen polen en más abundancia que aquellas que tienen flores hermafroditas. Los campos de nieve se encuentran algunas veces cubiertos en grandes extensiones del polen procedente de las selvas lejanas y si la lluvia arrastra estas nubes de polen se produce el fenómeno de las *lluvias de azufre*.

La polinización es facilitada algunas veces por ciertas disposiciones especiales, como la aproximación de las flores masculinas y femeninas; ó por la situación en la planta de las primeras sobre las segundas, en los vegetales monóicos.

3—Papel de los insectos en la polinización. El viento es con frecuencia el único medio de transporte, como se ve en los árboles y en las hiervas de los prados; pero frecuentemente también los insectos juegan un papel activo en la polinización. Un gran número de ellos, sobre todo Abejas y Avispas, se nutren, en efecto, del nectar de las flores haciéndolas frecuentes y rápidas visitas; en un minuto una Abeja puede visitar de 20 á 25 flores.

se encuentra apto para recibirle, la polinización se opera en el interior de la flor, es *directa*, y ciertas disposiciones facilitan el transporte de los granos polínicos, como la aproximación de los estambres al estigma. (Figura 92). Pero no siempre sucede así, pues se observa frecuentemente un defecto de simultaneidad entre el desarrollo del andróceo y el del pistilo; la planta se llama entonces *dicógama*, la polinización no se opera en el interior de la flor, es *indirecta*, y esta no es hermafrodita más que bajo el punto de vista morfológico. En los vegetales monoicos la polini-



(Fig. 93)—Estigma de la *Datura* cubierto de polen.

Al posarse sobre la flor para chupar el nectar, estos insectos provocan de diversas maneras la polinización del estigma. En las flores hemafroditas y no dicógamas la entrada del insecto en la flor determina cierta agitación que tiene por resultado la polinización; en las flores unisexuales al entrar el insecto en las flores masculinas, roza con su cuerpo las anteras abiertas cargándose de polen; penetrando después en las flores femeninas toca los estigmas por esta misma parte y abandona el polen.

4—Desarrollo del grano de polen sobre el estigma. Depositado así sobre el estigma el grano de polen es retenido por sus asperezas superficiales y por el líquido segregado por las papilas estigmáticas y bien pronto comienza á desarrollarse, absorbiendo oxígeno y desprendiendo ácido carbónico toma del líquido estigmático el agua y los alimentos necesarios para completar los que lleva en reserva en su protoplasma, emitiendo un tubo que va alargándose rápidamente. Este tubo polínico tiene salida por alguno de los poros de la membrana externa, (fig. 94) siendo la interna la



(Fig. 94)—Grano de polen de la *Campanula* en vías de germinación sobre el estigma. Salida por uno de los poros *kp* de la exina del tubo polínico *ps* que se aplica estrechamente sobre el pelo estigmático *nh*.

que le reviste y continúa alargándose y penetrando directamente por el conducto del estilo, si éste se presenta hueco, pero si es macizo, tiene que ir disolviendo las células del tejido conductor alimentándose á expensas de ellas. Su extremidad inferior llega así á la cavidad del ovario y continuando en su desarrollo por la placenta, frecuentemente erizada de papilas ó de pelos, camino que le conduce necesariamente por la vía más corta á los micropilos de los óvulos. Llegados á estos, el tubo polínico continúa insinuándose por el vértice de la nuececilla hasta venir á aplicar

su extremidad contra la del saco embrionario; pero con más frecuencia, este acrece hasta venir á colocarse en el fondo del canal micropilar.

El tiempo que transcurre entre la polinización del estigma y el encuentro del tubo polínico con el saco embrionario, no depende solamente de la longitud del camino que tiene que recorrer, sino también de las propiedades específicas de las plantas. Así los tubos polínicos del Azafrán para atravesar un estilo de 5 á 10 centímetros de largo, no tardan más de uno á tres días, mientras que los de las Orquídeas, exigen semanas y aun meses enteros.

5—Fecundación. Una vez que se ha operado el contacto entre el vértice del tubo polínico y la membrana del saco embrionario, llegamos á la fase decisiva del fenómeno. En este momento el núcleo próximo á la extremidad del tubo con la porción de protoplasma que le rodea, atraviesa la membrana reblandecida del saco y se fusiona con la oosfera; la célula nueva así constituida á espensas de ambos elementos, es el *huevo*, que bien pronto se rodea de una cubierta de celulosa. A este paso del elemento masculino en el femenino seguido de una penetración y de una combinación de ambas sustancias, protoplasma con protoplasma, núcleo con núcleo, es lo que denominamos *fecundación*.

Las flores de las Gimnospermas son unisexuadas y los carpelos abiertos no llevan estilo ni estigma, los óvulos están por consiguiente al descubierto y los granos de polen son depositados directamente sobre el micropilo de los óvulos en donde quedan detenidos por una gotita líquida, que se escapa por este orificio. Los demás fenómenos son análogos á los estudiados anteriormente.

Así formado el huevo se desarrolla en el mismo saco transformándose en embrión y tomando su alimento de la planta madre; en otros términos, las Fanerógamas son vivíparas. Al mismo tiempo el óvulo se transforma y se convierte en semilla, mientras que el pistilo modificándose será el fruto.

6—Reproducción de las Criptógamas. En los restantes tipos vegetales, las funciones de reproducción se verifican de un modo más elemental y sencillo, mediante los órganos estudiados anteriormente. En las de reproducción asexual, son las esporas las que germinando en condiciones convenientes originan una nueva planta. Pero cuando aquella es sexual, los elementos masculinos y femeninos nacen de órganos distintos, y de su unión procede el huevo, origen de una nueva planta. El caso más sencillo es el de la *isogamia*, cuando ambos elementos son idénticos y no puede marcarse diferencia entre uno y otro. En la mayoría de las Criptógamas alternan ambos procedimientos, el sexual y el asexual.

PARTE SEGUNDA

BOTANICA ESPECIAL

Lección 38ª

I

1—Tiempos anteriores á Linneo. Nos es completamente imposible el poder fijar de una manera determinada la época en que comienzan los conocimientos botánicos, pudiendo decir únicamente que su origen está envuelto con el de las tradiciones que se refieren á los pueblos más antiguos.

Sí se pueda asegurar que, indudablemente el hombre desde un principio se fijó especialmente sobre aquellas plantas que desde luego llamaron su atención, bien por la utilidad que pudieran proporcionarle, ó por otra causa cualquiera. Así los papiros y monumentos de los pueblos más antiguos como los Egipcios, Hebreos, Asirios, Fenicios, etc., nos han legado una multitud de datos que comprueban el que la Botánica no era tan desconocida entre ellos, bien que con un caracter verdaderamente utilitario y sin base científica alguna, conociéndose la mayor parte de las veces las referencias á ciertas especies.

Bien puede asegurarse que con los Griegos, toma la Botánica rumbo distinto, pues merced á los viajes como en la célebre retirada de los diez mil, las conquistas y exploraciones del gran Alejandro el Magno, fueron ocasiones propicias para que algunos hombres de talento como Herodoto, Jenofonte

y sobre todo Aristóteles, este último, tratase de dar á esta rama de la Historia Natural un caracter verdaderamente científico; su discípulo Teofrasto continuó la obra del maestro, teniendo los trabajos de ambos un caracter de observación y realidad que no habían tenido antes. Después de ellos se abandonó este buen camino para seguir procedimientos viciosos de estudiar solamente en los libros y ser meros compiladores y comentaristas como aconteció con Plinio el Viejo, que compuso una *Historia Naturalis* y gracias á este extenso trabajo se pudieron conservar las nociones de los antiguos y servir de guia á los naturalistas de la Edad Media. Esta época fué poco fructífera para las ciencias naturales, pues ocupada entonces la humanidad en la elaboración y perfeccionamiento de otros ideales, es lo cierto que no presentó condiciones favorables para el cultivo de estas ciencias, notándose un estancamiento marcado ya antes y que se prolongó casi hasta el Renacimiento.

Los viajes realizados al finalizar la Edad Media, la invención de la imprenta y los descubrimientos geográficos del Nuevo Mundo y del Oriente, fueron causa del notable progreso de la Botánica, desenvolviendo en la Europa occidental el espíritu de observación y comienzan á estudiarse las plantas de los distintos países, tomando origen multitud de clasificaciones, entre las cuales merece citarse la de José Pitton de Tournefort, sistema más claro que los que le habían precedido y fundado exclusivamente en caracteres correspondientes á la corola.

2—Linneo y su sistema. Con este autor se inicia un progreso notable, tanto por su célebre sistema sexual, como por la reforma de la nomenclatura, pues merced á esto su nombre se ha hecho inmortal y las Ciencias Naturales entraron desde entonces en una nueva era. La clave del sistema está basada en caracteres de los órganos reproductores, al mismo tiempo que las voces empleadas para designar las clases por su etimología nos recuerdan perfectamente los caracteres de estas.

SISTEMA SEXUAL DE LINNEO

CLASES

Estambres libres..	Estambres de igual longitud...	1 estambre.	1.ª Monandria
		2 id	2.ª Diandria
		3 id	3.ª Triandria
		4 id	4.ª Tetrandria
		5 id	5.ª Pentandria
		6 id	6.ª Hexandria
		7 id	7.ª Heptandria
		8 id	8.ª Octandria
		9 id	9.ª Eneandria
		10 id	10.ª Decandria
		11 á 19 id.	11.ª Dodecandria
Con todas las flores hermafro- ditas.....	Estambres des- iguales en longitud	20 ó más estambres	(Insertos en el caliz..... 12 Icosandria
		4 estambres, 2 más largos.	Insertos en el receptáculo 13 Poliandria
		6 estambres, 4 más largos.	14 Didinamia
			15 Tetradinamia
Percep- tibles á simple vista..	Estambres soldados..	Por los filamentos..	En un solo hacecillo..... 16 Monadelphia
			En dos hacecillos..... 17 Diadelphia
			En tres ó más hacecillos.. 18 Poliadelphia
		Por las anteras.	19 Singenesia
Plantas con órganos sexuales.	Con el pistilo.		20 Ginandria
		Flores masculinas y femeninas sobre el mismo pié de planta..	21 Monoecia
		Flores masculinas y femeninas sobre pié de plantas diferentes.	22 Dioecia
		Flores unisexuales mezcladas con flores hermafroditas.	23 Poligamia
Imperceptibles á la simple vista..	Con flores unisexuales..		24 Criptogamia

3—Método Natural. Las clasificaciones sistemáticas no han de tener otro objeto que el poder distinguir las especies con sencillez, dándose comúnmente el caso de estar reunidas dos muy diferentes en un mismo grupo; teniendo que resultar así, desde el momento en que se atiende á un carácter ó á un corto número de caracteres, no siempre los más importantes.

Aspiración muy natural de la ciencia es el poder clasificar los seres *con relación á sus verdaderas afinidades*, ideal del cual desgraciadamente distamos aun bastante, pero loables serán todos los ensayos que en este sentido se hagan, como todos cuantos han sido hechos por inmortales naturalistas.

Pudiera creerse que siendo Linneo tan excelente sistemático, no sería partidario del método natural, y sin embargo presentó varias agrupaciones de géneros que él consideró como *fragmentos* de dicho método natural.

Antonio Lorenzo de Jussieu, entendió que era un error el que á todos los caracteres se les diera la misma importancia, cuando la apreciación de la afinidad no debería hacerse contándolos sino *pesando y midiendo* la importancia de cada uno.

La clave de la clasificación de Jussieu es la siguiente; divide todas las plantas en tres grandes grupos que él llamó *clases primarias*, que eran, el de las *plantas acotiledones*, *monocotiledones* y *dicotiledones*. De estos tres grandes grupos llegaba por medio de algunas divisiones intermedias, fundadas en la inserción de los estambres y pétalos, al establecimiento de quince *clases secundarias*, divididas á su vez directamente en familias.

Verdaderamente Jussieu no explanó una doctrina respecto de la valuación de los caracteres. Este mérito corresponde á De Candolle el cual fundó el principio de la *subordinación de caracteres*, esto es, que habiendo caracteres de más y de menos importancia, las divisiones primarias deben fundarse en caracteres de primer grado, las secundarias en los de segundo grado, etc. He aquí la última clave de dicho autor:

DIVISIONES	CLASES	SUB-CLASES
Vasculares ó cotiledóneas.	Dicotiledóneas ó exógenas.	Talamifloras Caliciifloras Corolifloras Monoclamídeas
	Monocotiledóneas ó endógenas.	
Celulares ó criptómagas	Eteógamas ó semivasculares	
	Anfigamas ó celulares	

4—Principios que sirven de fundamento á las clasificaciones metódicas modernas. Tanto Jussieu como De Candolle, han basado sus métodos en el gran principio de la *subordinación de los caracteres*; pero este principio por importante que sea, no es el único que interviene en la formación de las clasificaciones modernas, pues existen otros varios que contribuyen poderosamente á darnos cuenta de las relaciones que existen entre los diversos organismos vegetales.

Por el principio de las *analogías* y *homologías* se dice que, entre dos órganos de diferentes organismos existe analogía, cuando siendo diferentes en su forma y aun en su función se corresponden por el lugar que ocupan; así es como se sabe cuando los zarzillos son foliares ó son rameales. Se dice que existe homología entre órganos de un mismo organismo, cuando estos se corresponden, como por ejemplo, las hojas y las brácteas.

Otro principio, hoy muy aplicado, es el de la *diferenciación* ó de la *división del trabajo*, pues en los organismos inferiores no existe gran diversidad de órganos y uno solo de estos desempeña al propio tiempo, diversas funciones; en los superiores, existiendo más clases de órganos, se disminuye el número de funciones asignadas á cada uno.

Tomando en cuenta todos estos principios fundamentales, las clasificaciones modernas se apartan muy poco en su esencia unas de otras, y procuraremos seguir, por ser más generalizada, la del profesor Ph. Van Tieghem.

		TIPOS	SUB-TIPOS	CLASES
PLANTAS	Sin raíces ó no vasculares	Talófitas. Sin hojas. . . .	Sin clorofila.	Hongos.
			Con clorofila.	Algas.
	Con raíces ó vasculares	Muscineas. Con hojas. . . .	Protonema rudimen-	Hepáticas.
			tario.	Musgos.
		Criptógamas vasculares. — Plantas sin flores.	Hojas bien desarrolladas. .	Prótalos monoicos. . Filicíneas.
			Hojas pequeñas ó rudimentarias. .	Prótalos unisexuales. Equisetíneas.
		Fanerógamas.—Plantas con flores.	Ramificación verticilada.	Equisetíneas.
			Ramificación dicotómica.	Licopodíneas.
			Semillas desnudas.—Gimnospermas.	
			Semillas no desnudas.—	Un solo cotiledón. . . Monocotiledóneas.
			Angiospermas.	Con dos cotiledones. . Dicotiledóneas.

II

TIPO I.—TALOFITAS

1—Caracteres y división. Comprende este tipo, el más variado del reino vegetal un sinnúmero de plantas dotadas de una organización muy variada. Caracterizadas por la ausencia de raíces, tallos y hojas, nos presentan en lugar de éstos, un órgano denominado *talo*, encargado de todas las funciones y aun cuando bien sencillo en la mayor parte de las veces, suele en ocasiones diferenciarse en órganos análogos á las raíces y hojas de los otros tres tipos.

Su reproducción general es la asexual por medio de esporas y en varias, la sexual por isogamia ó heterogamia.

La existencia ó ausencia de la clorofila, merced á la cual los vegetales asimilan el carbono, realizando la síntesis de los compuestos ternarios, sirve para distinguir las dos clases en que se divide este tipo.

CLASE PRIMERA: *Hongos*.—Plantas siempre sin clorofila y viviendo á expensas de la materia orgánica.

CLASE SEGUNDA: *Algas*.—Plantas con clorofila casi siempre, y por tanto con vida independiente.

Clase primera.—Hongos.

1—Caracteres y generalidades. La organización de los Hongos es muy sencilla á la par que presenta algunas variaciones. Reducido el talo en algunos de ellos á una sola célula de forma más ó menos variada, en otros, ésta célula dividiéndose da lugar á un cuerpo que puede ser filamentosos, laminar ó macizo. Frecuentemente el talo está reducido á una serie de estos filamentos, que se dividen y se entrecruzan en todas direcciones; pero otras veces una porción de talo se ramifica abundantemente, se aglomeran entre si los filamentos, y dan lugar á una porción diferenciada en *estroma*, del resto del talo que se denomina *mycelio*. El estroma, puede en alguna fase de su vida acumular en si todas las reservas nutritivas del mycelio que desaparece; entonces se endurece, cutiniza, y toma cierta coloración pasando al estado de vida latente y constituyendo un cuerpo de consistencia córnea que á causa de su dureza, se ha denominado *esclerocio*. En lugar de hacerse macizo aglomerando sus filamentos, puede suceder que las células de estos se separen, estando entonces compuesto el talo de una serie de células más ó menos dissociadas. Los materiales nutritivos que más frecuentemente almacena el talo, son cuerpos grasos, dextrinas y principios azucarados; el almidón en granos es muy raro el encontrarle.

De esta manera constituido el Hongo, es incapaz de asimilar el carbono del ácido carbónico, puesto que le falta la clorofila, necesita pues, para desarrollarse, la presencia de compuestos carbonados que toma, bien de los restos animales ó vegetales cuya destrucción acelera, enmoheciéndoles, ó bien de estos mismos seres vivientes; en este último caso pueden suceder dos cosas, ó bien se asocia íntimamente con otra planta viviendo en simbiosis con ella ó la ataca como parásito, pudiendo llegar hasta la muerte total del vegetal sobre el que se fijó. Muchos de ellos pueden indistintamente vivir como mohos ó como parásitos, siendo entonces facil en la mayor parte de las veces su cultivo.

La luz no les es necesaria; hay hongos que recorren todas las fases de existencia en la obscuridad más profunda.

El talo puede desarrollarse, ya en el interior, ya en la superficie del medio nutritivo. En este último caso prolonga ciertos filamentos más cortos que juegan el papel de órganos absorbentes. Luego que el talo ha llegado al estado adulto produce siempre esporas, algunas veces huevos que dan lugar á plantas nuevas. Los primeros pueden estar desprovistos de membrana de

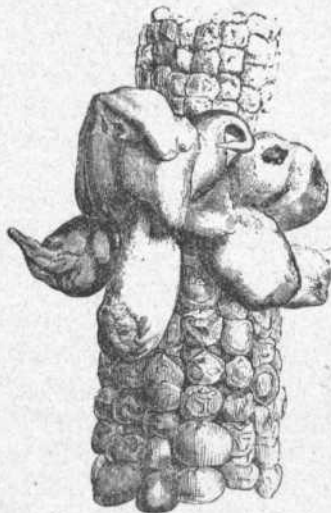
celulosa y son móviles en el agua con la ayuda de ciertas pestañas, se denominan *zoosporas*, en otros casos se presentan inmóviles con la membrana cutinizada. La mayor parte de los hongos no forman más que esporas; en otros además de las esporas pueden dar lugar á huevos por distintos procedimientos.

2—División. No entraremos aquí en la división de esta clase, por no permitirlo la índole del libro, pero si agruparemos las especies más importantes en grupos empíricos, desde luego necesarios si ha de haber algún orden en la exposición.

1.º *Hongos que atacan á vegetales vivos produciendo sobre ellos enfermedades que al hombre interesa conocer por el perjuicio que pueden ocasionarle.*

Plasmadiophora Brassicæ; ataca á las coles, nabos y otras crucíferas, produciendo la hernia de las coles. *Phytophthora infestans*; produce la podredumbre de las patatas. *Peronospora viticola*, ó *Mildiu*; hongo originario de América, constituye una enfermedad terrible para la vid, pero puede combatirse con el caldo bordelés. *Tilletia Caries*, vive sobre los ovarios fecundados de los trigos, produciendo en ellos la enfermedad llamada *caries*. El *Ustilago Maydis*, tizón ó carbón del maíz, sobre los cereales. (Fig. 95) *Puccinia*

Graminis, llamada niebla ó roya negra, vive sobre las hojas y tallos de varias gramíneas. El *Oidio*, sobre las hojas y frutos de la vid, destruyéndolos rápidamente, pero cuyos efectos nocivos se combaten muy bien por medio del azufrado.



(Fig. 95)—*Ustilago Maydis*, (carbón del Maiz.)

2.º *Hongos que atacan á los animales vivos.* Igualmente que los comprendidos en el grupo anterior, son interesantes, por cuanto originan multitud de enfermedades, aun sobre el hombre mismo, tales son el *Botrytis Bassiana*, que constituye la *moscardina*, terrible enfermedad del gusano de seda que ataca á las larvas vivas, cuando se disponen á hilar el capullo. Refiérense probablemente al género *Oospora*, ciertas especies que vegetan sobre la piel del hombre originando en ella enfermedades infecciosas de importancia, tales como las tiñas y las *ptiriasis*.

3.º *Hongos que viven sobre sustancias en descomposición.* Tales son por ejemplo el *Mucor Mucedo*, ó *Moho común*, sobre diferentes materiales. El *Sterigmatocystis nigra*, que se desenvuelve en la maceración de las agallas, produciendo la descomposición del tanino en glucosa y ácido agálico, siendo empleado por esto en la industria. La *Oospora lactis*, que produce las eflorescencias blancas de las cortezas de los quesos; la *O. Crustacea* que origina las manchas rojizas llamadas *minio* de los quesos.

4.º *Hongos de utilidad por su empleo en la industria, medicina, etc.* El

Claviceps purpurea ó *cornezuelo de centeno*, contiene ciertos principios activos alcaloideos, muy empleados en medicina. El *Mucor circinelloides*, en cultivos privados de oxígeno origina un fermento alcohólico usado en la fabricación de cerveza, así como de más general empleo es el *Saccharomyces Cerevisia*, que constituye la levadura de cerveza y se utiliza desde una antigüedad muy remota, para la producción de bebidas fermentadas. El *S. minor* es el fermento ordinario de la levadura del pan, en cuya masa interviene, provocando una fermentación alcohólica.

5.º *Hongos comestibles y venenosos*. El vulgo aplica el nombre de hongos ó *setas* más particularmente á los comprendidos en la familia de los *Agaricáceos* que suelen presentar la forma de pedicelo con sombrerillo, y entre los cuales, muchas de las especies en esta familia comprendidas, ofrecen un alimento muy grato y muy buscado por ciertas personas, pero al mismo tiempo muy peligroso por contener ciertas sustancias muy tóxicas análogas á las leucomainas y ptomainas. Nada más fácil para el botánico, por la determinación específica de las especies, ó para el químico por el análisis de los principios tóxicos, el determinar si una especie es ó no venenosa; pero entre el vulgo circulan muchas indicaciones que suelen ser tomadas como seguras, dando lugar á muchísimos accidentes desagradables y que bueno es hacer constar con objeto de prevenirse de ellas; tales son las pruebas tan generalizadas de cocerlos con plata para ver si la ennegrecen ó con cebolla para ver si azulean. Tampoco es cierto que, las especies atacadas por los limacos é insectos sean inofensivas, pues aun siéndolo para organismo diferente del nuestro de igual modo que lo son la belladona y otras plantas, no por ello dejan estas de ser tóxicas para el hombre. Pero ya que no con carácter de absoluta seguridad, pueden señalarse varias condiciones que tomadas en conjunto, determinan con bastante probabilidad cuales pueden ser los hongos sospechosos. Estas condiciones son las siguientes; son sospechosos los hongos de coloraciones vivas é intensas, los de duración muy fugaz, aquellos cuyos tejidos son flojos y los que tienen los pedicelos huecos ó fistulosos, los que al ser cortados dejan fluir jugos lechosos ó coloreados y los de olor desagradable, acre ó fétido. Lo más práctico será siempre limitarse á comer las especies bien conocidas y en caso de duda pueden prepararse por un procedimiento que, eliminando el veneno, los despoja de su acción tóxica y consiente comer aun las especies reconocidas como venenosas. Esto se consigue por la maceración en agua acidulada con vinagre, operación que debe hacerse mudando 3 ó 4 veces el líquido en el transcurso de 8 á 10 horas

Lección 40.º

Clase segunda.—Algas

1—Descripción. Las Algas son Talofitas provistas de clorofila yendo más generalmente esta materia colorante, acompañada de otra azul, amarilla ó roja. Viven casi siempre sumergidas en el agua y como tienen necesidad de luz para vivir no se las encuentra más allá de los 400 metros bajo el nivel del mar, distribuyéndose en profundidad con relación á la cantidad de luz que necesitan. Otras viven en el aire, pero en lugares húmedos; otras se de-

sarrollan en el interior de ciertos organismos, sea en simbiosis, sea como parásitos más ó menos temibles.

El talo afecta formas muy variadas; en unas muy simples, hasta llegar á ser en otras profundamente diferenciado, hasta el punto de asemejarse á las plantas vasculares con sus tallos, hojas y raíces.

Llegado al estado adulto el talo, produce algunas veces esporas, otras huevos que multiplican la planta, lo más general es que sean estas dos clases de elementos. Los primeros pueden ser inmóviles, pero casi siempre son zoosporas. Los huevos se forman por distintos procedimientos, desarrollándose algunas veces á expensas de la planta madre y entonces en lugar de producir estos huevos directamente un talo, originan un esporogonio con esporas que han de dar lugar á la nueva planta.

2 - División. Divídense en numerosos órdenes y familias de las que solo citaremos las más principales.

Bacteriáceas. Denominadas vulgarmente *microbios* y cuyo talo viene á estar constituido por una sola célula de forma muy variada, esférica, elíptica, cilíndrica, recta ó en espiral. Muy pocas Bacteriáceas poseen clorofila; la mayoría siendo incapaces de asimilar el carbono del ácido carbónico, tienen que vivir á expensas de materias orgánicas, como parásitas sobre el cuerpo de los animales ó sobre todo del hombre, originando multitud de enfermedades, hasta el punto de que la mayor parte de estas tienen por causa dichos agentes microbiológicos; tales son, por no citar más que muy pocos, el *Bacilo del carbunco* que se desarrolla en la sangre de los animales, robando el oxígeno á los hematies y provocando esta enfermedad rápidamente mortal. El *Micrococcus, diphtéricus* de la difteria; el *Bacillus Tuberculosis*, de la tisis tuberculosa, el *B. Lepræ*, de la lepra; el *B. typhosus* de la fiebre tifoidea; el *B. septicus* de la septicemia; el *Spirillum Cholerae* del cólera, etc.

Otras viven como parásitas del cuerpo de los vegetales, tal es el *Rhizobium leguminosarum*, especie que habita en las leguminosas, produciendo los tubérculos radicales y dando á estos órganos la propiedad de asimilar directamente el nitrógeno de la atmósfera y explicándose por su intervención el hecho de que estas plantas lejos de esquilmar el suelo, le enriquecen.

Otras Bacteriáceas por las descomposiciones que ejercen sobre la materia obran como fermentos, tales son el *B. Aceti* que, oxidando el alcohol le convierte en ácido acético; el *M. Urae*, dando lugar á la fermentación amoniacal; el *M. nitrificans*, que es el agente de la nitrificación.

Otras producen sustancias colorantes, tales como el *M. prodigiosus*, que suele desarrollarse en las materias feculentas tiñéndolas de color rojo. Algunas Bacteriáceas tienen la propiedad de emitir luz como las *Photobacterias* á las que son debida comunmente la fosforescencia del mar.

Pudieran interesarnos en otros conceptos que no reseñamos dada la índole elemental del libro.

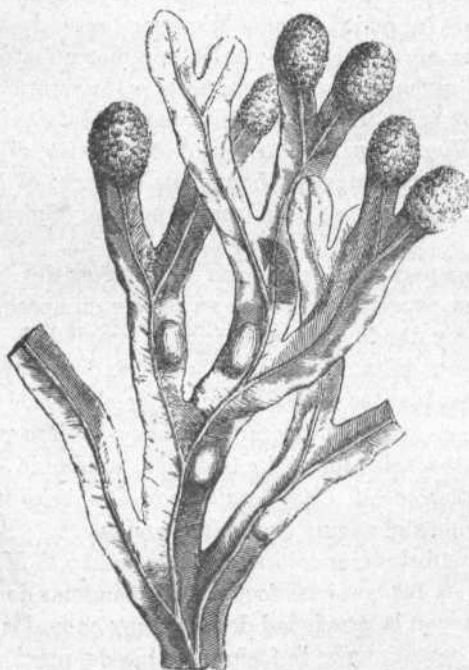
Si cultivamos algunas bacterias en ciertas condiciones, podemos llegar á atenuar en cultivos sucesivos la intensidad de los fenómenos patógenos por ellas producidos, originando la inoculación de dichos cultivos, enfermedades

ligeras, pero suficientes al menos para preservar durante cierto tiempo de los efectos fatales de algunas de ellas.

En el mismo orden que las Bacteriáceas tenemos también como ejemplo notable, el *Leuconostoc mesenteroides*, que con el nombre vulgar de *goma de los azúcares*, transforma en breve tiempo toda el azúcar de remolacha en una masa mucilaginosa semejante á la clara de huevo.

Las **Conferváceas**, en que la mayoría habitan en las aguas dulces y que tienen talo más ó menos ramificado, siendo sus zoosporas y gametos móviles, nadando con la ayuda de filamentos. Se las conoce con los nombres de *ova de río*, *limos*, y se emplean en medicina; otras como abonos, especialmente las marinas y aun en algunos puntos las comen después de desecarlas como la *Ulva Lactuca*.

Las **Diatomáceas**. Son todas microscópicas y muy abundantísimas en el fondo de las aguas dulces ó saladas. Generalmente son libres y se mueven resbalando lentamente sobre los cuerpos sólidos sumergidos, por una especie de contractilidad. Están rodeadas de un caparazon silíceo que forma relieves delicadísimos y que se presta muy bien á la conservación, debiendo á esto el papel tan activo que han tenido en la formación de los depósitos sedimentarios y conocidos algunos de ellos con el nombre de *tripoli*, utilizando para pulimentar metales.



(Fig. 96)—*Fucus vesiculosus*, (uvas de mar)

Las **Laminariaceas** que con el nombre de *laminarias*, y *sargazos*, se emplean como agentes dilatadores y para la extracción de yodo y azúcar (manita)

Las **Fucáceas**; *Correas*, *Uvas de mar*; (fig. 96) contienen bastante cantidad de yodo y se emplean contra las escrófulas y contra la obesidad, obteniéndose de algunas un carbón especial (etiope vegetal).

El grupo de las *Rodofíceas* son algas de color rojo; su talo siempre tabicado y generalmente de forma arborecente, fijo en la base por medio de garfios. La membrana de sus células se jaleiza con mucha frecuencia, convirtiéndose en el agua hirviendo en una jalea que puede ser alimenticia, otras veces se incrusta de carbonato de cal, tomando entonces los talos el aspecto de corales.

Líquenes.

1—Caracteres. Como grupo especial tenemos el de los líquenes, que aparecen con el talo en forma de expansión foliácea ó formando costras y que nos presentan el caso más notable de *simbiosis*, pues están constituidos



(Fig. 97)—*Cetraria Islandica*, líquen de Islandia

por la asociación de un hongo y de un alga, asociación á beneficio recíproco, pues que ambas plantas encuentran ventaja, siquiera esta sea de grado muy diverso para ambas partes. De este consorcio resulta para el hongo asegurada la función clorofílica; para el alga, la duración de un ambiente húmedo y la mayor facilidad para la asimilación de sustancias minerales y nitrogenadas. Como ejemplos más notables de este grupo tenemos el líquen de Islandia, *Cetraria Islandica* (fig. 97); se usa contra la tisis y la disenteria y es además comestible, constituyendo primera materia para un buen pan,

reducido á harina y mezclado con la de trigo. La *Cladonia rangiferina* que cubre grandes extensiones de terreno en Siberia y constituye un alimento irremplazable para los renos.

TIPO II.—MUSCÍNEAS

Lección 4.^a
1—Caracteres y división. Plantas celulares con tallos y hojas, sin raíces ni flores. Las *Rodofíceas* nos llevan directamente á este grupo, pues como en estas, hay primero una fase adulta dotada de reproducción sexual y de esta resulta una fase transitoria que, por reproducción asexual, por medio de protósporas, engendra nuevamente individuos pertenecientes á la fase adulta. Se divide en dos clases:

CLASE PRIMERA: *Hepáticas*.

CLASE SEGUNDA: *Musgos*.

Clase primera.—Hepáticas

1—Caracteres. Las Hepáticas viven en sitios húmedos y sombríos, en individuos aislados ó reunidos en corto número formando céspedes. La conformación del aparato de nutrición varía bastante, desde un tallo taliforme, hasta tallos filiformes claramente provistos de hojas; éstas son siempre muy sencillas, pues constan de una sola capa de células y carecen de nervio medio. El tallo suele estar desprovisto de epidermis y consta de un parénquima homogéneo. Como ejemplo tenemos el *empeine*, muy común en casi toda la Península y usado en tiempo antiguo y aún alguna vez por el vulgo, para combatir las afecciones del hígado y en veterinaria para la curación de las úlceras; lleva el nombre científico de *Marchantia polymorpha*.

Clase segunda.—Musgos.

1—Caracteres y especies más principales. El aparato de nutrición de los Musgos, se compone ya de un tallo vertical, sujeto al suelo por medio de pelos absorbentes y sobre el cual existen siempre hojas; el tallo es puramente celular y ramificándose abundantemente puede llegar hasta algunos pies de longitud. En general son perennes y suelen destruirse por su base al mismo tiempo que sigue creciendo y ramificándose por la parte superior, por lo que forman una capa de humus sobre los cuerpos que los sostienen. Las hojas están siempre sentadas, distribuidas de distinto modo, pero siempre según alguna ley y algunas presentan ya más de una capa de células, con un rudimento de nervio medio; las próximas á los órganos reproductores sexuales se hallan casi siempre dispuestas en roseta y hasta cambian de forma y de color, por lo que forman con dichos órganos un conjunto que por analogía suele denominarse flor. Viven generalmente en sitios húmedos formando céspedes apretados sobre tierras, piedras, troncos y muros, alguna vez en aguas corrientes, estancadas y pantanosas, constituyendo en estos últimos las llamadas turberas. El aumento de peso determinado por el crecimiento continuo por el ápice les obliga á sumergirse más, y toda la parte que se sumerge, macerada por las aguas, se va destruyendo y origina de este modo el componente principal de las turberas que en Irlanda, Holanda, y otros países tienen gran desarrollo.

Se emplean además en medicina, para cultivo de plantas epífitas en las estufas y en seco para embalajes y rellenar muebles, colchones, etc.

Como especies más comunes, tenemos las del género *Sphagnum* y el *Polytrichum commune*. (fig. 98).



(Figura 98).—*Polytrichum commune*.

TIPO III.—CRIPTÓGAMAS VASCULARES

1—Caracteres. El desarrollo de estas plantas consta de dos fases ó generaciones muy diversas. En el estado adulto su reproducción es la asexual por medio de esporas; estas al germinar originan una planta de aspecto muy inferior, el *prótalo*, sobre la cual aparecen los verdaderos órganos sexuales masculinos y femeninos, y de la fecundación de ambos, resulta una gametóspora que germinando produce nuevamente la fase adulta. El *prótalo* es celular, y puede presentar ambos sexos en un mismo pie, pero puede también ser dioico y en este caso existe bastante diferencia entre los *prótalos* masculinos y femeninos.

Se caracteriza este tipo porque las plantas en él incluidas presentan fibras y vasos con raíces, tallos y hojas, pero sin flores.

La existencia de la raíz exige una red de canalización; por la que circulen las sustancias absorbidas.

2—División. Este tipo puede dividirse del modo siguiente:

		CLASES
Criptógamas vasculares.	Hojas bien des-	Prótalos monoicos. . . . Filicíneas.
	arrolladas. . .	Prótalos unisexuales. . . Hidropteríneas.
	Hojas pequeñas ó	Ramificación verticilada. Equisetíneas.
	rudimentarias. .	Ramificación dicotómica. Licopodíneas.

Clase primera.—Filicíneas.

1—Estas plantas son las que vulgarmente se designan con el nombre de *helechos*. En las especies de nuestros climas, el tallo es subterráneo y emite hojas (*frondes*) por su cara superior y raíces por la inferior; en ciertas especies tropicales y del hemisferio Sur pueden llegar á ser arborescentes con el tallo sencillo, hasta de algunos metros de altura, terminado por una corona de frondes grandes, y entonces su porte elegantísimo semeja al de las palmeras.

Los esporangios, órganos en donde se hallan contenidas las esporas, están colocados en el borde ó en la parte inferior del fronde, y su situación sirve para caracterizar las especies, entre las cuales tenemos como más principales; el *helecho real*, *Osmunda regalis*, cuyo rizoma se ha empleado contra la raquitis; el *Polypodium vulgare*, de los sitios montañosos, su rizoma también empleado en medicina; el *Adiantum Copillus veneris*, *culantrillo*, también sus frondes son de bastante uso: el *helecho comun*, *Pteris aquilina*; el *Polystichum Filix mas*, *helecho macho* que crece en casi toda la Península y cuyo rizoma es tan eficaz contra la tenia y empleado además como vermífugo; el *Scolopendrium officinale*, *escolopendra*, diurética indicada contra las afecciones del hígado y del bazo.

Clase segunda.—Hidropteríneas

1—Plantas acuáticas, sobre cuyo tallo siempre horizontal, aparecen en su cara superior los frondes que son bien desarrollados, mientras de su cara

inferior nacen las raíces. Tienen los esporangios encerrados en una envoltura llamada esporocarpio. Se incluye en esta clase la *Salvinia natans*, planta flotante y que se asemeja algo á la lenteja de agua.

Clase tercera.—Equisetíneas.

1 —El aparato vegetativo de estas plantas consta de un rizoma horizontal del que nacen tallos ascendentes que pueden llegar á tener de 8 á 9 metros. Estos tallos presentan articulaciones transversales y en cada una de ellas un verticilo de hojas rudimentarias, soldadas y quedando libres solo en los ápices. La superficie del tallo es verde y muy áspera por tener la epidermis cargada de gránulos silíceos; suelen ser los tallos huecos y estriados y á veces diferentes, pues los estériles tienen ramas abundantes, mientras en los fructíferos son cortas ó nulas. La fructificación es una especie de espiga terminal y formada por verticilos en forma de clavos cortos y con cabeza ancha; en el borde de esta cabeza están los esporangios que producen esporas cuya cubierta exterior está formada por cuatro lacinias soldadas en un punto y divergentes como las ramas de un aspa, que por la desecación se separan y funcionan como un vilano. La espora al germinar produce prótalos dioicos.

Son propias las especies de los terrenos húmedos y arenosos de todos los continentes, excepto Australia. La mayoría han tenido gran desarrollo en los terrenos primarios y secundarios; las vivas pertenecen todas al género *Equisetum* cuya especie *E. arvense*, cola de caballo, cola de rata, es la más común, haciéndose aplicación de ella para pulimentar metales y maderas, por los gránulos silíceos que abundan en su epidermis.

Clase cuarta.—Lycopodíneas.

1 —Se distinguen de todas las otras por la ramificación dicótoma de sus tallos y raíces, sus hojas siempre pequeñas y muy sencillas. Pertenecen á esta clase el *Lycopodium Selago*, selago, aplicado en medicina y notable además porque los druidas le recolectaban con ceremonias religiosas; el *L. clavatum*, licopodio, usado para las escoriaciones y para rodar las píldoras.

TIPO IV.—FANERÓGAMAS

1 —**División.** Las criptógamas vasculares nos llevan directamente á las fanerógamas teniendo en cuenta que, además de los caracteres comunes de tener raíces, tallos y hojas, ofrecen con las primeras en cuanto á sus órganos reproductores cierta relación que nos conduce á identificarlos.

El tipo de las fanerógamas se divide en dos sub-tipos:

SUB-TIPO PRIMERO: *Gymnospermas*.—Ovulos más ó menos descubiertos; semillas desnudas.

SUB-TIPO SEGUNDO: *Angiospermas*.—Ovulos dentro de un ovario; semillas dentro de un pericarpio.

Estudiaremos las familias siguientes:

SUB-TIPO PRIMERO.— GIMNOSPERMAS.

1—Cicadáceas. Son plantas tropicales, cuyo tallo que puede llegar á tener una altura de 10 metros se asemeja al de los helechos y palmeras y está coronado por una gran roseta ó corona terminal de hojas muy grandes. Las flores son dioicas y colocadas en la terminación del eje. Sus especies proporcionan semillas comestibles, pero su principal utilidad se debe á la gran cantidad de fécula que contiene su médula y que es la substancia conocida con el nombre de *sagú*; otras suelen cultivarse en los jardines.

2—Coníferas. Esta familia por la importancia que tienen las especies en ella comprendidas, la dividiremos en las siguientes secciones:

Abietíneas. Árboles muy ramificados y generalmente con dos clases de ramas, unas largas, vigorosas y persistentes con yemas destinadas á continuar la ramificación, y otras muy cortas y caedizas que sostienen pocas hojas. Estas suelen ser sentadas, uninerviadas y muy estrechas. Las flores son monoicas; las masculinas están constituidas por un eje que lleva brácteas y en las axilas de estas los estambres; las femeninas tienen análoga constitución, formando un amento especial en que las brácteas después de efectuada la fecundación, se desarrollan proporcionalmente á las semillas, se engruesan haciéndose leñosas y soldándose entre sí por los bordes, cubren á las semillas á manera de un pericarpio.

La mayor parte de las especies de esta sección rinden importantísimas utilidades, por las innumerables aplicaciones que de ellas se hace; las semillas se emplean como alimento y condimento, prestan utilidad por las maderas que proporcionan para construcción y ornamentación; otras son adecuadas para las plantaciones de los arenales marítimos y bastante productivas para la extracción de trementinas y principios resinosos. Mencionaremos como pertenecientes á esta sección los *Abetos*, *Pinos*, *Cedros* y *Alerces*.

Cupresíneas. En esta sección, las flores femeninas están reunidas en corto número en el ápice de las ramitas formando amentos pequeños que forman la fructificación en cono, que alguna vez en la madurez se convierte en una masa carnosa.

Entre las especies incluidas en esta sección tenemos los *Enebras*, *Sabinas* y *Cipreses*, que tienen aplicaciones como las del grupo anterior.

Taxíneas. Caracterizadas por no tener sus fructificaciones en cono. El *Tejo*, es perteneciente á este grupo y notable por emplearse como árbol de adorno, algo en medicina y para la extracción de un aceite.

SUB-TIPO SEGUNDO.— ANGIOSPERMAS.

1—División. Se divide en dos clases:

CLASE PRIMERA: *Monocotiledóneas.*—Un solo cotiledón; raíz primaria poco durable; los pelos radicales nacen de la zona cortical externa subepidérmica; carencia de formaciones secundarias entre el liber y el leño primario; raíz fasciculada; hojas con frecuencia rectinervias y verticilos florales frecuentemente trímeros.

CLASE SEGUNDA: Dicotiledóneas.—Dos cotiledones; raíz primaria persistente; pelos radicales naciendo de una capa derivada de la epidermis; existencia de una capa generatriz que origina formaciones secundarias entre el liber y el leño primario; raíz napiforme; hojas angulinervias; verticilos florales generalmente pentámeros ó tetrámeros, rara vez trímeros.

Clase primera, —Monocotiledóneas.

1—División. Esta clase no tan numerosa en familias, la dividiremos en los tres órdenes siguientes:

Sin pétalos y generalmente sin sépalos.	Apétalas.					
Con sépalos y pétalos.	<table border="0"> <tr> <td> <table border="0"> <tr> <td>Ovario súpero</td> <td>Superovaríeas.</td> </tr> <tr> <td>Ovario ínfero</td> <td>Inferovaríeas.</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	<table border="0"> <tr> <td>Ovario súpero</td> <td>Superovaríeas.</td> </tr> <tr> <td>Ovario ínfero</td> <td>Inferovaríeas.</td> </tr> </table>	Ovario súpero	Superovaríeas.	Ovario ínfero	Inferovaríeas.
<table border="0"> <tr> <td>Ovario súpero</td> <td>Superovaríeas.</td> </tr> <tr> <td>Ovario ínfero</td> <td>Inferovaríeas.</td> </tr> </table>	Ovario súpero	Superovaríeas.	Ovario ínfero	Inferovaríeas.		
Ovario súpero	Superovaríeas.					
Ovario ínfero	Inferovaríeas.					

2—Apétalas. Solo estudiaremos en este orden como más importante la familia de las *Gramináceas*.

3—Gramináceas. Son plantas generalmente herbáceas, con el tallo nudoso y hojas alternas, una en cada nudo, embainadoras y con lígula. Las flores dispuestas en espiguillas, formando una espiga compuesta ó un racimo de espigas y tienen una constitución bien sencilla. El fruto es una carióp-side y la semilla contiene un albumen amiláceo abundante.

En su epidermis se suele acumular la sílice, debiéndose á esto el que sus hojas, cuando son fuertes, sean cortantes y sus tallos lustrosos como barnizados y duros en su superficie.

Es una de las familias más numerosas en especies y de las que mayores utilidades reportan. Unas proporcionan *granos* comestibles para el hombre y los animales, y son cultivadas desde los tiempos más remotos, reuniéndolas bajo el nombre de *cereales* y entre las cuales tenemos el *Maiz*, *Arroz*, *Trigo*, *Centeno*, *Cebada*, *Alpiste*, *Avena*, etc.; un gran número son forrageras y varían mucho según los países y la naturaleza del suelo. Otras son cultivadas por su médula azucarada como la *Caña de azúcar* y el *Sorgo*; por distintos productos alcohólicos de algunas obtenidas como el *Ron* y la *Cerveza*; por su tallo duro y leñoso como la *Caña* y el *Bambú*; por sus hojas resistentes sirviendo para la fabricación de tejidos, como el *Esparto*; otras en fin, se utilizan para la formación del *césped* en los jardines. En este orden también está incluída la familia de las *Ciperáceas*, teniendo que citar como especie importante la *Chufa*, empleada para la obtención de horchatas y el célebre *Papiro* de los antiguos.

4—Superovaríeas. Comprende las familias de las *Palmáceas* y *Liliáceas*.

5—Palmáceas. Plantas leñosas pudiendo tener uno de los tres aspectos siguientes: 1.º *Palmeras*, árboles generalmente esbeltos con los troncos hasta de 80 metros de altura y terminados por una gran roseta de hojas en forma de corona: 2.º *Palmeras enanas*, arbustos con tallo muy corto y roseta de hojas como las anteriores y 3.º *Lianas* con tallo delgado, flexible y trepador, de longitud hasta de 600 metros, que cruzando en todos sentidos las ramas de los árboles hacen impenetrables los bosques tropicales. Las hojas son

de forma pinnada ó palmeada, casi siempre de gran tamaño, hasta de 12 metros en algunas y persisten varios años sobre las plantas. Las flores son pequeñas, muy numerosas, forman espigas agrupadas generalmente en racimo compuesto (*régimen*) y el fruto es una baya ó drupa. Casi todas las especies son tropicales, la mayoría Americanas, otras de Asia y Australia y pocas Africanas. Muy variadas en aplicaciones, sus especies, se utilizan por ser comestibles sus frutos llamados *datiles* ó sus semillas como las del *Cocotero*; la yema terminal es comestible en algunas, y otras suministran por su parénquima feculente el *sagú*; por su savia azucarada, azucar, vino y aguardiente; por su pericarpio, aceite llamado de *palma*; por su albumen córneo el *marfil vegetal*; por sus hojas, cera; de las fibras textiles papel; por su tallo leñoso maderas de construcción y cuando aquellos son trepadores para la construcción de muebles, etc.

6—Liliáceas. Son plantas bulbosas ó con rizoma, hojas largas rectinervias, tres sépalos y tres pétalos coloreados casi iguales y seis estambres en dos series; el fruto es generalmente una caja. Son plantas repartidas principalmente en las regiones templadas y cálidas del globo y cultivadas por la belleza de sus flores. Otras son alimenticias por sus bulbos (*ajós*) ó por los renuevos (*espárragos*); otras son medicinales por su rizoma como el *heléboro blanco* ó por sus tubérculos como el *cólchico*; por sus hojas, *Aloes*, ó sus granos; otras en fin suministran fibras textiles.

7—Inferovarieas. Tenemos las familias de las *Amarilidáceas* é *Iridáceas*.

8—Amarilidáceas. Plantas muy parecidas á las Liliáceas de las que se distinguen por su ovario infero y por estar provisto generalmente el perigonio de una corona petaloidea. Su distribución es análoga también á la de la familia anterior y como ellas muy buscadas por la belleza de sus flores. El *Agave americana* ó *maguey* muy cultivada en España para la formación de setos y en América obtienen de su savia azucarada una bebida alcohólica, el *pulqué*, y por destilación de éste un aguardiente, el *mescal*; sus hojas suministran fibras textiles muy resistentes.

9—Iridáceas. Plantas con rizoma ó tubérculos, nunca verdadero bulbo; hojas sentadas, envainadoras y estrechas. Flor con verticilos trímeros diferenciándose de las Iridáceas en tener solamente tres estambres. Entre sus especies merecen mencionarse los *lirios*, pertenecientes al g. *Iris* cuyo rizoma se emplea en medicina y perfumería; el *azafrán*, cultivado principalmente por la materia colorante de sus estilos.

Como especies dignas de mencionarse y pertenecientes á familias próximas á estas mencionaremos la *Piña de América* ó *Anana*, una de las frutas exóticas más estimadas. La familia de las **Orquidáceas**, cuyas especies son cultivadas por la belleza de sus flores y que tienen muy pocas aplicaciones.

Clase segunda.—Dicotiledóneas,

1—División. Teniendo en cuenta la existencia ó ausencia de la corola y la posición del ovario, se divide esta clase en las seis órdenes siguientes. 1.º *Apétalas superovarieas* 2.º *Apétalas inferovarieas* 3.º *Dialipétalas superova-*



ricas. 4.º *Dialipétalas inferovarieas*. 5.º *Gamopétalas superovarieas*. 6.º *Gamopétalas inferovarieas*.

ORDEN I.—APÉTALAS SUPEROVARIEAS

1—Este orden es el que encierra las dicotiledóneas de organización más sencilla y solo citaremos como comprendida en él, la familia de las *Urticáceas*.

2—*Urticáceas*. Esta familia encierra especies, unas de gran desarrollo, mientras que otras son herbáceas. Las hojas de algunas son ásperas ó con pelos grandulosos que les procuran una defensa eficaz. Las flores son ordinariamente unisexuadas monoicas y el caliz cuando no aborta tiene generalmente cuatro sépalos.

Sus especies son de una gran utilidad, pues de ellas se obtienen maderas de construcción como del Olmo, *Ulmus campestris*; fibras textiles del cáñamo, *Cannabis sativa*, del ramio *Boehmeria nivea*; con la corteza de la *Broussonetia papyrifera* se fabrica papel en China; con las hojas de alguna especie como la morera, *Morus alba* se alimenta el gusano de seda; muchas especies están provistas de un jugo lechoso que, en unos casos es altamente venenoso, mientras que en otros goza de las cualidades nutritivas de la leche de vaca y sirve también para la preparación del *caoutchouc*; Los conos fructíferos del lúpulo, *Humulus Lupulus* sirven para aromatizar la cerveza; otras suministran frutos alimenticios como el moral, *Morus nigra* y la higuera, *Ficus Carica*; otras por último proporcionan una grasa comestible ó que sirve para el alumbrado.

3—Como familias próximas citaremos; las *Salicáceas* que comprenden las especies de álamos, género *Populus* y sauces, género *Salix*. Las *Platanáceas*, con el Plátano de sombra, muy empleado como arbol de adorno en los paseos. Las *Piperáceas*, de las cuales se obtienen las pimientas negra y blanca. Las *Quenopodiáceas* con las siguientes especies; la espinaca, *Spinacia oleracea*, cultivada y usada como verdura; la remolacha, *Beta vulgaris* y las salsolas, barrillas, que por incineración dan carbonato sódico. Entre las *Poligonáceas*, tenemos como especies más importantes el trigo sarraceno, *Fagopyrum esculentum*, cultivado por sus frutos útiles para alimentar el ganado y para hacer pan negro; el ruibarbo, *Rheum officinale*, usado su rizoma como purgante.

ORDEN II.—APÉTALAS INFEROVARIEAS

1—Como más importante tomaremos en consideración únicamente la familia de las *Cupulíferas*.

2—*Cupulíferas*. Son grandes árboles con hojas aisladas. Las flores son unisexuadas monoicas; las flores masculinas agrupadas en espigas ordinariamente largas y pendientes; las femeninas forman amentos generalmente paucifloros y el pistilo con un número variable de carpelos, generalmente biovulados. Al convertirse los ovarios en frutos, en cada flor abortan todos menos uno y aún este si es biovulado aborta uno de los dos óvulos, por lo

que los frutos son siempre monospermos. Al propio tiempo las brácteas que son persistentes y acrescentes se desenvuelven y transforman aplicándose sobre el fruto, formando un órgano especial que recibe el nombre de *cúpula*.

Esta familia encierra especies en que algunas constituyen vastas selvas en las regiones templadas del hemisferio boreal; otras, sobre todo los abedules, se elevan hasta las regiones polares. Ya es conocida la gran utilidad que reportan por sus maderas y por la corteza de algunas que es curtiente como la *encina*, *Quercus Ilex*; por su capa cortical externa, de la que se extrae el corcho como del *alcornoque*, *Quercus suber*; otras varias especies de *Quercus* producen por la picadura de algunos insectos las *agallas*. Algunas otras suministran frutos comestibles como el *avellano*, *Corylus Avellana*, el *castaño*, *Castanea vulgaris*; de el *haya*, *Fagus silvatica*, se obtiene un aceite. Próximas á esta familia son las **Lorantáceas** á la que pertenece el *Muérdago*, *Viscum album*. Las **Yuglandáceas** con el *Yuglans regia* el *nogal*, cultivado por sus muchas aplicaciones, y las *begonias*, comprendidas en las **Begoniáceas** plantas ornamentales por el hermoso colorido de sus hojas.

ORDEN III.—DIALIPÉTALAS SUPEROVARIEAS

1— Varias son las familias que tenemos que estudiar en este orden.

2—**Euforbiáceas**. La mayoría son plantas herbáceas ó perennes, algunas, arbolillos ó árboles en que el tallo y las hojas presentan vasos lactíferos, cuyo látex es generalmente blanco y muy acre. Tienen las flores regulares unisexuales, casi siempre monoicas y en el género tipo, suelen estar reunidas las masculinas y femeninas simulando una flor completa; los estambres suelen estar dispuestos en verticilos y ramificados. El fruto es una cápsula cuyos carpelos se abren con elasticidad. La mayoría habita en las regiones tropicales. Entre sus especies notaremos las *lechetreznas*, correspondientes al género *Euphorbia*, cuyo latex venenoso es empleado en medicina; el *Ricino*, *Ricinus communis*, de sus semillas se obtiene un aceite usado como laxante; la *Mercurialis annua*, *mercurial*; contiene un alcaloide tóxico *mercurialina*. Otras especies producen la tapioca y el aceite de croton y por último el *Boj*, *Buxus sempervirens* dá una madera muy buena para tornear y para el grabado.

3—**Malváceas**. Plantas cuyos tallos y hojas suelen contener principios gomosos ó mucilaginosos. En la base del caliz existen brácteas á veces tan desarrolladas como los sépalos. Estambres ramificados que se sueldan entre sí (*monadelphia*), formando un tubo desfilado en su ápice y por el cual pasan los estilos; las anteras son uniloculares. El fruto es una cápsula y la superficie interna del endocarpio presenta á veces pelos lanudos y largos que envuelven las semillas en una borra; otras veces son las semillas las que producen en su superficie pelos abundantes y larguísimos como en el *Algodonero*, *Gossypium arboreum*, que precisamente á esto debe el ser una planta industrial por excelencia. Varias especies del género *Malva* se emplean como emolientes y sedantes, así como también el *malvavisco*, *Althaea officinalis*. (Fig. 99). También pertenecen á esta familia árboles colosales como el *Boabab* de Africa.

cción 44º

4—**Crucíferas.** Familia muy numerosa con flores regulares; caliz y



(Fig. 99)—Malvavisco, (*Althaea officinalis*).

corola de cuatro piezas cada una y en el andróceo por la ramificación de dos estambres dá lugar á la *tetradinamia* característica de esta familia. El pistilo consta de dos carpelos abiertos y soldados y el fruto es capsular recibiendo el nombre de *silicua* ó *silícula*.

Muchas de ellas son comestibles como el *rabano*, *Raphanus sativus*, la *berza*, *Brassica oleracea*, con sus variedades, repollo, lombarda, etc. La mayoría tienen propiedades antiescorbúticas y estimulantes y varias de ellas escesivamente acres, como la *coquelearia*, *Cochlearia officinalis*, la *mostaza negra* y *blanca* *Sinapis nigra* y *alba*. Otras son cultivadas como

adorno ó por el aroma de sus flores como el *alhelí*, *Cheirantus Cheiri*.

5—**Papaveráceas.** Plantas herbáceas provistas de vasos laticíferos, con látex blanco ó coloreado. El caliz tiene sus sépalos caedizos y el andróceo con multitud de estambres. La mayoría de las especies viven en las regiones templadas del hemisferio boreal.

Entre sus especies tenemos; la *hierba de la golondrina*, *Chelidonium majus*, cuyo látex es acre y cáustico; el *Papaver somniferum*, la *adormidera* (fig. 100) que produce el *opio* y contiene muchos alcaloides, siendo narcótica; el *Papaver Rhæas*, *amapola* que también es narcótica.

6—**Leguminosas.** Esta antigua familia se halla dividida hoy día en tres y sus especies se encuentran repartidas por toda la Tierra. Son plantas muchas de ellas trepadoras. Las flores casi siempre irregulares; el caliz de cinco sépalos; cinco pétalos la corola, recibiendo sus piezas nombres distintos; el pétalo medio y posterior se llama *estandarte*, recubre á los dos laterales denominado *alas* que, á su vez, recubren á los dos anteriores que aplicándose uno sobre otro forman la *quilla*; los estambres son generalmente *monadelfos* ó *dia-*



(Fig. 100)—Adormidera (*Papaver somniferum*)

delfos y el pistilo se compone de un solo carpelo cerrado. El fruto es una legumbre, caracter al cual debe la familia su nombre.

La familia de las Leguminosas es una de las más útiles al hombre. Proporcionan granos alimenticios, como la alubia ó judía, *Phaseolus vulgaris*; el haba, *Faba vulgaris*; el garbanzo *Cicer arietinum*; el guisante, *Pisum sativum*, etc., ú oleaginosos; algunas, tubérculos comestibles; otras sirven de alimento para los animales, como la esparceta, alfalfa, trebol y algarrobo; principios colorantes, principalmente el indigo; materia azucarada, como la raíz de regaliz; gomas, balsamo de Tolu, bellas maderas de construcción y de ebanistería.

El gran papel que desempeñan las Leguminosas, juntamente con los cereales como base de alimentación del hombre, lo deben aquellas, á la fécula y legúmina que contienen, substancia esta última nitrogenada y de un gran poder nutritivo.



(Fig. 101)—Alcanfor (*Laurus camphora*).

7 Cariofiláceas. Plantas herbáceas con los tallos nudosos y articulados, hojas opuestas. Flores pentámeras con el caliz persistente. Son cultivadas la mayor parte como plantas de adorno como los claveles, minritisas, etc; la *Saponaria officinalis*, hierva jabonera, es sudorífica y se emplea para sustituir al jabón.

8—Ranunculáceas. Hierbas ó arbustos á veces trepadores, con hojas esparcidas y estambres libres y numerosas. Son utilizadas algunas en los jardines; la mayoría contienen principios acres y venenosos, á veces alcaloideos como la flor del viento, *Anemone Pulsatilla*; la peonia hembra, *Paeonia officinalis*; el acónito, *Aconitum Napellus*.

9—Rosáceas Familia numerosa que comprende hoy otras tres; sus especies son hierbas, matas ó arboles con hojas aisladas y flores regulares, pentámeras, estando provisto el caliz en ocasiones de un *calículo*; estambres numerosos, casi siempre más de veinte; el número de carpelos es también variable así como su grado de adherencia respecto de las demás partes de la flor. El receptáculo se desarrolla algunas veces en una masa carnosa y comestible, como en las fresas, otras veces es el tubo externo al que acrece y si los carpelos son concrecentes, resulta un fruto cuya porción carnosa tiene un origen mixto, como en la pera.

Las Rosáceas proporcionan muchas especies cultivadas por sus frutos comestibles como el peral, *Pyrus communis*; el manzano, *Malus communis*; el

membrillero, *Cydonia vulgaris*; el *melocotonero*, *Persica vulgaris* y otras como el cerezo, el guindo, etc.; también producen semillas comestibles y oleaginosas como las del *almendro*, *Amigdalus communis*; gomas que se originan por una alteración local del tallo, maderas de construcción y de ebanistería, etc.

Otras familias dignas de mención en este orden por las aplicaciones de algunas de sus especies son: las **Ampelidáceas** con la especie *Vitis vinifera*, la *vid*, base principal de la Agricultura de nuestra Península. Las **Auranciáceas**, en la cual se hallan incluidas el *naranja*, *Citrus aurantium*; el *limonero*, *C. Limonum*; el *cidrero*, *C. medica*, etc. Las **Lináceas** con la especie *Linum usitatissimum*, *lino*, muy importante como textil y por obtenerse de sus semillas un aceite (linaza) y la harina de estas sirve para ciertos preparados.

Lección 45ª

ORDEN IV.—DIALIPÉTALAS INFEROVARIEAS

1—Como única familia importante estudiaremos la de las Umbelíferas.

2—**Umbelíferas**. Casi todas hierbas ó matas con el tallo fistuloso y hojas con vaina muy desenvuelta y de limbo generalmente pinnado partido una ó más veces. Tanto las raíces como los tallos y hojas presentan canales secretores en los que, se hallan contenidas esencias algunas muy venenosas y á veces alcaloides. Flores pequeñas, pentámeras casi siempre dispuestas en umbela sencilla, ó compuesta con un verticilo de brácteas en la base de todas (invólucro ó involucrillo). El fruto es un diaquenio, cuya superficie presenta varias costillas que sirven perfectamente para su clasificación. Casi todas son de regiones templadas. (Fig. 102).



(Fig. 102)—Perifollo, (*Anthriscus Cerefolium*)

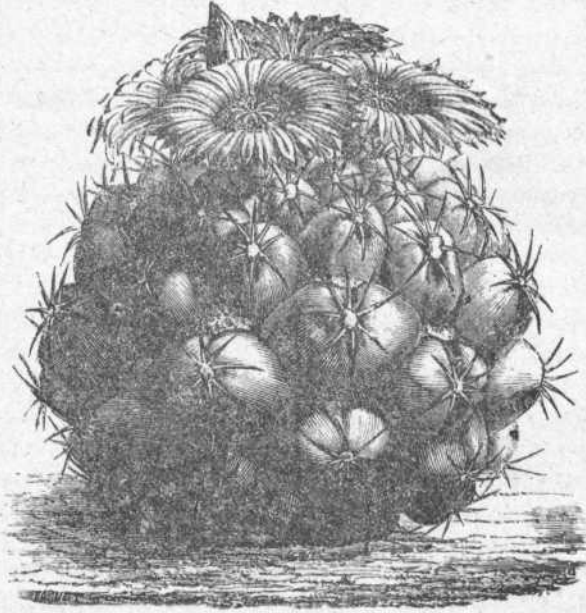
Varias son empleadas como condimentos, como el perejil, *Petroselinum sativum*, otras son muy venenosas, como la *cicuta*, *Cicuta virosa*, y la *cicuta mayor*, *Conium maculatum*. Son comestibles las raíces de la zanahoria, *Daucus Carota* y de la chirivía, *Pastinaca sativa*, así como las hojas del apio, *Apium graveolens*.

3—Otras familias próximas y dignas de mención, son, las **Grosulariáceas** con la especie *Ribes rubrum*, el *grosellero*; las **Granatáceas**, con el *granado*, *Punica Granatum*; las **Cactáceas**, en cuya familia figura la *chumbera*, *Opuntia vulgaris*.

ORDEN V.—GAMOPÉTALAS SUPEROVARIEAS

1—**Oleáceas**. Árboles ó arbustos con hojas opuestas, sencillas y persistentes. Flores regulares tetrámeras y el fruto que es una drupa. Son plantas de los países templados y cálidos y entre sus especies como principales

tenemos; el *Olivo*, *Olea europæa*, y el *aligustre*, *Ligustrum vulgare*. En familias próximas se hallan comprendidas las siguientes especies: el *fresno común*, *Fraxinus, angustifolia*; las *lilas*, pertenecientes al *g. Siringa*; el *jazmin*, *Jasminum officinale*.



(Fig. 103)—Cactácea, (*Mamillaria elephantidens*).

2 -Borragináceas. Son plantas con la superficie erizada de pelos ásperos, rara vez suaves y hojas esparcidas; andróceo con cinco estambres soldados con la corola y el pistilo con dos carpelos, pero que en apariencia son cuatro. Varias de sus especies como la *cinoglosa*, *chupamieles*, *borraja*, *sinfito*, *pulmonaria*, son plantas medicinales.

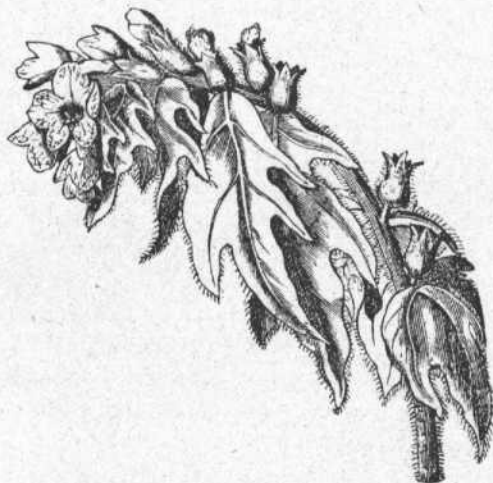


(Fig. 104)—Estramonio, (*Datura stramonium*).

3—Solanáceas. Plantas con las hojas esparcidas, flores regulares, pentámeras, caliz gamosépalo persistente. El fruto generalmente es una baya.

La mayoría de las especies de las Solanáceas son plantas que habitan en las regiones cálidas del globo, sobre todo en América. Estas plantas producen diversos alcaloides, que hacen sean muy venenosas, principalmente la *Atropina*, de la *Atropa Belladonna*; la *nicotina*, de la *Nicotiana Tabacum*; el *Estramonio*, *Datura*

stramonium (fig. 104) y el *Beleño* (fig. 105); varias proporcionan frutos comestibles como el tomate y el pimiento. También es conocido el importantísimo papel que juegan en la alimentación del hombre, los tubérculos dilatados del rizoma de la patata, *Solanum tuberosum*.



(Fig. 105)—Beleño, (*Hyoscyamus niger*).

4—Labiadas. Generalmente hierbas ó matas, con tallo frecuentemente cuadrangular, hojas opuestas con pelos secretores de esencias. Flores pentámeras, constantemente irregulares; caliz de cinco sépalos unidos, persistente; corola bilabiada; estambres didínamos y pistilo de dos carpelos cerrados y biovulados en ovario bilocular pero que, por la aparición de un falso tabique, queda dividido en cuatro celdas. El fruto es un tetraquenio.

Estas plantas deben al aceite esencial que segregan el ser empleadas como condimentos ó como perfumes, como la *salvia*, el *romero*, el *orégano* el *tomillo*, etc.

5—La Batata y las Jalapas, son especies pertenecientes á familias incluidas en este orden, así como también la *Cúscuta*, la *Digitalis purpurea*, *digital*, empleada para disminuir la actividad circulatoria; la *zaragatona* y el *llanten* de las **Plantagináceas**; las *Gencianas*, el *Madroño*; los *leños* de algunos *Diospyros* constituyen el verdadero *Ébano*.

ORDEN VI.—GAMOPÉTALAS INFEROVARIEAS

1—Rubiáceas. Árboles, arbustos ó hierbas conteniendo á veces en la corteza un jugo lechoso y resinoso. Hojas opuestas y con estípulas, teniendo á veces igual desarrollo que las hojas y semejando un verticilo de hojas en casi todas las especies indígenas. Flores regulares, pentámeras ó tetrámeras, con un verticilo estaminal y pistilo de dos carpelos.

La mayor parte de las especies son tropicales ó sub-tropicales y en su mayoría Americanas. Un gran número de estas plantas dan productos útiles: unas tienen una corteza en alto grado febrífuga, como las *Cinchona* y

de donde se extrae varios alcaloides, principalmente la *quinina* y la *cinconina*; en otras se usan las raíces de diferentes especies como son las *ipecacuanas* y la de la *Rubia*, *Rubia tinctorum*, que tiene mucha importancia en tintorería; varias son comestibles por sus frutas ó por el albumen tostado de sus granos, como las obtenidas del *Cafetero*; de algunas por fin se utiliza una madera análoga al Boj.

2—Compuestas. La mayoría son hierbas ó arbustos. Tallo, hojas y raíces están provistos de un aparato secretor que produce un látex opaco y resinoso ó bien productos oleíferos. Las flores son siempre dispuestas en capítulo ó flores *compuestas*, de donde toma nombre la familia y están protegidas por brácteas que forman un involucre. Las flores pueden ser hermafroditas, unisexuadas ó neutras, son pentámeras con pistilo dímero; el caliz tiene muy poco desarrollo; la corola está formada por cinco pétalos concrecentes y puede presentar estas tres maneras: 1.ª corola *flosculosa*, cuando presenta los cinco pétalos hacia un solo lado en una lámina de cinco dientes. 2.ª *bilabiada*, tres dientes de un lado y dos de otro y 3.ª *ligulada*, cuando en una corola bilabiada no existen más que los tres dientes del labio inferior. Estas formas se limitan á las cuatro combinaciones siguientes 1.ª todas las flores flosculosas ó regulares, *Tubulifloras*. 2.ª flósculos en el disco y liguladas en la periferie (*Radiadas*). 3.ª flores todas labiadas, *Labiatisfloras* y 4.ª flores todas liguladas (*Ligulifloras*); el andróceo consta de cinco estambres soldados con la corola y entre si por las anteras; el pistilo de dos carpelos, está soldado con los verticilos exteriores. El fruto es un aquenio que suele tener en su ápice un *vilano*, procedente del desarrollo del caliz.

Muchas son narcóticas y venenosas; otras deben á sus canales oleíferos el ser aromáticas y estimulantes, como el *Ajenjo* y el *Arnica*; varias se emplean como alimento por sus raíces, como la *Escorzonera*, por los tubérculos de sus rizomas, ricos en inulina; por las hojas, á las cuales el cultivo ha hecho perder el sabor amargo, como la *Lechuga*, *Lactuca sativa*; por las brácteas del involucre y el receptáculo común del capítulo como la *alcachofa* *Cynara Scolymus*. Otras encierran en sus corolas, principios colorantes y que sirven á teñir en rojo, amarillo y azul. Varias tienen semillas muy oleaginosas que proporcionan un aceite de aplicación, como el *Girasol*, *Helianthus tuberosus*. En fin, una multitud de estas plantas son cultivadas en los jardines por la belleza de sus flores.

3—Familia próxima que encierra especies dignas de mención, es la de las Cucurbitáceas cuyas frutas son comestibles las de algunas especies como el pepino, *Cucumis sativus*; el melón, *C. melo*; la sandía, *Citrullus vulgaris*, etc; las hay también medicinales como la *balsamina*, la *brionia*, etc. Los frutos de algunas se emplean como envases, la calabaza *vinatera* por ejemplo.

BIOLOGÍA ESPECIAL

II

ZOOLOGÍA

PARTE PRIMERA

ZOOLOGIA GENERAL

I

GENERALIDADES

Lección 46^a

1—Zoología: su división. De las dos categorías de seres organizados que se admiten, los vegetales y los animales, tócanos ahora hacer el estudio de los segundos.

Hemos definido el *animal* diciendo que, es un ser organizado, dotado de movimientos libres y de sensibilidad; por el contrario, en las plantas, casi siempre fijas al suelo, se nota la ausencia de locomoción y de actividad alguna que se pueda referir á la función de la sensibilidad.

Análogamente á la expuesto en la Botánica, puede dividirse la Zoología en dos partes; primera, parte *general*, que estudia la estructura de los órganos y su funcionamiento, y segunda, *especial*, que investiga el conocimiento de cada uno de los grupos ó especies en particular, desde el punto de vista de sus condiciones de vida y relaciones con el mundo ó medio en que viven y de su distribución geográfica.

2—Individuo. Órgano. Colonias. El organismo de los animales superiores, aparece como una unidad indivisible, perfectamente caracterizado, por su forma, como por sus actividades vitales, es un *individuo*. Partes separadas de su organismo no reproducirían un animal nuevo, y aun esta separación no podría llevarse á cabo en muchísimos casos sin comprometer su vida. Teniendo en cuenta esta propiedad de la indivisibilidad del individuo, entendemos por *órgano*, toda porción del cuerpo, toda unidad que subordinada á la unidad más elevada del conjunto, ejerce una función correspondiente.

Existen entre los animales inferiores, muchos organismos á los cuales el concepto de individualidad que acabamos de expresar, no puede ser atribuido. No solamente tienen la facultad de regenerar órganos destacados de su organismo, sino aun más, estas porciones de su organismo que han sido

separadas continúan viviendo y representan otros tantos individuos distintos; es un fenómeno muy general en los Infusorios y Celenterados. Si los productos de la división permanecen incompletamente separados, resulta la formación de una *colonia animal*, cuyos miembros representan cada uno por su conformación, morfológicamente un individuo, pero que fisiológicamente se comportan frente a la colonia, como órganos con relación al organismo.

Todo órgano no es único en el cuerpo del animal; frecuentemente se observa una repetición de órganos homólogos y su número depende de la clase de simetría que puede ser *radiada* ó *bilateral*.

Puede suceder, como se ve en los animales de simetría bilateral, que grupos de órganos similares se repitan a lo largo de un eje longitudinal y el cuerpo es entonces anillado y se divide en *segmentos* o *metámeros*, pudiendo tener todos una estructura y funciones absolutamente idénticas ó llegar a adquirir una autonomía propia por separarse del conjunto y continuar así viviendo durante un tiempo más ó menos largo.

II

LA CÉLULA Y TEJIDOS ANIMALES

1—Célula. Estudiado ya con bastante extensión este elemento anatómico, solo añadiremos alguna particularidad que le es propia. Nunca como en la célula vegetal llega a faltar la membrana fundamental, ó sea, la zona exterior, formada al parecer por una condensación periférica del protoplasma; pero la segunda, ó sea la cápsula de secreción es rarísima aquí, presentándola algunas por excepción, lo que allí constituía la regla general. Esta ausencia de dicha cápsula es la que permite el movimiento amiboide de los seres monocelulares, presentando también otros movimientos los que están dotados de ella, pero es porque están provistos en algunas de sus partes, de pelos tenuísimos en continua vibración, ó sean *pestañas* ó *flagelos vibrátiles*.

2—Tejidos animales: su división. Se entiende por tejido, la agrupación en un orden constante de células semejantes entre sí por su estructura y función.

Siguiendo la clasificación que admite el sabio profesor Ramón y Cajal, los tejidos pueden dividirse del siguiente modo, concretándonos a los principales:

- 1.º Tejidos formados por células, unidas entre sí directamente y poco metamorfoseadas, como el tejido *epitelial*.
- 2.º Tejidos constituidos por células poco transformadas, unidas entre sí por una materia amorfa semi-sólida ó sólida como los tejidos *conjuntivos*.
- 3.º Tejidos con células muy transformadas, unidos por una substancia intercelular, como el *muscular* y el *nervioso*.

3—Tejidos epiteliales. Los *epitelios* ó *tejidos epiteliales*, están formados por un conjunto de células que recubren en capa simple ó estratificada las superficies del cuerpo, tanto interiores como exteriores, así como las

cavidades cerradas, *endotelio*, llamado entonces. Según la forma de las células, se distinguen tres clases de epitelios; cilíndrico, vibrátil y pavimentoso. En el primer caso, las células se hacen cilíndricas por acrecentamiento del eje longitudinal; en el segundo, llevan sobre su cara libre, pestañas vibrátiles continuas con el protoplasma viviente de la célula. Si la célula no lleva más que una sola pestaña, se la da el nombre de *célula flagelada*. En el pavimentoso, las células son aplastadas, y si el epitelio es estratificado, las de las capas inferiores son el asiento de una división y de una multiplicación muy activa; las que forman las capas superiores, se hacen poco a poco córneas y acaban por destacarse en pequeñas escamas ó placas para hacer sitio á las formaciones nuevas de las capas profundas. Capas espesas de células planas, córneas, y fuertemente unidas las unas á las otras, conducen gradualmente á estas formaciones resistentes y duras, como las uñas y pezuñas, que juegan el papel de un esqueleto externo. Se había creído durante largo tiempo, que las células epiteliales estaban reunidas en capas por una substancia intercelular, pero son únicamente prolongaciones del protoplasma que pasan de una célula á otra y que desaparecen á medida que estas avanzan en su proceso de diferenciación, recubriéndose de una membrana envolvente, particularmente desarrollada sobre sus superficies libres y dotada de una estriación característica.

Si los bordes de estas membranas se sueldan, constituyen entonces capas continuas llamadas *membranas cuticulares*, presentando gruesos orificios para el paso de los apéndices como los pelos, escamas, etc. Estas membranas cuticulares pueden adquirir un espesor considerable y una dureza muy grande por la incrustación de sales calizas, como en el caparazón quitinoso de los Crustáceos, pudiendo jugar entonces el papel de un verdadero esqueleto. Otras veces se separan de las células que las han originado y forman tubos que sirven para proteger partes blandas, como en los Pólipos hidroideos.

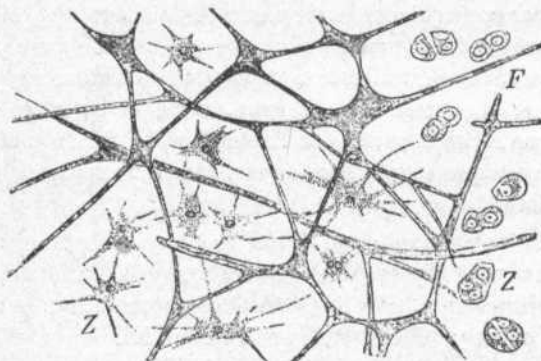
Mientras que la dureza de estas formaciones cuticulares, es producida por la secreción de las células, y su papel es servir de sosten al organismo determinando su forma, otros productos segregados que provienen de las mismas células, tienen bajo el punto de vista químico una importancia capital; estas son las *secreciones*. De esta suerte, el tejido epitelial se encuentra transformado en tejido glandular. En el caso más simple la glándula es formada por una sola célula, que deja salir los productos de secreción á través de su membrana. Con frecuencia dos células se reúnen, la una funciona como glándula, la otra como conducto vector. Si varias células entran en la constitución de la glándula, suelen agruparse alrededor de un espacio central en el cual vierten el líquido segregado; la glándula toma entonces la forma de un saco ó de un tubo ciego. Las más complicadas, como las tubulosas y arracimadas, derivan de esta forma fundamental, y son caracterizadas por la transformación de la porción terminal común, en canal excretor. Además, el epitelio que tapiza la cavidad de la glándula, está formado por tejido conjuntivo, que forma como la armazón que soporta las células glandulosas, y en el cual existe en gran abundancia vasos sanguíneos y nervios que penetran en la glándula. La secreción depende esencialmente, de la

naturaleza especial del epitelio glandular, produciéndose en el seno mismo del protoplasma de las células.

4—Tejidos conjuntivos. Bajo este nombre se comprende un gran número de tejidos diversos, que se caracterizan por la existencia de una substancia fundamental más ó menos abundante, interpuesta entre las células conjuntivas. Están destinados á unir entre sí los demás tejidos y constituir el esqueleto. La substancia intercelular es originada por la secreción ó transformación de la capa periférica del protoplasma, presentando caracteres morfológicos y químicos muy variables, mientras que las células conservan un caracter más indiferente.

Si la substancia fundamental intercelular está reducida al mínimo, se origina el tejido conjuntivo *celular*, que se encuentra principalmente en los Moluscos y Gusanos, y forma la cuerda dorsal de los vertebrados; es la forma más aproximada al tejido conjuntivo embrionario.

Si la substancia intercelular encierra gran cantidad de agua, hasta el punto de darle una apariencia hialina ó gelatinosa, se forma entonces el tejido *mucoso ó gelatinoso*. (Fig. 106). Las células presentan aspectos muy



(Fig. 106).—Tejido conjuntivo gelatinoso de un Rizostoma.—F, Red de fibras; Z, células ramificadas; Z, células en vías de división.

diversos, y se distinguen en general, por su gran movilidad, lo que las permite emigrar en la masa gelatinosa que las separa y englobar partículas sólidas, emitiendo prolongaciones delgadas que se anastomosan entre sí formando especie de redes. Esta forma de tejido es muy frecuente en los invertebrados, en los Heterópodos y Medusas, por ejemplo. Una de las formas del conjuntivo más repartida en los vertebrados, es el *conjuntivo fibrilar*, en que las células son generalmente fusiformes, y la substancia intercelular más compacta, se diferencia en parte ó en totalidad, en haces de fibras que dan gelatina por la coacción. Entre estos haces existen numerosos intersticios, rellenos de un líquido, representando los orígenes del sistema linfático. Si las fibras son onduladas y paralelas, forman los ligamentos y tendones; en el dermis se entrecruzan en diversos sentidos y se disponen en red en los mesenterios. Según que las fibras presenten una agrupación más ó menos compacta, así sirve el tejido para formar los liga-

mentos y tendones que unen los músculos á los huesos ó formar la trama de los vasos sanguíneos. Al lado de estos haces de fibrillas ordinarias, aparece una segunda variedad, que se caracteriza por la resistencia á los reactivos; estas fibras son llamadas elásticas por su principal propiedad, y tienen tendencia á formar redes originando capas de un espesor considerable, como en las paredes de las arterias.

Si las células del tejido conjuntivo se cargan de glóbulos de grasa, dan lugar al tejido *adiposo*, cuyo desarrollo correlativo á una alimentación abundante, se observa principalmente alrededor del sistema vascular.

El *cartilago*, es otra forma de tejido conjuntivo, caracterizado por sus células que son redondeadas, y porque la substancia fundamental, encierra *condrina* que da al tejido su rigidez. En su superficie el cartílago está envuelto por una membrana conjuntiva vascular, el pericondrio. Las células están situadas en cavidades de la substancia intercelular y rodeadas de capas sólidas, que tienen la apariencia de cápsulas; estas capas son originadas por la secreción del protoplasma, formándose constantemente otras nuevas, concéntricas unas á otras y que permanecen algún tiempo distintas pero que acaban gradualmente por fusionarse con la masa fundamental común, siendo por consiguiente el crecimiento del cartílago, principalmente, intersticial. El tejido fundamental adquiere una consistencia y una dureza más considerables, por la infiltración más ó menos abundante de granuleciones calcáreas, produciéndose de esta suerte el *cartilago calcificado* ó *cartilago óseo*, que representa, en los Escualidos, la forma permanente del tejido esquelético y que es transitoria y precede á la osificación en los Vertebrados superiores.

La rigidez es mayor aún en el *tejido óseo*, cuya substancia fundamental es transformada por la presencia del carbonato y fosfato de cal, en una masa dura, mientras que las células óseas se anastomosan entre si por sus prolongaciones finas y delicadas. La substancia fundamental se encuentra cruzada por numerosos conductos ó canales de Havers, que encierran vasos sanguíneos cuya distribución reproducen exactamente, y posee una estructura finalmente fibrilar y dispuesta en derredor de dichos conductos en láminas regulares y concéntricas. Estos canales comienzan en la superficie del hueso, que es recubierto por una membrana muy vascular y rica en nervios, el *periostio*, y terminan en las grandes cavidades que tienen los huesos.

En cuanto á su génesis, el hueso proviene sea del tejido conjuntivo, ó bien del cartílago. En el primer caso se desarrolla por transformación de las células conjuntivas y por el endurecimiento de la substancia fundamental; pero es á expensas del cartílago de quien con más frecuencia toma origen, sobre todo el esqueleto de los vertebrados, formándose depósitos de materia caliza, y al mismo tiempo que el cartílago se va destruyendo á partir de la médula, aparece una nueva formación de tejido conjuntivo ó substancia osteógena, cuyas células ú osteoblastos se transforman en corpúsculos óseos, mientras que la substancia intercelular, se convierte en substancia fundamental. Los huesos que provienen del cartílago aumentan también de espesor á expensas del periostio. El cartílago puede también osificarse direc-

tamente, por transformación de sus células en corpúsculos óseos, y la infiltración de granulaciones calizas en su substancia fundamental.

5—Tejido muscular. Sabemos que el protoplasma de la célula activa posee por si misma la contractilidad; pero se observa ya en la masa protoplasmática del cuerpo de los animales sarcodarios, una disposición particular, una extriación en la cual está mas especialmente localizada la facultad de contraerse, como las estrías musculares de los Infusorios. Diferenciaciones análogas del protoplasma de ciertas células, desarrollan más completamente en los Metazoarios esta propiedad de contraerse según una dirección determinada; de esta suerte es como se constituye el tejido muscular que sirve exclusivamente para producir los movimientos.

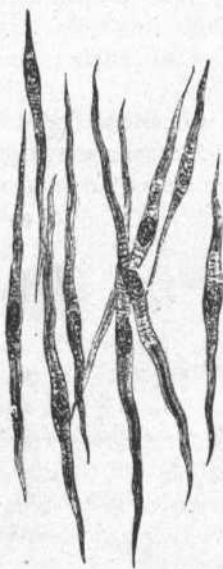


Fig. 107. —Fibras lisas.

En las formas inferiores es una parte solamente del cuerpo de la célula, la que se transforma en fibra contractil. En las Medusas así acontece, formando las células fibras musculares delicadas, mientras que el resto que no ha sufrido esta transformación, puede cumplir otras funciones, como la de llevar flagelos vibrátiles. En un período de desarrollo más avanzado, la mayor parte del plasma de la célula, se transforma en substancia muscular contractil; con frecuencia toda ella se alarga constituyendo una fibra muscular.

Se distinguen dos formas de tejido muscular que difieren bajo el punto de vista morfológico y fisiológico: los *músculos de fibras lisas*, y los formados por *fibras estriadas*. El primero de estos tejidos, (fig. 107) presenta células fusiformes aisladas ó dispuestas en capas, que se contraen lentamente bajo la influencia del sistema nervioso, manteniéndose en este estado durante cierto tiempo. La substancia contractil, es con

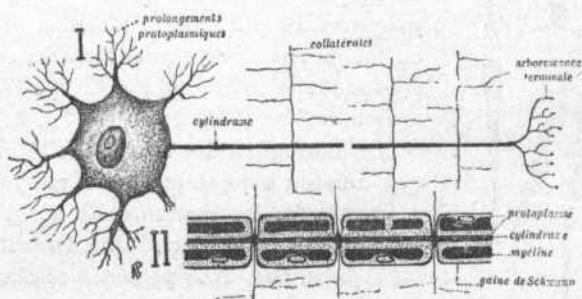
frecuencia homogénea. Es un tejido éste, muy repartido entre todos los Invertebrados, en los Vertebrados forma las paredes de numerosos órganos, como las de los vasos sanguíneos, paredes del intestino, etc.

El músculo estriado, se compone de células ó más frecuentemente de haces primitivos nucleados y se caracteriza por la transformación total ó parcial del protoplasma en una substancia estriada transversalmente formada de elementos anisótropos y un líquido interpuesto entre ellos que posee la refracción simple. Fisiológicamente se caracteriza por una contracción brusca, que sigue inmediatamente á la escitabilidad del músculo por la fibra nerviosa, que le hace muy apto para ejecutar movimientos enérgicos como los músculos del esqueleto de los Vertebrados. Es muy raro que éstas células estriadas no tengan más que un solo núcleo y permanezcan aisladas, de manera que una sola pueda constituir un músculo entero, como sucede en el ojo de las Dapnias. De ordinario las células se transfor-

man al mismo tiempo que sus núcleos se multiplican, en tubos alargados ó haces primitivos, alrededor de cada uno de los cuales se diferencia una membrana, el *sarcolema*; otras veces los haces primitivos, se forman por fusión de varias células unidas por los extremos. Estos haces primitivos se unen unos á otros por tejido conjuntivo formando haces musculares cuyas fibras siguen la dirección general del haz primitivo, como los músculos de los Vertebrados. Puede suceder también que sufran una especie de ramificación, como en el corazón de los Vertebrados y en el tubo digestivo de los Artrópodos.

6—Tejido nervioso. Al mismo tiempo que los músculos, aparece el tejido nervioso, encargado de transmitirle la impulsión motriz, siendo al mismo tiempo asiento de la sensibilidad. El sistema nervioso está formado por dos clases de elementos, las *células* y las *fibras nerviosas*. Los *nervios*, son haces de fibras nerviosas reunidas por tejido conjuntivo, y los *ganglios*, montones de células igualmente reunidas por dicho tejido.

Las células nerviosas son consideradas como los focos de donde parte la excitación nerviosa y se encuentran principalmente en los centros nerviosos, encéfalo, médula espinal y ganglios. Su contenido es finamente granuloso;



(Fig. 108)—I, célula nerviosa de un cuerno anterior de la médula.
—II, fragmento de cilindro-eje muy aumentado.

con un grueso núcleo y provistas de varias *prolongaciones protoplásmicas*, en que una de ellas, el *cilindro-eje* es la raíz de una fibra nerviosa. (Fig. 108). Frecuentemente las células nerviosas están envueltas en vainas de tejido conjuntivo que se extiende á sus prolongaciones, y por consecuencia envuelven también las fibras nerviosas, llamándose entonces, *vaina de Schwann*, *neurilema*.

Las fibras nerviosas son las encargadas de transmitir la excitación engendrada en las células nerviosas, de los órganos centrales á los periféricos como los nervios motores y glandulares, ó inversamente, de los órganos periféricos á los centrales, las impresiones producidas en la periferie del cuerpo, como los nervios sensitivos. Son como hemos dicho prolongaciones de las células nerviosas que, reunidas en gran número, constituyen los nervios. Según la estructura de la substancia nerviosa se distinguen dos formas de fibras nerviosas; unas meduladas, en que el cilindro-eje se halla recubierto por una substancia grasa, la *mielina*, y otras en que aquel se halla comple-

tamente desnudo, revestido á lo sumo por la vaina de tejido conjuntivo. Los nervios de los Invertebrados, están constituidos frecuentemente por conjunto de fibrillas, las cuales no pueden diferenciarse entre sí, á causa de la ausencia de la vaina de Schwann. Las diferenciaciones de que son asiento, en sus terminaciones periféricas, consisten en la transformación de células nerviosas unidas á células epiteliales, ó células sensoriales, ó también á producciones cuticulares de aquellas. De esta suerte los aparatos terminales de los sentidos, están generalmente formados por células epiteliales modificadas, *epitelios sensoriales*, por debajo de los cuales, células ganglionares son intercaladas en el trayecto de los nervios.

III

ESTRUCTURA Y FUNCIONES DE LOS ÓRGANOS DE LOS ANIMALES

1—División de las funciones de los animales. Examinando con detenimiento la multitud de órganos que constituyen el organismo de los animales, y especialmente los que forman esta máquina compleja del ser humano, nos fijaremos desde luego en que cada uno de aquellos tiene por misión ejecutar un acto especial, el que unido á los desempeñados por todos los demás, concurren al ejercicio de algunas de esas manifestaciones notables de la vida que han recibido el nombre de funciones. Claro es que, procediendo de los animales más sencillos, los formados por una sola célula, en que ésta desempeña á la vez todas las funciones propias de los seres, hasta los de mayor complicación, formados por multitud de órganos, veremos que el progreso funcional estriba en la división del trabajo, de igual modo que ocurre en la sociedad; pero los actos desempeñados por todos éstos numerosos órganos, pueden agruparse en un corto número de funciones, ó de gremios como si dijéramos al tratar de la sociedad.

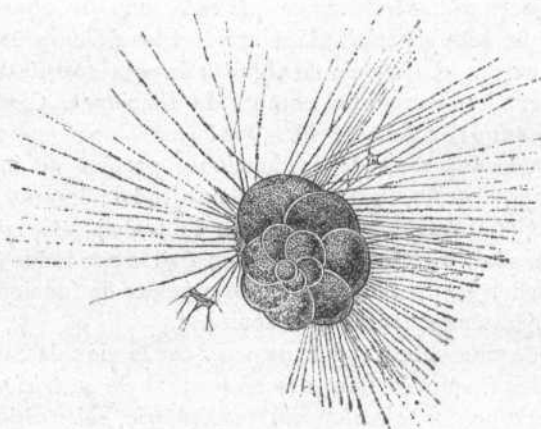
Hay unos que están encargados de sostener la vida de cada organismo desempeñando las funciones llamadas en general de *nutrición* y formadas por los aparatos *digestivo*, *circulatorio*, *respiratorio*, *calor animal* y *secretor*. Otros, ponen en relación al animal con los demás seres, ó el medio que les rodea, *funciones de relación*, como son la *locomoción*, *aparato nervioso* y *sensorial*, correspondiendo aquí también el *instinto* y la *inteligencia*. Y finalmente, los encargados de conservar la existencia de la especie animal ó funciones de reproducción.

Terminaremos este estudio con las distintas fases de desarrollo que ofrecen en general todos los seres animales.

Las distintas funciones desempeñadas por los animales pueden clasificarse en las tres categorías siguientes:	Funciones de nutrición, con los aparatos.. . . .	1 Digestivo
		2 Circulatorio
	Funciones de relación. . . .	3 Respiratorio
		4 Calor animal
	Funciones de reproducción..	5 Secretor
		6 Locomotor
		7 Nervioso
		8 Sensorial
		9 Instinto é inteligencia
		10 Reproductor
		11 Desarrollo

A.—Órganos y funciones de la nutrición.

1—Aparato digestivo. Observamos desde luego que, en los animales unicelulares, hay absorción de materias alimenticias sólidas. En el caso más simple, en las Amibas, son prolongaciones del sarcoda ó *pseudópodos* los que tienen la propiedad de englobar cuerpos extraños (fig. 109). En los Infusorios, que están revestidos exteriormente de una capa resistente, existe una



(Fig. 109)—*Rotalia veneta*, con una *Diatomea* capturada por la red de pseudópodos.

abertura bucal, revestida generalmente de pestañas, mediante la cual atraen las partículas sólidas y son conducidas al sarcoda central semi-fluido, en donde son digeridas.

Entre los animales constituidos ya por tejidos celulares, en los Ctenóforos, se ve que, la cavidad interna del cuerpo, que no corresponde á la cavidad visceral de otros animales, funciona como una cámara digestiva. Existen divertículos dispuestos alrededor de aquella que son como vasos destinados á transportar á las diferentes partes del cuerpo los jugos nutritivos elaborados por la digestión; dichos líquidos son puestos en movimiento por pestañas vibrátiles de la capa interna y pudiendo en ocasiones englobar cuerpos extraños por medio de prolongaciones amiboides. En algunos, como

en los Pólipos de gran talla un tubo forma saliente en la parte central de la cavidad digestiva, por invaginación del borde de la abertura bucal y sirve para la introducción de las materias alimenticias, constituyendo un verdadero esófago. A este aparato tan simple, se añaden ya órganos de prehensión; son simples prolongaciones del cuerpo dispuestas simétricamente alrededor de la boca y que obran como verdaderos brazos para capturar las presas y llevarlas a la boca.

Cuando la cavidad digestiva se halla provista de una pared propia distinta de la del cuerpo, está frecuentemente separada de esta última por una cavidad visceral y en un principio no existe más que una sola abertura para dar entrada a los alimentos y salida a los residuos, como sucede en muchos Gusanos, pero generalmente se termina por un orificio, el *ano*, pudiendo entonces distinguir tres partes, el *esófago*, que sirve para la introducción y paso de los alimentos al *intestino medio* que los digiere, y el *intestino terminal* que conduce al exterior los residuos de la digestión.

En los animales superiores, de ordinario, no solamente el número de divisiones del aparato digestivo aumenta, sino que también su forma y disposición son más variadas. Los órganos destinados a la prehensión de los alimentos, oficio que cumplen apéndices situados cerca de la boca, tales como los *miembros*, son más complicados. El exófago comienza por una *cavidad bucal* que lleva formaciones duras, tales como los dientes y mandíbulas, que sirven para retener ó masticar los alimentos, sobre los cuales vienen a obrar químicamente la secreción de ciertas glándulas como las salivares. El aparato bucal puede estar transformado para picar ó chupar, como en los parásitos. El tubo digestivo presenta una porción dilatada, el *estómago*, en el cual principia la digestión acompañada de una división mecánica de los alimentos, como en el estómago masticador ó molleja de los Crustáceos, merced a la secreción de ciertos líquidos especiales; con frecuencia el estómago cumple ambas funciones, como en las Aves. Divertículos especiales pueden aún desarrollarse, por ejemplo a los lados de la boca, ó *abazones*, sobre el exófago un *buche* y sobre el estómago cámaras terminadas en forma de saco que sirven de depósitos en donde quedan almacenados provisionalmente los alimentos ingeridos, como sucede también en el estómago compuesto de los Rumiantes.

En la región media del tubo digestivo, designado con el nombre de *intestino medio* ó *intestino quilífico*, se termina la digestión comenzada en el estómago bajo la acción del jugo gástrico. El *quimo* sufre nuevas transformaciones por la acción de otros líquidos segregados por algunas glándulas, como el *páncreas*, glándulas intestinales, etc. que, como el jugo gástrico, gozan de la propiedad de disolver los principios albuminóideos y finalmente se encuentra transformado en un líquido ó *quilo* que es absorbido por las paredes intestinales.

El *intestino grueso* no se encuentra siempre netamente separado del anterior; tiene por misión expulsar los residuos de la digestión, pero puede ser asiento en su porción primera, ó en el apéndice cecal, de una digestión ulterior. Poco desarrollado en los animales inferiores, en las divisiones más

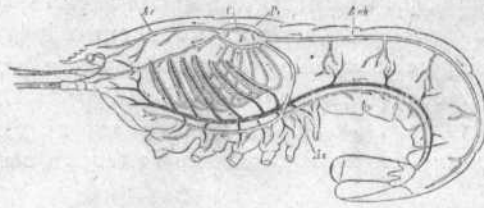
elevadas de la escala animal llega á tener una longitud considerable. Está provisto de uno ó dos ciegos, pudiendo dividirse en varias porciones, tales como el colon ascendente, el transverso, el descendente y el recto y en su terminación está en comunicación con glándulas de naturaleza diversa, *glándulas anales*, ó constituir un receptáculo cloacal, en el cual desembocan los canales excretores de los órganos urinarios y genitales. Puede todavía llenar otras funciones accesorias, por ejemplo servir para la respiración, como en las larvas de las Libélulas.

Las *glándulas salivares*, el *hígado* y el *páncreas*, no son otra cosa que invaginaciones de la mucosa que han sufrido diferenciaciones ulteriores y se han transformado en glándulas. Las primeras vierten su secreción en la cavidad bucal y sirven, al mismo tiempo que para diluir los alimentos, ejercer sobre ellos una acción química que consiste esencialmente en la transformación del almidón en azúcar. Faltan en muchos animales acuáticos y están especialmente desarrolladas en los herbívoros. El hígado se encuentra colocado al comienzo del intestino medio y está representado en los animales más inferiores por una parte del revestimiento epitelial de las paredes del intestino, diferenciándose por su color, como en los Celenterados y Gusanos. En los Crustáceos, son pequeños tubos apelotonados y formando una masa compacta y grande. Sin embargo, es conveniente no perder de vista que en los diferentes grupos del reino animal, se designa frecuentemente con el nombre de hígado, glándulas muy diferentes. Mientras que en los vertebrados el hígado, considerado como un órgano elaborador de la bilis, no tiene relación esencial con la digestión, en los invertebrados muchas glándulas anejas, que se consideran como otros tantos hígados, pero á las cuales el nombre de *hepatopáncreas* convendría mejor, ejercen una acción digestiva sobre el almidón y los principios albuminóideos, aun cuando también contienen materias colorantes análogas á las de la bilis de los vertebrados.

El jugo nutricio ó quilo, resultado último de la digestión, es conducido por un sistema de ramificaciones, distribuidas por todo el cuerpo. Si hacemos abstracción de los Protozoarios, en el caso más simple como en los Celenterados y Platelminfos, el parénquima todo, se encuentra embebido por el jugo nutricio.

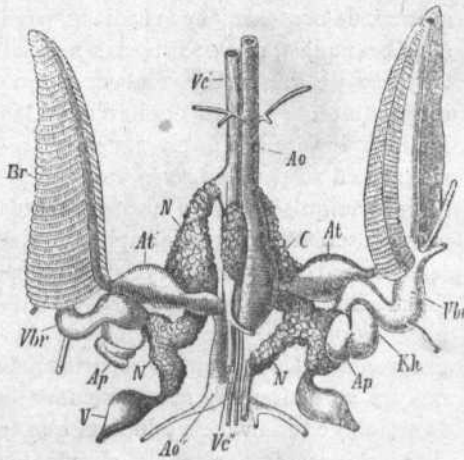
2—Aparato circulatorio. Cuando existe un tubo digestivo distinto, el quilo penetra á través de sus paredes, en la cavidad general que se desarrolla entre la envoltura del cuerpo y el canal intestinal; transformado en *sangre*, rellena esta cavidad, conteniendo en suspensión numerosos elementos celulares. La circulación del líquido sanguíneo es entonces muy irregular y es producida principalmente, como en algunos Gusanos, por la envoltura músculo-cutánea; otras veces son movimientos de ciertos órganos, como por ejemplo el tubo digestivo, los que hacen progresar la sangre. Es solamente más tarde cuando aparecen las primeras trazas de centros de impulsión; el trayecto recorrido por la sangre, se reviste en ciertos sitios de una pared muscular, convirtiéndose en otros tantos corazones pulsátiles, comparables á bombas aspirantes-impelentes que entretienen una corriente continua. El corazón tiene entonces la forma de un saco provisto de dos aberturas latera-

les y otra anterior, como en algunos Crustáceos, (fig. 110) ó es un vaso dividido en cámaras, yendo provistas de numerosas aberturas pares, Insectos, cerradas por válvulas dispuestas como los labios. Del corazón, órgano central de la circulación, parten canales netamente limitados, ó *vasos sanguí-*



(Fig. 110)—Corazón, vasos y branquias del Cangrejo, C, corazón contenido en el seno pericárdico Ps; Aa, aorta cefálica; Ab, aorta abdominal; As, arteria esternal.

neos, estando representados en un principio estos vasos por los trayectos que recorre la sangre á su salida del corazón, pero que bien pronto se revisten de paredes propias. En un grado de organización más perfecta no solamente estos vasos tienen una estructura más compleja, sino que ciertas partes del sistema lagunar, principalmente en la proximidad del corazón, se rodean de un revestimiento membranoso y se transforma también en vasos que conducen la sangre al seno pericárdico, ó sea el espacio que envuelve al corazón,



(Fig. 111)—Órganos de la circulación y de la secreción de la *Sepia officinalis*.—Br, branquias; C, ventrículo; Ao' y Ao'', aorta anterior y posterior; V, venas laterales; Vc', vena cava anterior; Vc'', cava posterior; N, órganos urinarios; Vbr, venas branquiales aferentes; Kh, corazones branquiales; Ap, apéndices de los corazones; At y At', aurículas.

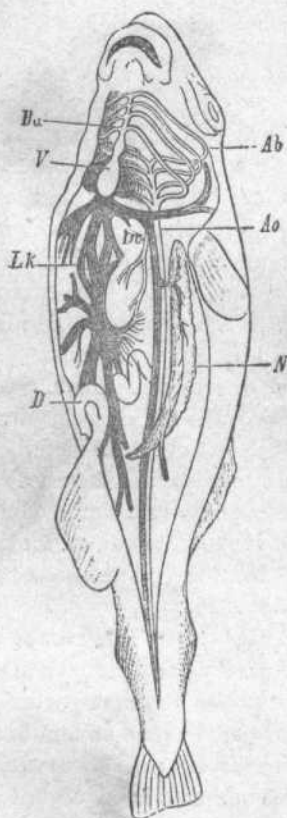
penetrando en éste á través de sus aberturas, como sucede en los Escorpiones. Otras veces, como en los Moluscos, el vaso aferente termina directamente en el corazón; se distingue entonces en este último, además del ventrículo, una aurícula en la cual se vierte la sangre. (Fig. 111).

Los vasos que parten del corazón y que conducen la sangre á las distintas partes del cuerpo, llevan el nombre de *arterias*, los que la devuelven otra vez al mismo órgano, *venas*. Entre la terminación de las arterias y el origen de las venas, está la cavidad visceral que funciona como un seno sanguíneo, ó como un sistema de

lagunas; ó bien, entre ambos, se encuentra intercalada una red de canaliculos llamados *capilares*, y entonces la cavidad visceral cesa de funcionar como seno sanguíneo, y se dice que el aparato circulatorio es cerrado; tal disposi-

ción se realiza en los vertebrados, hasta cierto punto sin embargo, porque los vasos linfáticos tienen su origen en los intersticios del tejido conjuntivo y en las cavidades revestidas de endotelio del celoma.

En los Anélidos y en los vertebrados, el sistema vascular ha tomado un gran incremento antes que á espensas de una de sus partes se haya desarrollado un verdadero corazón. En los primeros, el curso de la sangre es regularizada por ciertas porciones de los vasos, animados de pulsaciones rítmicas, que son más frecuentemente un vaso dorsal y anastómosis laterales que reunen este al ventral. Esta misma forma se realiza, por ejemplo, en el *Amphioxus Lanceolatus*, no existiendo en este Vertebrado corazón musculoso distinto.



(Fig. 112 —Esquema de la circulación en un Pez.— V, ventrículo; Ba, bulbo aórtico y arcos arteriales; Ao, aorta descendente; Ab, arterias epibranchiales; N, riñón; D, intestino; Lk, circulación hepática.

El desarrollo de los órganos de la respiración sobre el trayecto del sistema vascular, tal como sucede en los vertebrados, conduce á una transformación y una complicación variable en la estructura de este sistema.

En los Peces (fig. 112) existe un gran vaso ventral venoso, que vierte la sangre en la aurícula pasando al ventrículo y de aquí por un vaso, animado también en su primera porción, ó bulbo aórtico, de contracciones rítmicas, pasa á las branquias, que se intercalan en el trayecto de varios arcos aórticos que terminan en la red de capilares de las láminas branquiales. La sangre arterializada á su paso á través de los capilares branquiales, se reúne en varios arcos vasculares, ó arterias epibranchiales, que se terminan en la aorta descendente. El corazón, en este caso, permanece simple y no encierra más que sangre venosa. La sangre no recorre más que un solo círculo y nunca se mezcla la arterial con la venosa, de aquí que se diga, que en esta clase la circulación es sencilla y completa.

Desde que los pulmones aparecen como en los Batracios y Reptiles, el corazón presenta una disposición más compleja á consecuencia de la división de la aurícula, en otras dos distintas, iz-

quierda y derecha encargada la primera de recibir por las venas pulmonares la sangre arterializada por los pulmones, y la segunda la sangre venosa que se ha hecho impropia ya para la nutrición de los tejidos. Del ventrículo parten

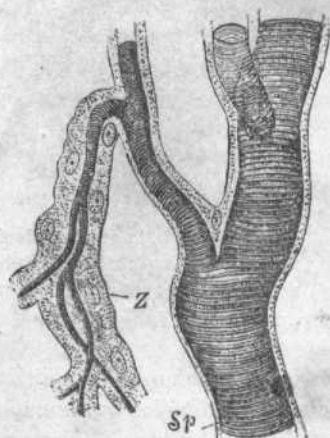
arterias, las pulmonares encargadas de llevar la sangre á los pulmones y el tronco ártico que irá á distribuirse por todo el cuerpo. Como la sangre ha recorrido aquí dos círculos y existe mezcla de la venosa con la arterial en el ventrículo, esto ha hecho que la circulación se diga en estas clases, *doble é incompleta*.

La separación entre ambas clases de sangre, no es completa más que en las Aves y en los Mamíferos, cuyo corazón está dividido en dos mitades, derecha é izquierda, sin comunicación directa la una con la otra. La primera conduce únicamente sangre venosa, pues de la aurícula, á donde desembocan las venas cavas que conducen la sangre venosa de las distintas partes del cuerpo, pasa al ventrículo y de este, por medio de las arterias pulmonares, va á los pulmones en donde se arterializa, volviendo por las venas pulmonares al corazón izquierdo, saliendo de éste, por la aorta que tiene su origen en el ventrículo correspondiente; por esto se dice que, en las Aves y Mamíferos la circulación es *doble y completa*.

En los Vertebrados la sangre difiere esencialmente del quilo por su color y composición; existe un sistema particular de vasos *linfáticos* y *quilíferos*, que toman su origen en los intersticios de los órganos y renuevan la sangre recogiendo el *quilo* procedente del tubo digestivo, y la *linfa* que ha sido trasudada en los tejidos á través de los capilares. Ciertos órganos glandulares colocados sobre el trayecto de los vasos quilíferos y en el interior de los cuales la linfa se carga de sus elementos que lleva en suspensión, son conocidos bajo el nombre de *ganglios linfáticos*.

3.—Aparato respiratorio. Además de esta renovación incesante producida por el aflujo de jugos digestivos en la sangre, para no perder ésta

ninguna de sus propiedades, tiene necesidad de estar constantemente en contacto con el *oxígeno*, la absorción del cual está ligada á la exhalación de *ácido carbónico* y vapor de agua. Este cambio de gases que tiene lugar entre la sangre y el medio en el cual vive el animal, es la esencia misma del acto de la *respiración* y se efectúa por medio de órganos diversamente conformados, según que deban funcionar en el aire ó en el agua. En el caso más simple la envoltura exterior del cuerpo, toda entera, concurre al cambio gaseoso, aún en el caso mismo de existir órganos respiratorios particulares. Superficies internas, tales como las paredes del intestino pueden gozar igualmente de ésta propiedad.



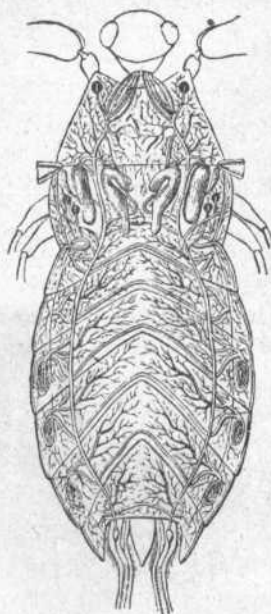
(Fig. 113)—Fragmento de la tráquea de un insecto.—Z, capa celular externa; Sp, inflexión con engrosamiento en forma de espiral.

La respiración en el agua es mucho más desfavorable á la absorción del oxígeno que la respiración en el aire, por no poder aprovechar más que la pequeña cantidad de oxígeno que encierra el aire disuelto en el agua.

Así que no la encontramos más que en los animales en los cuales la nutrición es poco activa, como en los Anélidos, Moluscos, Peces, etc. Los órganos de la respiración acuática son apéndices exteriores, en forma de láminas frecuentemente ramificadas y semejándose a pequeñas hojas lanceoladas y constituyendo por su conjunto una vasta superficie, las *branquias*. (Fig. 111) Los órganos de la respiración aérea, se forman al contrario por una serie de invaginaciones en el interior del cuerpo; ofrecen una superficie muy extensa al cambio endosmótico que se produce entre el aire y los gases de la sangre. Pueden ser *pulmones* ó *tráqueas*; los pulmones son sacos espaciosos de paredes alveolares, presentando numerosos tabiques sobre los cuales se extiende una red excesivamente rica en capilares.

Las tráqueas (fig. 114) constituyen un sistema de canales ramificados por todo el cuerpo que conducen el aire á todos los órganos. En el primer caso la respiración se halla localizada; en el segundo se ejerce en todos los tejidos que contienen una red excesivamente fina de tráqueas. Los órganos de la respiración aérea comunican con el exterior por medio de aberturas practicadas en la envoltura del cuerpo y que en el aparato traqueal son dispuestas simétricamente por pares numerosos á los lados del cuerpo, llamadas *estigmas*, ya como en los pulmones de los vertebrados son poco numerosas y precedidas de cavidades complejas destinadas á cumplir otras funciones accesorias, como las cavidades nasales. Sin embargo, los Insectos que viven en el agua pueden carecer de estigmas; entonces absorben el oxígeno con la ayuda de apéndices análogos á las branquias, en las cuales se halla contenida una red muy apretada de tráqueas. Se designan estos apéndices que se encuentran principalmente en las larvas de *Éfémeras* y *Libélulas*, con el nombre de *bránquias traqueales*. En algunos casos raros se desarrollan sobre las paredes del recto.

El mecanismo de la respiración es, en el fondo, el mismo en las branquias que en los pulmones. Así vemos en muchos Gasterópodos pulmonados que la superficie del pulmón, cuando la cavidad de este último se encuentra llena de agua, funciona como la superficie de una branquia, y no es tampoco de extrañar que las branquias que en las condiciones normales sirven para la respiración acuática, se comporten en una atmósfera húmeda, cuando están protegidas contra el desecamiento, como la mucosa pulmonar; tal sucede en los Peces *laberintiformes*, permitiendo á estos animales el poder respirar en el aire.



(Fig. 114)--Aparato respiratorio de un Insecto. Los tubos ramificados son las tráqueas que comunican con el exterior por los estigmas.

La renovación rápida del medio oxigenado que rodea las superficies respiratorias, es de la mayor importancia para el cambio gaseoso. Así, es frecuente encontrar disposiciones particulares, cuyo fin es alejar el aire ó el agua impropia ya para la respiración y conducir al aparato respiratorio nueva cantidad que esté en condiciones. En el caso más simple, esta renovación puede efectuarse de una manera muy incompleta, por los movimientos del cuerpo ó por las oscilaciones continuas de los apéndices branquiales. La disposición es más complicada cuando los branquias se hallan contenidas en cavidades especiales, como en los Peces y Decápodos, ó cuando los órganos respiratorios, como es para el caso de las tráqueas y los pulmones, representan cavidades interiores del cuerpo, que con más ó menos regularidad se vacían y se llenan alternativamente. Aquí son siempre los movimientos de órganos próximos, ó la contracción y dilatación rítmica de las cavidades aéreas, las que regulan la renovación del medio respirable.

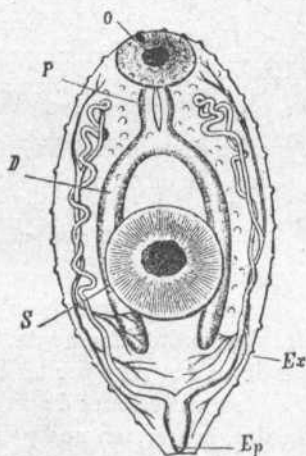
En los animales superiores con sangre roja este líquido es tan diferente antes y después de su paso á través del órgano respiratorio, que se reconoce por el color y la sangre rica en ácido carbónico, de la que contiene mucho oxígeno; la primera es de un rojo negruzco, y se la llama sangre venosa; la que sale de las branquias y de los pulmones, es, al contrario, de un rojo muy vivo, y lleva el nombre de sangre arterial.

4—Calor animal. La actividad de la respiración está en relación directa con la intensidad de la nutrición. Los animales de respiración branquial y que absorben poco oxígeno, no pueden quemar muchos principios orgánicos, no pueden transformar más que una pequeña cantidad de fuerza latente en fuerza viva. No solamente la producción de trabajo muscular y nervioso es relativamente pequeño, sino también la cantidad de calor que desprenden es extremadamente mínima.

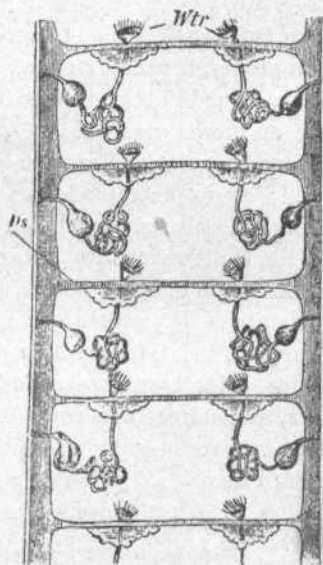
Los animales que producen poco calor no pueden sustraerse á las influencias de la temperatura del medio que los rodea, de modo que se eleva ó descende con ella. Es por lo que la mayor parte de los animales inferiores, son llamados de *temperatura variable*, ó aún, con más ó menos justificación, de *sangre fría*. Al contrario, los animales superiores, cuyos órganos respiratorios están bien desarrollados y que son asiento de una nutrición muy activa, engendran una suma de calor considerable; protegidos desde luego contra una radiación muy rápida por el grosor de su cuerpo y por un revestimiento de pelos ó plumas, pueden, á pesar de las variaciones de la temperatura exterior, conservar una parte de su calor, poseer, en una palabra, *temperatura propia, constante*; esto les ha valido el nombre de animales de *sangre caliente* ú *homeotermos*. Para que los fenómenos vitales se cumplan normalmente en ellos, ó para que la vida puede mantenerse, es indispensable que la temperatura propia de su cuerpo no varíe más que en muy estrechos límites; así, el organismo posee entonces, una serie de reguladores destinados, cuando la temperatura del medio ambiente aumenta, á disminuir la producción del calor animal, como la aminoración en la nutrición, ó descender la temperatura del cuerpo por acrecentamiento de la radiación, como es el caso por la evaporación del sudor, enfriamiento en el

agua; é inversamente, cuando la temperatura descende á aumentar la producción de calor, como la mayor actividad en la nutrición, originada por una alimentación más abundante, movimientos más rápidos, etc., y con frecuencia también, disminuir la pérdida de calórico, por el desarrollo de una envoltura protectriz más eficaz. Cuando algunas de estas condiciones necesarias al funcionamiento de estos reguladores, falta, como una alimentación insuficiente, cuerpo de pequeña talla y desprovisto de una envoltura protectora eficaz, se establece el *sueño hibernar*, ó cuando el organismo no puede soportar una disminución pasajera en la actividad de la nutrición los fenómenos tan notables de la *emigración*, en las Aves viajeras, vienen á restablecer el equilibrio.

5—Aparato secretor. Los órganos de la respiración participan en cierto modo del carácter de glándulas destinadas á la secreción: ellos absorben oxígeno, pero al mismo tiempo desprenden ácido carbónico y vapor de agua. Además de aquel gas hay todavía una multitud de sustancias excrementicias que de diferentes partes del cuerpo pasan á la sangre de donde son expulsadas la mayoría en estado líquido, por el intermedio de los *órganos de la secreción*. Estos son glándulas de estructura simple ó compleja, formadas, á excepción de los riñones, que son de origen mesodérmico, por invaginaciones epiteliales y que en último resultado tienen la forma de tubos simples ó ramificados.



(Fig. 115)—Sistema acuifero de un Distoma.—*Ex*, trencos del sistema amifero; *Ep*, orificio excretor; *O*, boca situada en medio de la ventosa oral; *S*, ventosa abdominal; *P*, foringe; *D*, rama del tubo digestivo.



(Figura 116)—Órganos segmentarios de un Anélido.—*Ds*, tabique que separan los segmentos; *Wtr*, terminaciones de los canales en forma de embudo.

Entre las sustancias diversas que son expulsadas de la sangre, por mediación del revestimiento epitelial de las paredes de las glándulas, y empleadas en ocasiones en otras funciones secundarias, los productos de

descomposición *nitrogenados* son los más importantes. Los órganos que segregan estos productos últimos de la nutrición son los *órganos urinarios* ó *riñones*. Representados en los Protozoarios por la vacuola pulsátil, en los Gusanos constituyen los *vasos acuíferos*. Estos últimos forman un sistema de canales ramificados que tienen su origen en los tejidos parenquimatosos ó en la cavidad visceral del cuerpo por orificios en forma de embudos, pestañosos hacia adentro. En los Gusanos planos (*fig. 115*) dos troncos laterales que se abren frecuentemente en la extremidad posterior del cuerpo por una porción común dilatada, ó vésicula contractil, forma el aparato vector. En los Anélidos, (*fig. 116*) los riñones se repiten por pares en los segmentos, y son designados bajo el nombre de *órganos segmentarios*. Es también á estos órganos á los que podemos asimilar los órganos pares en los Moluscos acéfalos, impares en los Gasterópodos, conocidos con el nombre de *cuerpo de Bojanus*, que comunican por un orificio interno con la porción pericárdica de la cavidad general del cuerpo. En los Artrópodos de respiración aérea, los órganos urinarios, ó *canales de Malpighi* son apéndices del intestino terminal; en los Vertebrados llegan á su más alto grado de desarrollo; estos son los *riñones* que desembocan hacia afuera, por orificios especiales reunidos en general con el aparato genital.

La superficie exterior del cuerpo es muy frecuentemente asiento de ciertas secreciones, que cumplen también un papel importante en la economía y pueden servir de medio de protección ó de defensa. Así sucede con ciertas secreciones producidas por glándulas situadas al comienzo ó en la extremidad del tubo intestinal, como glándulas salivares, glándulas venenosas, glándulas sericígenas, glándulas anales, etc. A la categoría de glándulas cutáneas pertenecen, en primer lugar, los folículos sebáceos, y las glándulas sudoríparas de los Mamíferos; las unas, por consecuencia de la evaporación de su secreción fluida, concurren á refrigerar la temperatura del cuerpo, las otras, dan á los tegumentos mayor flexibilidad, como la glándula del castoreo del Castor; se pueden considerar como constituidas por una aglomeración de folículos sebáceos, las glándulas uropigianas de las Aves acuáticas, encargadas de revestir de una capa aceitosa las plumas, é impedir así que se mojen.

Del mismo modo, glándulas cutáneas que son tan repartidas en los Insectos pertenecen para la mayoría á la categoría de glándulas sebáceas. Se encuentran sobre todo en los tegumentos de los Moluscos, aglomeraciones de células que segregan substancias calizas y pigmentos que sirven para la formación de las conchas, y á las cuales deben estas los colores tan preciosos y las formas tan variadas que presentan. La secreción de las glándulas de la piel pueden también ser empleadas para capturar pequeños animales destinados á servir de alimentos á otros, como las Arañas se valen de sus órganos hiladores de la seda. Además, otra clase de glándulas muy generalizadas en los animales que viven en los lugares húmedos, como los Batracios, ó en el agua, son también glándulas cutáneas que segregan mucus.

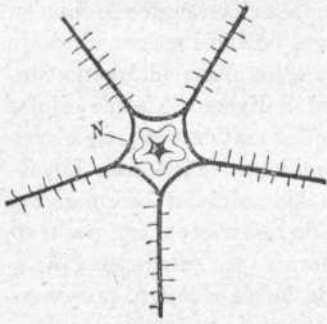
B.—Organos y funciones de relación.

1—Aparato locomotor. Todos los animales, con el fin de procurarse alimentos y poder escapar á los ataques de sus enemigos, ejecutan movimientos. Los músculos que sirven para la locomoción, están de ordinario, principalmente cuando los movimientos son muy limitados, íntimamente unidos á la piel, formando una envoltura músculo-cutánea, como en los Gusanos, cuya contracción y dilatación alternativas hacen progresar al animal. Los músculos pueden limitarse á una región determinada, estar colocados por ejemplo bajo la cara ventral del cuerpo, y dar origen á un órgano análogo á un pié, como en los Moluscos, ó dividirse en grupos colocados unos tras otros, realizándose tal disposición en los Anélidos, Artrópodos y Vertebrados. En este caso, los movimientos son más perfectos y más rápidos. En efecto, puede la piel presentar partes sólidas que se suceden las unas á las otras y colocadas á lo largo del cuerpo; ó bien, se desarrolla en el interior del cuerpo, un cordón axial rígido dividido en segmentos ó anillos que ofrecen puntos de apoyo en uno y otro caso á las masas musculares. Estas producciones que forman una especie de armazón ó esqueleto y que sirven también para dar protección á las partes blandas, son, en el exterior, conchas, tubos ó anillos producidos por el endurecimiento de la piel, mediante una sustancia denominada *quitina*; en el interior del cuerpo, *vértebras*, cartilagos ó huesos; pero siempre se observa una división en segmentos según el eje longitudinal, que al principio, en el caso de locomoción más simple, es homónoma, como en los Anélidos y Serpientes.

Cuando la organización se perfecciona, los músculos esenciales á la locomoción pasan insensiblemente del eje principal del cuerpo á ejes secundarios, y acaban por encontrarse así en las condiciones requeridas para el cumplimiento de la progresión verdadera. Las partes duras del eje longitudinal del tronco, pierden la regularidad de su segmentación, se fusionan en parte y constituyen varias regiones, cuyas piezas son más ó menos movibles, como cabeza, cuello, pecho, etc. El conjunto del cuerpo es capaz de movimientos más considerables, por llevar *miembros ó extremidades*.

2—Aparato ó sistema nervioso. La *sensibilidad*, propiedad esencial del animal, está ligada como el movimiento, á tejidos y órganos particulares, que forman el *sistema nervioso*. Cuando este sistema no está aún diferenciado de la masa fundamental contráctil ó *sarcoda*, se puede sin embargo suponer que existen ya en estos organismos unicelulares trazas de *irritabilidad* que apenas merece el nombre de sensibilidad. Con la aparición de los músculos coincide en general la diferenciación de los tejidos nerviosos, así como de los epitelios sensoriales en la superficie del cuerpo, como en los Pólipos, Medusas y Equinodermes.

El sistema nervioso se puede relacionar á tres formas fundamentales: la forma *radiada* de los Radiados, la *bilateral* de los Artrópodos y Moluscos, y la *bilateral* también de los Vertebrados. En la primera (*fig. 117*) los órganos nerviosos centrales se repiten en los radios; en los Equinodermes forman en

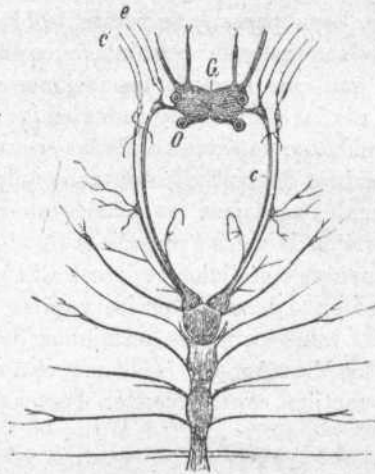


(Fig. 117).—Sistema nervioso de una *Estrella de mar*.—N, anillo nervioso que reúne los cinco troncos nerviosos ambulacrales

los ambulacros, lo que se llama cerebros ambulacrales, estando reunidos por una comisura rodeando el esófago. La disposición bilateral del sistema nervioso, entraña, aún en las formas más sencillas, la existencia de una masa ganglionar, par ó impar, situada en la parte anterior del cuerpo por encima del esófago, y que se designa con el nombre de ganglio supra-esofágico (figura 118). De estos ganglios parten unos cordones que envuelven la primera porción del esófago y forman la *comisura esofágica*, y se continúan luego en una larga *cadena ventral*, formada por pares de ganglios que se corresponden con la división del cuerpo en segmentos. Puede haber una concentración progresiva de la cadena que va reduciendo el número de ganglios de esta, hasta venir á fusionarse en una sola masa con los ganglios supra-esofágicos, tal como sucede en los Artrópodos más perfeccionados. En los Moluscos que no presentan trazas de metamerización, la masa ganglionar supra-esofágica, constituye unos ganglios llamados *pedios* ó *viscerales*. En los Vertebrados en fin, los centros nerviosos forman un cordón á lo largo de la línea media del dorso por encima del esqueleto axial, formando la *médula espinal*, cuya segmentación se manifiesta por la repetición más ó menos regular de pares de nervios raquídeos. La porción anterior de la médula se ensancha para formar los centros complicados del *encéfalo*.

En los animales superiores, el *simpático*, ó sistema nervioso de la vida vegetativa, forma un aparato autónomo, hasta cierto punto distinto del sistema nervioso propiamente dicho. Está constituido por ganglios y plexos que están en íntima relación con los centros nerviosos, pero no bajo el imperio de la voluntad, innervando los órganos de la digestión, de la circulación y de la respiración, así como los órganos genitales.

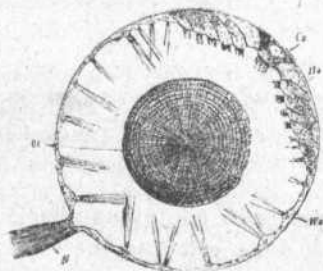
3—Aparato sensorial. El sistema nervioso posee además, unos aparatos periféricos ú *órgano de los sentidos*, cuya misión es recoger y transmitir á los centros nerviosos encargados de la percepción, las impresiones del mundo exterior. Ordinariamente son aglomeraciones de células epiteliales



(Fig. 118).—Collar esofágico y parte anterior de la cadena abdominal de un *Nereis*.—G, ganglios cerebroides; e, e, nervios de los cirros tentaculares y del aparato bucal; O, ojos; c, comisura esofágica

unidas por fibrillas á células ganglionares; es de aquellas de donde parten bajo la influencia de excitaciones exteriores, tal vez, ciertos movimientos de la substancia nerviosa que llegará de trecho en trecho hasta el órgano central, dando lugar á sensaciones específicas de orden diverso. A estas células terminales se agregan frecuentemente formaciones cuticulares que sirven para transmitir á la substancia nerviosa los movimientos exteriores. Los diferentes órdenes de percepciones sensoriales en los animales, permanecen aún muy desconocidos para nosotros y solo cuando adquieren un grado de desarrollo más elevado, es cuando pueden ser comparados en cuanto á la naturaleza de las sensaciones que determinan, con las de nuestro propio organismo.

EL SENTIDO DEL TACTO, al cual se relaciona una serie de sensaciones diferentes, es el más generalizado. Tiene su asiento sobre toda la superficie del cuerpo, principalmente sobre prolongaciones y apéndices diversos. Estos son en los Celenterados y Equinodermos, los *tentáculos*; en los animales bilaterales que poseen una cabeza distinta, son apéndices cefálicos contráctiles ó rígidos y en este último caso, segmentados, que constituyen los *palpos* y las *antenas*; en los Gusanos toman el nombre de *cirros*, son pares y se repiten sobre cada segmento del cuerpo; en todos ellos se observan terminaciones nerviosas especiales. En los Artrópodos son casi siempre formaciones cuticulares, cerdas ó pelos, en relación con células nerviosas y que transmiten á los nervios las presiones mecánicas ejercidas en su extremo. Se las encuentra sobre todo en la superficie de los miembros denominados antenas y palpos, pero también en la piel. En los animales acuáticos, se consideran como células táctiles, algunas de ellas provistas de pelos ó apéndices de diferentes clases. En los Vertebrados, los elementos epiteliales designados bajo el nombre de células táctiles, se invaginan en el dermis y en las papilas, encontrándose ya en los Anfibios agrupados sobre los filetes terminales de un nervio, *manchas táctiles* de la Rana. En los Mamíferos, y más ó menos distintamente en los Reptiles, estas células táctiles constituyen en las papilas cutáneas corpúsculos del tacto que son el asiento de sensaciones de contacto y de presión y más numerosas en la extremidad de los dedos, en los Primates y en el Hombre.



(Fig. 119).—Otocisto de un Heterópodo. N, nervio acústico; Ot, otolito suspendido en el líquido que rellena el otocisto; Wz, células pestañosas; Hs, células auditivas; Cz, célula central.

El SENTIDO DEL OIDO, es el encargado de la percepción de los sonidos. Su forma más primitiva consiste en una vexícula cerrada ú *otocisto* (fig. 119) encerrando un líquido ó *endolinfa* y una ó varias concreciones calizas, *otolitos*; sobre la pared interna de la vexícula las fibrillas del nervio se terminan por células pestañosas. La vexícula reposa sobre los ganglios de los centros nervio-

sos como en los Gusanos, ó está situada en la extremidad de un *nervio acús-*

tico, como en los Decápodos. En muchos animales que viven en el agua, la vexícula no es cerrada y comunica directamente con el medio ambiente; en este caso, los otolitos suelen estar reemplazados por granos de arena. En los Crustáceos, las ondas sonoras, obran sobre las fibras nerviosas del nervio acústico que van á terminar á pelos ó bastoncitos cuticulares aplicados sobre la pared del otocisto y comparables á los pelos olfativos de las antenas. En los Vertebrados, no solamente la vexícula auditiva ofrece una estructura más compleja, formando el *laberinto membranoso*, pues suelen agregarse aparatos especiales para conducir y reforzar el sonido. El *aparato timpantal* considerado como el aparato de la audición de los Locústidos, reviste una forma diferente; aquí en efecto, las ondas sonoras son transmitidas á las terminaciones nerviosas, por el intermedio de cavidades rellenas de aire.

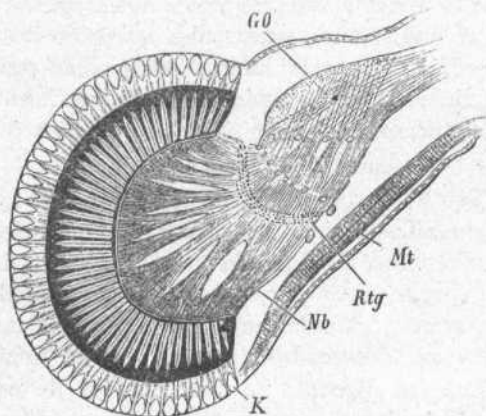
Lección 57ª Los ÓRGANOS DE LA VISIÓN, los *ojos*, son con los del tacto, los órganos de los sentidos más generalizados. Se los encuentra con todos los grados posibles de perfeccionamiento. En el caso más simple puede ser que no permitan al animal apenas distinguir la luz de la oscuridad. Están formados por substancia nerviosa, ó simplemente por el protoplasma encerrando granos de pigmento, y son designados entonces con el nombre de *manchas oculares*. Por faltar el pigmento en muchos ojos de estructura compleja, parece no sea absolutamente necesario; por otra parte, la idea de que el pigmento percibe por si mismo la luz, es decir, que pueda sufrir modificaciones químicas bajo la influencia de la luz, transmitiendo al protoplasma ó á la substancia nerviosa contigua la excitación así producida, aun cuando no sea posible refutarla de una manera positiva, es poco probable.

La estructura especial de las terminaciones nerviosas, goza aquí, de un papel importante; gracias á ella, las oscilaciones del eter determinan una excitación que, trasmitida por las fibras del nervio óptico al cerebro, se transforman en sensación luminosa. En todos los animales inferiores, en los cuales se ha podido demostrar la existencia de terminaciones nerviosas específicas, podemos con mucha verosimilitud juzgar, que se trata de órganos en algún modo análogos á los ojos, constituidos por nervios cutáneos pigmentados y sensibles tal vez solamente á las impresiones caloríficas. Bien que la sensación de la luz se produzca en los centros nerviosos, sin embargo los conos y bastoncitos de la retina son los elementos que transmiten la impresión exterior originada por las ondas del eter, en una excitación adecuada que las fibras del nervio óptico transmiten bajo formas de impresión luminosa.

La percepción de una *imagen*, exige aparatos de refracción colocados delante de la expansión terminal, ó *retina* del nervio óptico. La refracción de la luz es producida primeramente, por una porción abombada del tegumento que se engruesa en forma de lente, es la *córnea*, á su través, los rayos luminosos penetran en el ojo; después por otra especie de lente convergente, el *cristalino*, situado delante de una cámara negra, y con frecuencia también por otros medios dióptricos como el *cuerpo vitreo* que rellena la cavidad del ojo. La imagen que se pinta sobre la retina es invertida.

El pigmento ocular sirve para absorber los rayos luminosos demasiado

oblicuos que pudieran perjudicar la claridad de la imagen; se forma principalmente alrededor de la retina, formando la *coroides*, en parte también, delante del cristalino, constituyendo el *iris*, velo vertical agujereado en el centro por la *pupila*, capaz de aumentar ó disminuir su diámetro. En los animales superiores, el ojo todo entero está rodeado de una membrana resistente de tejido conjuntivo, la *esclerótica*.



(Fig. 120)—Ojo compuesto de un *Branchipus*.—*All*, músculo del ojo; *Go*, ganglio óptico; *Rtg*, ganglio retiniano; *Nb*, haz nervioso; *Nst*, baquetas nerviosas; *K*, cono cristalino.

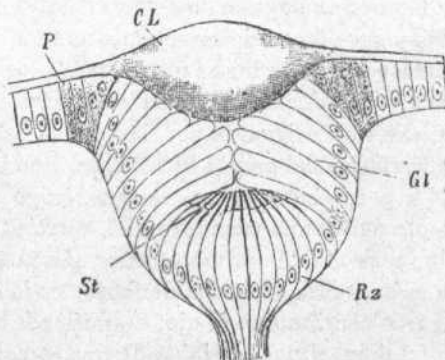
está situado un cristalino cónico, y delante de él una faceta lenticular de la cutícula, cuyo conjunto da ese aspecto especial al ojo que hace que se le denomine ojo con facetas; la substancia negra aísla los conos y las baquetas nerviosas. El ojo está protegido por una envoltura de quitina y se continúa con la vaina del nervio óptico. La segunda forma, corresponde al ojo más perfeccionado de los Moluscos y Vertebrados.

Los *estemmas* (figura 121) de algunos Articulados, no es otra cosa, que un punto del tegumento ligeramente modificado y por bajo del cual viene á apoyarse la terminación del nervio óptico. El revestimiento cuticular se engruesa formando una especie de lente y por debajo las células de la hipodermis se alargan y dejan una abertura que hace el oficio de iris. Cuando el ojo se perfecciona, como hemos dicho para los Vertebrados, se agregan varios

Abstracción hecha de los ojos más simples, tales como los que se encuentran en los Gusanos y Crustáceos inferiores, se pueden aquellos relacionar á dos formas principales.

La primera forma es representada por los ojos *compuestos*, ojos con *facetas* de los Artrópodos, no permitiendo más que la visión en mosaico. Son paquetes de baquetas nerviosas ó *retinulas* que forman en el interior del ojo una retina hemisférica, de convexidad externa. (Figura 120).

Delante de cada retinula,



(Fig. 121)—Estema de una larva de Insecto.—*CL*, cornea; *Gl*, cuerpo vitreo con una zona periférica de pigmento *P*; *Rz*, células retinianas; *St*, bastoncillos cuticulares.

medios refringentes y partes protectoras. La extremidad del nervio óptico se ensancha formando una capa, que es la *retina*, cuya estructura es sumamente complicada. Se puede relacionar á este tipo también, el ojo de ciertos *Cefalópodos*, en el que suele faltar el cristalino, penetrando la luz por una pequeña abertura. La imagen que se forma en la retina es también invertida, pero no tan clara.

Si el ojo debe servir para recoger impresiones luminosas á distancias variables y en diversas direcciones, tiene necesidad de un aparato motor y de un mecanismo de acomodación que puedan cambiar las relaciones de los medios refringentes con la retina. El aparato motor, es representado por los músculos que mueven el bulbo ocular y modifican la dirección del rayo visual á voluntad del animal. Algunos Crustáceos tienen los ojos colocados sobre pedúnculos movibles. La posición y el número varían extraordinariamente, sobre todo en los Invertebrados. Muchos animales poseen también la facultad de distinguir los colores. Las abejas prefieren el azul, las hormigas el rojo, y pueden, como otros muchos animales, distinguir los rayos ultravioletados del espectro, que son invisibles para nosotros.

El SENTIDO DEL OLFATO, parece estar menos generalizado. Los órganos de la olfacción bajo su forma más simple, son, fosetas tapizadas de un epitelio formado por células sensoriales pestañosas y provistas de un nervio especial, como en las Medusas y algunos Moluscos. En los Artrópodos, se consideran como órganos análogos, apéndices cuticulares de las antenas, á los cuales vienen á terminar filetes nerviosos presentando ensanchamientos ganglionares. En los Vertebrados es una doble foseta ó *cavidades nasales* sobre cuyas paredes se distribuye el nervio olfativo. Los grupos más elevados de este tipo, se distinguen por una comunicación que existe entre estas cavidades y la faringe, como por el desarrollo de la mucosa nasal, varias veces replegada y sostenida por láminas óseas ó *cornetes* y sobre la cual se distribuyen solamente en una región limitada, las extremidades de las fibras nerviosas bajo la forma de ténues y delicadas células provistas de pestañas.

La sensibilidad especial, propia de la boca en su porción posterior, constituye el SENTIDO DEL GUSTO. Su existencia no se ha podido comprobar con certidumbre, más que en los Vertebrados, y está ligado á la presencia de un nervio especial, al glosó-faringio, que en el hombre se distribuye por la punta, bordes y raíz de la lengua así como en ciertas partes del paladar. Los elementos que recojen estas impresiones son los *botones* ó *yemas gustativas* con sus células centrales pestañosas y situadas sobre las papilas caliciformes. Las sensaciones del gusto, tienen en general relaciones muy íntimas con las del tacto y olfato. En los Moluscos parecen ser percibidas estas impresiones, por epitelios sensoriales colocados á la entrada de la cavidad bucal. En los Insectos por pelos cuticulares rígidos, encerrando nervios y situados sobre las mandíbulas.

Se consideran también como órganos de los sentidos, la *línea lateral* de los Peces, los cuales estarían encargados de la percepción de las diferentes cualidades del agua.

Los ÓRGANOS ELÉCTRICOS que poseen algunos Peces, no son otra cosa que músculos transformados. Se encuentran en el *Gymnotus electricus* del Orinoco y en el *Torpedo marmorata* (fig. 122) del Mediterráneo. La po-

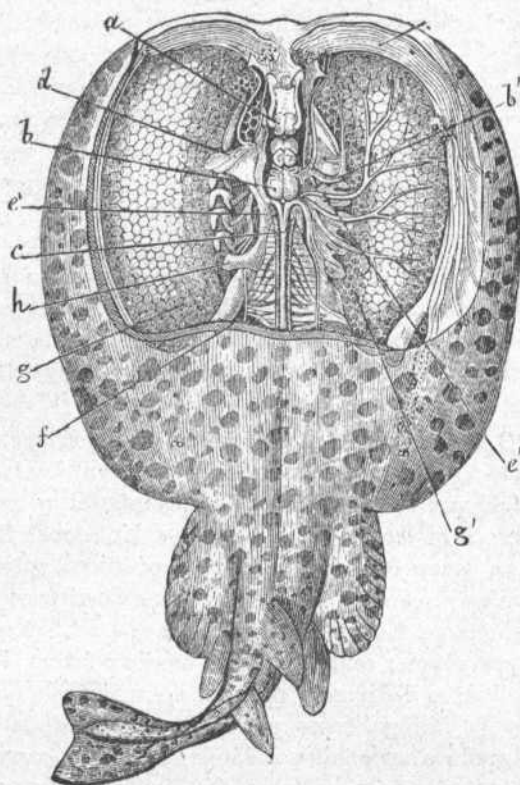


Fig. 122)—Órganos eléctricos de una Tremietga. a, cerebro; b, un nervio craneal; c, médula; g, g, órganos eléctricos.

sición de estos órganos es muy variable; en el *Torpedo*, están situados á derecha é izquierda del cuerpo. Pero su estructura en todos ellos, es esencialmente la misma; están divididos por una armazón fibrosa en compartimentos ó alveolos sosteniendo los vasos sanguíneos y ricos plexos nerviosos. Cada compartimento está ocupado por una placa eléctrica envuelta en tejido gelatinoso. En estado normal, la lámina eléctrica es un disco homogéneo, transparente, presentando en su superficie salientes en forma de papilas. La excitación trasmitida por el nervio, determina en la lámina, la producción de electricidad y como las placas están todas orientadas en el mismo sentido, se reúnen las excitaciones parciales de cada una de ellas, originando una cantidad considerable de energía eléctrica y por consecuencia, una descarga cuando se tocan ambos polos.

4—Instinto é inteligencia. En los animales más sencillos, no podemos suponer exista más que una especie de irritabilidad, despertando en

su organismo energías que se refieren casi exclusivamente al movimiento, en virtud de acciones ejercidas por los agentes exteriores, que modifican su estado corporal. Cómo de la iritabilidad podemos pasar á ciertos actos que se observan en los animales? nos es completamente desconocido. Estos actos, en ocasiones muy complicados, están determinados por impulsos interiores que se originan fuera de toda relación consciente y conducen á resultados útiles al organismo. Se les dá el nombre de *instintos*, á estos impulsos innatos que concurren á la conservación del individuo y de la especie y es bien marcado el contraste entre estos procesos y la razón consciente del hombre. Esta podemos suponerla como el grado más alto de los procesos intelectuales. Podemos definir el instinto, como un mecanismo adquirido por la herencia, inconsciente, puesto en acción bajo una forma determinada por un estimulante externo ó interno, que obra en apariencia hacia un fin determinado ante el cumplimiento de una necesidad del organismo. Guiado por el instinto, nada un perro arrojado al agua por primera vez, sin que nadie le haya enseñado á ello, y apenas cae y siente que no hace pie nada espontáneamente sin darse cuenta de lo que hace. Las manifestaciones instintivas más superiores, se refieren, principalmente, á la tendencia que se observa tan frecuentemente en los animales superiores, á vivir en colectividades, en las que suele imperar como regla la división del trabajo, y aun en estos casos, conócese la ineducabilidad y ausencia de progreso en las operaciones instintivas, observando cómo las abejas, por ejemplo, sienten impulsos de construir y construyen panales, que son en un todo idénticos á los que fabricaron otras de su misma especie, y lo imposible que es obligarlas á variar los procedimientos de construcción, tal como ocurre con los castores y sus cabañas, las hormigas y sus hormigueros, las aves y sus nidos, etc.

Al lado de estos actos instintivos, existen en los animales y especialmente en el hombre ciertas funciones denominadas *intelectuales*, que son muy distintas de las del instinto, obrando con arreglo á las circunstancias y capaces de perfeccionarse por la educación y por la enseñanza.

32^o C.—Organos y funciones de la reproducción.

1.—Generación espontánea. La duración de la vida es limitada en cada organismo, y por consecuencia, es absolutamente indispensable que se originen nuevos seres para que el mundo orgánico se perpetue. La formación de organismos nuevos podría tener lugar mediante un acto de *generación espontánea*, y así se había supuesto, no solamente para seres inferiores, sino también para otros de organización más compleja. Aristóteles, creyó que del cieno, nacían espontáneamente ranas y anguilas, como así mismo la aparición de gusanos en las viandas en putrefacción. Con los progresos de la ciencia, el dominio de este modo de engendrarse los seres, iba siendo cada vez más limitado, hasta llegar á comprender únicamente á los infusorios; pero las investigaciones de estos últimos años, principalmente las de Pasteur, han echado completamente por tierra los fundamentos de esta teoría, teniendo necesariamente que admitir, que todo ser se origina á expensas de

otros á él semejantes. En el fondo, este último modo de reproducción no es otra cosa que un fenómeno de acrecentamiento del organismo, más allá de la esfera de su individualidad, consistente en la separación de una parte del cuerpo del individuo madre, que se transforma en un otro semejante. Sin embargo, el modo según el cual se producen estos seres nuevos, es extraordinariamente variado, pudiéndose reducir todos ellos á dos principales; *reproducción asexual y la sexual.*

2—Reproducción asexual. Es el modo más general en las formas inferiores, cuyos tejidos se hallan poco diferenciados y se produce á expensas de un individuo originariamente único. Puede afectar dos variantes principales; por *escisión ó división*, cuando en el individuo madre se produce una estrangulación de su cuerpo, que agrandando cada vez más termina por dividirse en dos individuos semejantes. Si la división es incompleta, se originan colonias de animales que crecen por la repetición del mismo procedimiento sobre los individuos nuevamente formados, como sucede con las *colonias de Pólipos*.

En la *gemmación*, es una parte únicamente del cuerpo la que crece y se desarrolla transformándose en un individuo hijo que se destaca más tarde y llega á adquirir autonomía propia. Si la yema no se separa nunca, se formarán como en el caso anterior, colonias de animales. La *gemmación* puede tener lugar, indiferentemente sobre cualquier punto del cuerpo, ó se localiza en un órgano determinado, como el *estolón prolifero* de las *Salpas*. Existen ya en la yema las diferentes hojas blastodérmicas, á expensas de las que se diferenciarán más tarde los órganos. La *esporulación*, ó reproducción por *esporas* es una variante de esta, caracterizada por la formación en el organismo de células que se transforman en otros tantos individuos. Este último procedimiento muy generalizado en el reino vegetal, es poco frecuente en los animales, encontrándose únicamente en los Protozoarios unicelulares, como las *Gregarinas*.

3—Reproducción sexual. Consiste esencialmente en la formación de dos células germinativas, de cuya fusión resulta un nuevo organismo. Una de estas células germinativas contiene los materiales que formarán el nuevo individuo, es la *célula huevo*, ó simplemente el *huevo*; la otra, designada bajo el nombre de *célula espermática*, es el elemento fecundante que se fusiona con el contenido del huevo, y por una acción que nos es desconocida, dá impulso al desarrollo. Los órganos en los cuales los elementos sexuales toman origen constituyen los *órganos genitales*, y según que produzcan una ú otra clase de elementos, toman el nombre de *ovarios* en las hembras y de *testículos* en los machos.

La conformación de los órganos genitales, muestra una diversidad muy grande. En el caso más sencillo, son grupos de células sexuales, que aparecen en las paredes del cuerpo, como en los Celenterados. Más frecuentemente, los ovarios y los testículos, afectan la forma de glándulas provistas de canales excretorios, como acontece en los Equinodermos. A estas glándulas se añaden con frecuencia en los animales más elevados, aparatos vectores (*figs. 123 y 124*) encargados de proteger los elementos y asegurar su

encuentro, así como también otras glándulas que se originan en sus paredes. Al lado de los ovarios, aparecen los oviductos, y glándulas anejas de diferentes clases, destinadas á envolver el huevo de una capa de *vitelus*, glándulas



(Fig. 123)—Aparato genital macho de un Heterópodo. — T, testículo; Vd, canal deferente.

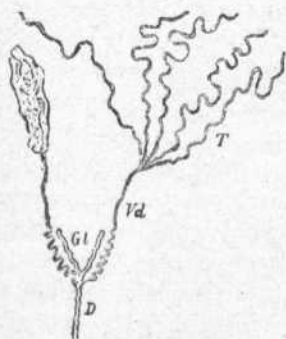


(Fig. 124)—Aparato genital hembra de un Heterópodo. Ov, ovario; Ed, glándula de albúmina; Va, vagina.



(Fig. 125)—Aparato genital hembra de un Piojo. Or, vainas que engendran los óvulos; Rs, receptáculo seminal; V, vagina; Gl, glándula sebácea.

vitelógenas ó de albúmina, ó á suministrarle los materiales necesarios para la formación de una cáscara resistente. Con frecuencia estas funciones son desempeñadas por las paredes del ovario mismo, como en los Insectos. Los canales vectores, suelen ensancharse en un trecho de su recorrido y formar una *cámara incubatriz*, ú *ovo-larvigera*, úteros, en donde los huevos se desarrollan, mientras que su porción terminal presenta disposiciones especiales destinadas á favorecer la fecundación, como *receptáculos seminales*, *vagina*, *cámara copulatrix* y *órganos genitales externos*. (Fig. 125).



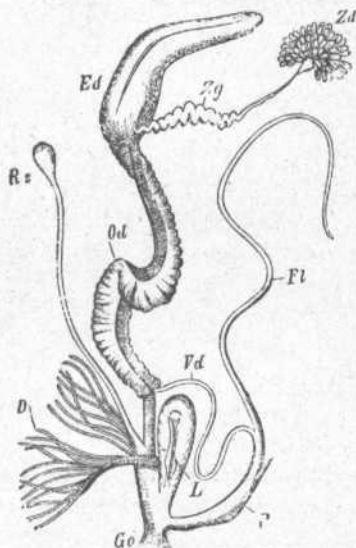
(Fig. 126)—Aparato genital macho, de un Insecto. T, testículos; Vd, canales deferentes; Gl, glándulas anejas; D, canal eyaculador

Los conductos excretores de los testículos, ó *canales deferentes*, están frecuentemente dilatados, sobre una porción limitada, constituyendo un receptáculo ó *vesícula seminal*; glándulas ó *próstatas*, cuya secreción se mezcla al *esperma*, le son también anejas. Los canales deferentes terminan en un *canal eyaculador* de paredes musculares poderosas, al cual vienen á agregarse con frecuencia aparatos copuladores destinados á facilitar la intromisión del líquido fecundante en los órganos genitales de las hembras. (Fig. 126).

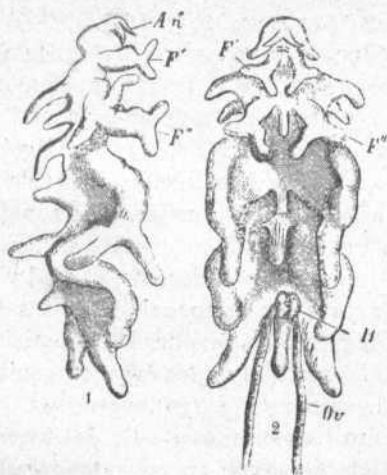
4—Hermafroditismo. Es la forma más simple bajo la cual aparecen los órganos sexuales. Huevos y espermatozoides, son producidos por un solo individuo, llamado *hermafrodita* ó *andrógino*, que reúne en sí mismo todas las condiciones necesarias á la conservación de la

especie. Se encuentra esta propiedad muy repartida en todos los grupos de animales y principalmente en los inferiores; en los de movimientos lentos, como en los Moluscos (*fig. 127*) y muchos Gusanos; en los que viven aislados y parásitos, como los *Céstodos*, ó que son sedentarios, tal sucede en las Ostras. Se encuentran disposiciones muy variadas que conducen, desde un verdadero hermafroditismo ó *funcional*, en que los individuos se son suficientes á sí mismos para engendrar su descendencia, á aquellos en que á pesar de ser hermafroditas, necesitan unirse dos individuos de la misma especie, es decir que hay copulación, pues los productos sexuales machos y hembras, pertenecientes al mismo individuo no llegan á la madurez en la misma época, hermafroditismo que podemos llamar *morfológico*, como sucede en los Gasterópodos.

Esta última disposición, tiene fisiológicamente por resultado el paso del hermafroditismo á la separación de sexos, que se realiza morfológicamente por el desarrollo de una de ambas clases de órganos genitales,



(Fig. 427)—Aparato genital del *Caracol*. Zd, glándula hermafrodita; Zg, su canal excretor; Ed, glándula de albúmina; Od, oviducto; Vd, canal deferente; P, pene; Fl, flagelo; Rs, receptáculo seminal; D, vexículas multífidas; L, dardo con su cámara; Go, vestíbulo genital.



(Fig.) 428 —1, hembra del *Chondracanthus*, vista de lado,—2, la misma de frente, con el macho en H. fijo sobre ella; An'', antenas anteriores; F'' F'', los dos pares de patas; Ov, ovisacos tubulosos.

al mismo tiempo que los otros se atrofian, y aun en muchos animales superiores quedan vestigios del hermafroditismo, por la presencia en uno de los individuos macho ó hembra de órganos genitales del otro sexo, tal como sucede en los Batracios, pues en el macho se nota el oviducto que se ha convertido en canal de Müller, rudimentario, y en la hembra, el canal deferente, transformado en canal de Wolff, persiste en igual estado.

Con la separación sobre individuos diferentes de ambos órganos sexuales, aparece al mismo tiempo un *dimorfismo*, en relación con el diferente papel que desempeñan en las funciones de repro-

ducción. Los machos y las hembras difieren, no solamente en la constitución de los órganos genitales, sino en todos los demás. La hembra más pasiva en el acto de la cópula, y que lleva en sí los materiales que han de formar su progenitura debe cuidar del desarrollo de los huevos fecundados y principalmente de los recién nacidos; de aquí, el que su cuerpo sea más grueso y que generalmente esté provisto de diversos aparatos con el fin de proteger y nutrir á su descendencia. El macho ha de buscar á la hembra para el acto de la cópula, y así, sus sentidos son más desarrollados, su fuerza es mayor y el cuerpo más móvil. La naturaleza le ha dotado, por otra parte, de encantos exteriores, al mismo tiempo que le ha dado órganos de copulación, frecuentemente muy complicados. En ciertos casos, el dimorfismo sexual puede estar tan acusado, es decir, las diferencias entre individuos machos y hembras, puede ser tal, que estaría uno tentado de colocarlos en grupos muy distintos de la clasificación; tal como sucede por ejemplo, en algunos Copépodos parásitos (fig. 128).

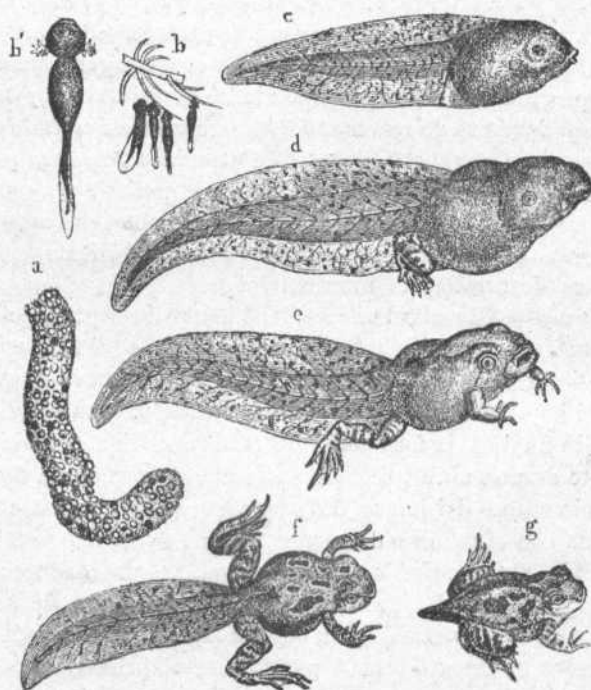
Lección 53. **5—Partenogénesis.** Se conoce con el nombre de *Partenogénesis*, algunos casos en los que el huevo puede en ciertas condiciones desarrollarse espontáneamente, sin necesidad de ser fecundado, fenómeno muy frecuente en los Insectos y Crustáceos. En los *Afididos* ó *pulgones*, después de una generación de machos y hembras ápteras que aparecen solamente en el otoño y que ponen huevos fecundados, vienen unas cuantas generaciones de hembras aladas que se desarrollan principalmente en primavera y estío y se engendran sin el concurso de machos. Estas hembras difieren de las ápteras, no solamente por la presencia de alas, sino también por otras particularidades, como la conformación distinta del aparato genital, y el que los huevos sufren su desarrollo en los tubos ovígeros. Fenómenos análogos se observan en las larvas de *Cecidomias*, que sin necesidad de ser fecundadas originan huevos que se desarrollan en nuevas larvas.

6—Desarrollo. Resultado de los fenómenos de reproducción que acabamos de estudiar, es que, debemos considerar á la célula, como el punto de partida del organismo. El contenido de la célula-huevo presenta espontáneamente ó bajo la influencia de la fecundación, una serie de cambios cuyo resultado final es la formación del *embrión*. Estos cambios consisten esencialmente en una multiplicación de células que se opera á expensas del contenido todo entero del huevo, ó de la parte protoplasmática del *vitelus*, que se designa con el nombre de segmentación.

La vexícula germinativa del huevo llegada á la madurez, se une al núcleo del espermatozoide, provocando la regeneración de aquel, consistiendo esencialmente en este hecho, el acto de la *fecundación*. La segmentación del huevo puede ser total ó parcial; en el primer caso es el vitelus todo entero el que se segmenta, en el segundo una porción solamente, en la cual se localiza el fenómeno de la división; la parte restante ó vitelus nutritivo no toma jamás parte en la formación del embrión, concurriendo solamente á alimentar á este.

El arreglo de las células que provienen de la segmentación, no es menos variado que el distinto procedimiento de verificarse esta. Frecuentemente

estos elementos se disponen en una sola capa, formando una esfera hueca llamada *blástula* que contiene en su interior el vitelus nutritivo. Esta *blástula* sufre una invaginación; una de las mitades de la pared de la *vexícula*, distinta algunas veces ya por sus células más gruesas y granuladas, viene á aplicarse sobre la pared interna de la otra mitad, transformándose en *gástrula* didérmica y constituyendo la capa *entodérmica* ó *hipoblasto* que reviste la cavidad central; el orificio de comunicación de esta cavidad con el exterior, forma la boca de la *gástrula* ó *blastóporo*. La capa celular externa representa el *ectodermo* ó *epiblasto*. Entre ambas hojas, y originada por la una ó la otra, ó las dos á la vez, aparecen en los animales de simetría bilateral, capas intermedias de células que se designan bajo el nombre de *mesodermo*. De este, provienen los músculos, el esqueleto, los elementos de la sangre, mientras que la cavidad visceral corresponde al espacio que ha quedado entre el *ectodermo* y el *entodermo*, ó se origina por la separación de capas del *mesodermo*. El sistema nervioso y los órganos de los sentidos tienen probablemente su origen en la capa externa. El *entodermo* dará lugar al tubo digestivo, estando representada la boca por la de la misma *gástrula*.

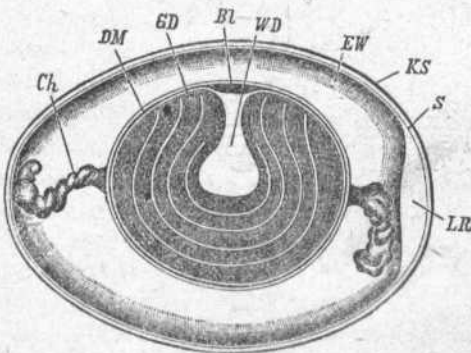


(Fig. 129.—Metamorfosis del Escuerzo. *a*, huevos contenidos en un cordón albuminoso; *b*, renacuajos recién salidos del huevo; *b'*, *c*, *d*, *e*, *f* y *g*, distintas fases del desarrollo de esta especie.

El desarrollo embrionario es en general tanto más complejo y de mayor duración, cuanto más elevada es la organización del nuevo ser. Por consi-

guiente, en las formas superiores, estos procesos evolutivos son mayores que en las formas más sencillas, sobre todo cuando el animal al salir del huevo se asemeja esencialmente al individuo sexuado. En este caso, el desarrollo de la larva en estado de libertad se limita á un simple fenómeno de crecimiento y al desarrollo de algunos órganos. Por el contrario, si el embrión al nacer, sale en un estado de desarrollo poco avanzado, ha de presentar modificaciones y cambios de forma numerosos hasta adquirir su completo desarrollo.

7—Metamorfosis. Se da el nombre de *metamorfosis*, á estas transformaciones que experimenta el embrión, fuera del huevo, hasta adquirir su forma definitiva. La historia del desarrollo de los Anfibios y de los Insectos nos ofrece ejemplos bien conocidos de metamorfosis. Los huevos de las Ranas y de los Sapos, (*fig. 129*) se transforman en *renacuajos*, con una larga cola y desprovistos de miembros. Por su forma, la respiración branquial y la circulación, el renacuajo se asemeja á un pez; su orificio bucal se rodea de un estuche córneo y á medida que el animal crece, las branquias exteriores de que está provisto se marchitan y acaban por desaparecer completamente, siendo reemplazadas por láminas branquiales internas recubiertas por un repliegue cutáneo; los miembros posteriores son los primeros en aparecer, mientras que los anteriores permanecen aun ocultos bajo la piel y no se desarrollan hasta más tarde. Al mismo tiempo los pulmones comienzan á desarrollarse también, el corazón se desdobra en su porción auricular y la circulación se convierte finalmente en doble; la armadura bucal cae y finalmente el apéndice caudal desaparece, y el renacuajo adaptado á la vida acuática, se transforma en un animal destinado á vivir sobre la tierra.



(Fig. 130)—Corte longitudinal esquemático de un huevo de Ave no incubado. *BL*, mancha cicatrizal; *GD*, vitelus amarillo; *WD*, vitelus blanco; *DM*, membrana vitelina; *EW*, albúmina; *Ch*, chalaza; *S*, membrana; *KS*, cáscara; *LR*, cámara de aire.

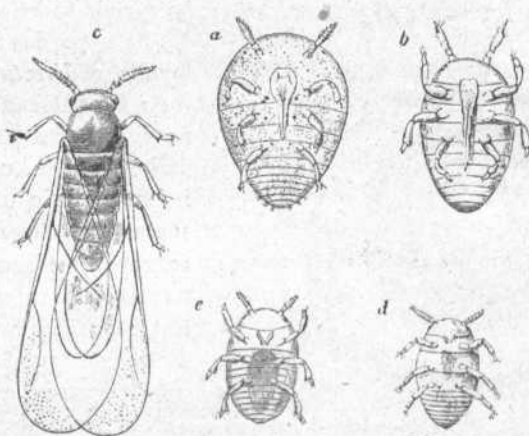
En estas dos formas de desarrollo, el directo y la metamorfosis, la cantidad de substancia nutritiva que ha de tener el embrión en el huevo, es de una importancia capital. Los animales de desarrollo directo, exigen que el huevo esté abundantemente provisto de vitelus nutritivo, siendo esta la causa de que su tamaño sea relativamente grande como acontece en las Aves, (*fig. 130*) ó que se desarrollen estando en comunicación íntima con el cuerpo de la madre que le suministra los alimentos necesarios (ani-

males *vivíparos*), como los Mamíferos. Los animales con metamorfosis, provienen, al contrario, de huevos relativamente pequeños y se procuran por sí mismos después de su nacimiento precoz los materiales de que han sido privados mientras han permanecido en el huevo. En las mismas condiciones y

con la misma cantidad de elementos sexuales aptos para producir la fecundación, los primeros tienen una descendencia corta, muy limitada; los otros originan un gran número de descendientes.

8—Generación alternante Hemos visto que tanto en el desarrollo directo, como en el caso de haber metamorfosis, se suceden en el mismo individuo las diferentes fases evolutivas. Pero hay formas en las cuales una parte solamente de dichas fases evolutivas se realiza en un solo individuo, el resto tiene lugar en sus descendientes. El ciclo de la especie está representado entonces por dos ó varias generaciones, de forma y organización diferentes, cuya nutrición se opera en condiciones biológicas distintas y se reproducen de modo diferente. Esto es á lo que se llama *generación alternante* ó *metagénesis*.

Esta propiedad fué descubierta en las Salpas, y más tarde se ha observado que constituye la regla general en una multitud de animales como las Medusas y Tremátodos. En aquellas, ó sea en las Medusas, después de haber salido del huevo y nadar libremente más ó menos tiempo, con una forma de gástrula pestañosa y cuya boca primitiva se ha cerrado, se fija por esta parte, mientras que por el polo opuesto aparece una nueva abertura bucal, colocada en el vértice de un cono contráctil, y alrededor del cual se desarrollan diez y seis tentáculos. Cuando la Medusa, que ha revestido la forma de *Scyphistoma*, ha llegado merced á una nutrición abundante á adquirir cierto tamaño, aparecen una serie de estrangulaciones anulares, que dividen su cuerpo, escepto la porción basilar, en una serie de segmentos tomando la forma de *Strobila* que pasa á su vez por distintas fases evolutivas. Los



(Fig. 131)—*Phyllosera vastatrix*. *a*, forma que origina las agallas; *b*, forma áptera que vive sobre las raíces; *c*, forma alada; *d*, macho; *e*, verdadera hembra.

tentáculos se atrofian, los segmentos del cuerpo se transforman en pequeños discos aplastados y provistos de apéndices lobulados originándose por consiguiente, por reproducción asexual, otras tantas larvas de Medusas cuantos segmentos constituían su cuerpo y que terminan por separarse y convertirse en otros tantos individuos sexuados.

9—Heterogonia. La *heterogonia* se caracteriza por la sucesión de generaciones sexuadas de forma diferente y viviendo en condiciones de alimentación distintas. Una ó varias de estas generaciones pueden también reproducirse agamogenéticamente por el desarrollo espontáneo del huevo, á consecuencia de la desaparición de los machos.

En los Insectos se observan formas de heterogonia, caracterizadas por la alternancia del desarrollo de huevos partenogenéticos y de huevos fecundados, y además, por el *polimorfismo* muy marcado entre individuos pertenecientes á la misma especie. Por ejemplo, en los *Chermes* y en la *Phyllosera* (fig. 131), una ó varias generaciones de hembras ápteras ó aladas, se reproducen por partenogénesis y están exclusivamente formadas de individuos ovíparos; en cierta época del año aparece una generación compuesta de machos y hembras, estas últimas ponen huevos fecundados, y se distinguen por la reducción de las piezas de la boca y del aparato digestivo, así como por su menor tamaño.

PARTE SEGUNDA

ZOOLOGIA ESPECIAL

I

Lección 54³

HISTORIA DE LA ZOOLOGIA

1—Época antigua. Los orígenes de la Zoología se confunden con los tiempos más antiguos. Como verdadero fundador de esta ciencia debemos considerar á Aristóteles (IV siglo a J. C.); él recogió todos los conocimientos de sus predecesores, los enriqueció con valiosas observaciones propias, coordinándolos bajo un espíritu puramente científico y filosófico. La división fundamental en animales con sangre y los desprovistos de ella, aun cuando falsa, corresponde á los dos grupos de Vertebrados é Invertebrados.

He aquí los ocho grupos de su clasificación:

Animales provistos de sangre..	{	Cuadrúpedos vivíparos
		Aves
		Cuadrúpedos ovíparos
		Peces
Animales exangües.	{	Moluscos
		Crustáceos
		Insectos
		Testáceos

Después de Aristóteles la antigüedad no nos presenta más que un solo Zoólogo eminente, Plinio el *Antiguo*, (I siglo d J. C.). Su obra fundamental carece de valor científico, por la falta de originalidad, y por atribuir á Aris-

tóteles más de alguna fábula desechada por el ilustre naturalista de Stagyra. Después de él, la Historia Natural entra en un periodo de decadencia, pero los Claustros darán asilo a los escritos de Aristóteles y Plinio, protegiéndolos contra una destrucción total.

2 - Edad Media y Moderna. Durante el curso de la Edad Media el Arzobispo Español, Isidoro de Sevilla y más tarde Alberto el Grande, compusieron obras sobre la Historia de los Animales. En el siglo XVI renace Aristóteles, a la par que un movimiento arrastra los espíritus hacia la observación y las investigaciones originales enriquecidas de día en día por los materiales que el descubrimiento y exploración de nuevas partes del globo aportan. En el siglo siguiente la Zoología entra en uno de sus periodos más fecundos con los nombres de Harvey, Swammerdam, Malpighi, etc; continuó este movimiento en el siglo XVIII con Reaumur y otros, pero tantas observaciones acumularon materiales en cantidad tan considerable que la Zoología corría el riesgo de caer en la confusión, por falta de orden, a no ser por la aparición de un espíritu metódico, de un naturalista clasificador por excelencia. Carlos Linneo (1707-1778), el cual abre una nueva era para las Ciencias naturales por la elección juiciosa de caracteres y la introducción de un método seguro sobre la clasificación y nomenclatura.

Análogamente al sistema artificial establecido por él en Botánica fundó otro en Zoología sobre caracteres referentes a la estructura de los animales de la siguiente manera:

Sangre roja y	caliente..	Vivíparos.	Mamíferos
		Ovíparos.	Aves
	fria.	Respiración pulmonar.	Anfibios
Sangre blanca.		Respiración branquial.	Peces
		Antenas articuladas. .	Insectos
		Antenas no articuladas.	Gusanos

Este sistema de Linneo fué desarrollado por sus sucesores que consideraron las clasificaciones como la expresión exacta de la naturaleza y buscaron el perfeccionarlas. Buffon, enemigo de las clasificaciones, considerándolas completamente falsas, concibió un plan uniforme que se modifica gradualmente. Los cambios propuestos por Lamarck consisten en la desmembración de la clase lineana de los Gusanos en una serie de clases que reunidas a la de los Insectos forman la de los Invertebrados, por oposición a las cuatro superiores, es decir, a los Vertebrados.

Cuvier, estableció una nueva clasificación, que puede ser considerada como la base de los métodos naturales, sometiendo a un estudio comparativo los hechos anatómicos y deduciendo de aquí principios generales, tales como el de las *condiciones de existencia*, fundándose en la dependencia recíproca de los órganos; el de la *subordinación de caracteres*, puesto que los órganos más importantes son también los más constantes. Considerando sobre todo las diferencias del sistema nervioso y la posición recíproca variable de los sistemas de órganos más importantes, adquirió la convicción de que existen en el reino animal, cuatro grandes divisiones ó tipos, «cuatro

planos generales, si así puede expresarse, según los cuales todos los animales parecen haber sido modelados...»

Los cuatro tipos de Cuvier eran los *Vertebrados*, *Moluscos*, *Articulados* y *Radiados*.

Estas ideas de Cuvier fueron combatidas por doctrinas rivales de naturalistas eminentes, (Escuela de los filósofos de la naturaleza), los cuales defienden la idea ya expresada por Buffón de un plan único de organización animal, y de la unidad de composición que supone la existencia de una escala animal continua.

En nuestros días las concepciones de Cuvier han sufrido pocas variaciones. En el estudio de esta parte adoptaremos la clasificación de C. Claus, profesor de la Universidad de Viena, que considera dividido al reino animal en los ocho tipos caracterizados del modo siguiente:

Organismos unicelulares; sin tejidos diferenciados.			<i>Protozoarios.</i>
		Planos de simetría en número de 2, 4 ó 6, con cavidad gastro-vascular.	<i>Celenterados.</i>
	Radiados.	Planos de simetría en número de 5. Tubo digestivo y aparato circulatorio distintos.	<i>Equinodermos.</i>
		Segmentos homónomos y sin apéndices articulados	<i>Gusanos.</i>
	Segmentados.	Segmentos heterónomos con apéndices articulados	<i>Artrópodos.</i>
		Cubiertos por una concha: aparato respiratorio formado á expensas de la piel.	<i>Moluscos.</i>
	No segmentados ni radiados; cuerpo blando.	Cuerpo desnudo; aparato respiratorio formado á expensas del esófago.	<i>Tunicados.</i>
		Con sistema nervioso céfalo-raquídeo protegido por un endoesqueleto.	<i>Vertebrados.</i>

Sistema nervioso no protegido por un esqueleto interno.

Animales pluricelulares, con diversidad de tejidos.

II

TIPO I.—PROTOZOARIOS

Clasificación 552
1—Caracteres generales y división. Organismos unicelulares con diferenciaciones sin llegar a constituir tejidos diferenciados; reproducción principalmente asexual.

Morfológicamente los Protozoarios son células, pudiendo encerrar uno ó varios núcleos; no se observa jamás en su desarrollo embrionario formación de hojas blastodérmicas. El *sarcoda*, rico en granulaciones, está relleno de vacuolas, de las cuales una puede ser pulsátil y rellena de un líquido transparente que se retrae y desaparece, para volver á reaparecer enseguida. En los más sencillos el cuerpo no es más que una masa de *sarcoda* cuya contractilidad no es impedida por ninguna membrana exterior y que emite prolongaciones retrayéndolas más tarde; otras veces, la materia que compone el cuerpo del animal tiene una consistencia mayor y emite un gran número de filamentos llamados *pseudópodos*. La nutrición tiene lugar por penetrar las substancias disueltas á través de su masa. En numerosos casos el *sarcoda* segrega *espículas* calcáreas ó silíceas, caparazones agujereados que sirven de sostén y de protección al cuerpo del animal. En otros, el cuerpo sarcodario está rodeado de una membrana externa provista de pestañas ó cerdas que concurren á la locomoción, existiendo entonces en general una boca para la introducción de partículas alimenticias y un ano para la expulsión de los residuos de la digestión.

Se dividen en las dos clases siguientes:

Protozoarios desnudos, á lo sumo una concha caliza ó un esqueleto silíceo.	} <i>Rizópodos.</i>
Protozoarios protegidos por una membrana provista de flagelos ó cirros.	} <i>Infusorios.</i>

Clase primera.—Rizópodos.

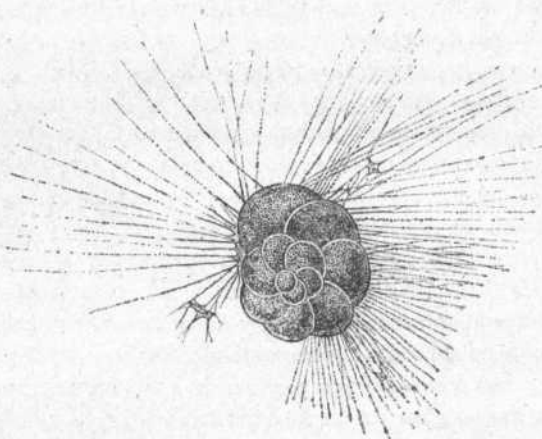
1—Generalidades y división. El cuerpo de los Rizópodos está formado por una masa *sarcodaria* libre, de naturaleza viscosa y encerrando pigmentos; generalmente emite *pseudópodos* que son anchas prolongaciones que ponen en movimiento el cuerpo del animal y por las cuales circulan las granulaciones de la masa interna. Se suele encontrar con frecuencia una vacuola contractil. Casi siempre el *sarcoda* segrega formaciones esqueléticas, ya silíceas, ya calcáreas; en el primer caso son finas agujas radiantes á partir del centro; en el segundo, conchas simples ó tabicadas con paredes agujereadas y por cuyos orificios pasan los pseudópodos variando continuamente de forma y de número, reuniéndose á veces para constituir redes delicadas. Estos *pseudópodos* por su movimiento de reptación sobre objetos sólidos funcionan como órganos de locomoción, mientras que englobando pequeños vegetales los conducen hasta el interior del cuerpo, funcionando como órganos prehensores.

Los Rizópodos viven principalmente en el mar y contribuyen, por la acumulación de sus conchas, á la formación de estratos poderosos.

Comprende esta clase los siguientes órdenes:

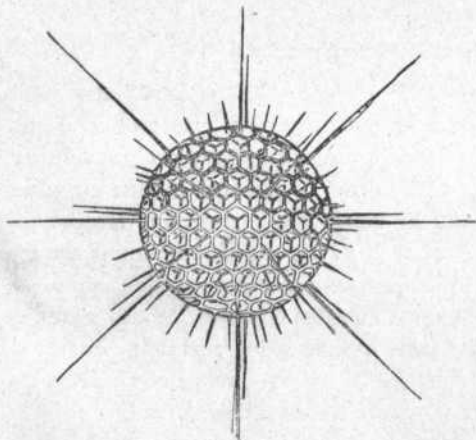
2—Foraminíferos. Son Rizópodos casi siempre provistos de una concha caliza agujereada para el paso de los *pseudópodos*. Esta concha puede estar formada por una sola cámara, ó de varias dispuestas á continuación unas de otras, según leyes determinadas y que comunican entre sí por finos canaliculos abiertos en los tabiques de separación; de esta suerte la masa *sarcodaria* se encuentra en continuidad inmediata. La reproducción de estos animales es siempre asexual.

A pesar de su pequeña talla las conchas de estos organismos tan simples tienen una gran importancia por acumularse en número incalculable en la arena del fondo de los mares, hallándose también en estado fósil en numerosos terrenos, tales como los *Nummulites*. La mayor parte son marinos (fig. 132) y se mueven, arrastrándose por el fondo del mar; se les encuentra también sobre la superficie.



(Fig. 132)—Foraminífero, (*Rotalia veneta*).

3—Heliozoarios. Las formaciones esqueléticas de estos organismos, casi siempre están formadas de agujas silíceas en disposición radiada ó formando esferas entrelazadas. Un caracter importante consiste en la presencia de vacuolas pulsátiles que no se encuentran en ningún Rizópodo marino, pues estos seres son propios de aguas dulces, tales como las *Olithrulinas*.

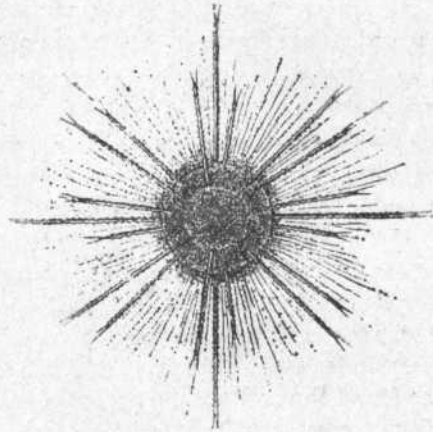


(Fig. 133)—Radiolario (*Heliosphæra echinoides*).

4—Radiolarios. Caracterizados estos organismos por encerrar una cápsula central agujereada y provista de un líquido viscoso conteniendo en suspensión numerosos cuerpos; el *sarcoda* emite pseudópodos y no es raro observar también unas vesículas delgadas y transparentes denominadas *alveolos*. Muchos Radiolarios forman colonias y muy pocos son desnudos, la mayor parte tienen un esqueleto compuesto

de agujas silíceas que pueden ser simples ó constituir en la periferie una red esponjosa; (fig. 133) otras veces son caparazones agujereados. Los Radiolarios son animales marinos, flotan en la superficie del mar, pero pueden encontrarse también en las capas profundas; muchos de ellos se encuentran también fósiles.

Merecen especial mención de este grupo los *Acanthometras* (figura 134) y el *Spherozoum punctatum*.

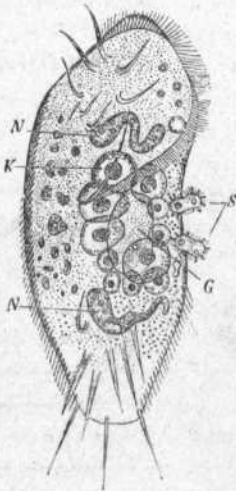


(Fig. 134).—*Acanthometra* Malleri.

Clase segunda.—Infusorios.

1—Caracteres generales y especies más importantes. Estos animales que habitan sobre todo las aguas dulces están protegidos por una membrana delgada y transparente, llevando apéndices móviles de diferentes formas y dispuestos de una manera regular. En los Infusorios más pequeños no existe más que una ó dos pestañas; en otros son muy numerosas y dispuestas principalmente alrededor de la boca, determinando por su movimiento una especie de torbellino que hace penetren con facilidad en

ella los cuerpos extraños. Otros segregan una especie de estuche provisto de cerdas rígidas y ganchudas que sirven al animal para moverse ó fijarse sobre objetos exteriores. Los alimentos rara vez penetran por endósmosis, como en las *Opalinas* parásitas, la mayor parte de los Infusorios poseen una abertura bucal y otra segunda en la extremidad posterior que funciona como ano. La capa cortical posee vacuolas contráctiles así como también el núcleo de formas muy variadas. La reproducción es principalmente axesual por división (figura 135) y también han sido observados en algunos fenómenos de conjugación. El género de vida de los que habitan en las aguas dulces es extraordinariamente variado. La mayor parte se nutren introduciendo en su orificio bucal cuerpos extra-



(Fig. 135).—Infusorio. *Stylonychia mytilus*

ños. Otros como las *Opalinas* ya citadas, viven parásitos en el tubo digestivo ó en la vejiga urinaria de los vertebrados, tal como el *Balantidium coli* que

se encuentra en el intestino grueso del hombre. Las *Noctilucas* deben su nombre á la fosforescencia que comunican á los mares.

TIPO II.—CELEENTERADOS

Sección 26ª
1—Caracteres generales y división. Animales con simetría radiada; planos en número de dos ó múltiplo de dos; con cavidad gastro-vascular.

La existencia de órganos y de tejidos diversos aparece por primera vez en los Celenterados pues se encuentran ya en ellos, esqueletos, músculos, nervios, y órganos de los sentidos. Las funciones vegetativas son desempeñadas por la pared interna de la cavidad digestiva; *cavidad gastro-vascular*. Las células están dispuestas en dos ó tres capas en que la externa ó *ectodermo* forma la envoltura del cuerpo y que suele llevar unas células transformadas en órganos urticantes ó *nematocistos* que encierran un líquido y un largo filamento arrollado en espiral que al menor contacto es proyectado hacia fuera fijándose, al mismo tiempo que una porción del contenido se vierte sobre la herida producida por el filamento. La capa interna ó *entodermo*, tapiza la cavidad gástrica. Entre ambas se desarrolla el *mesodermo* constituido por una membrana de sostén más ó menos resistente y destinada á producir el esqueleto. Los músculos y epitelios sensoriales se desarrollan en el ectodermo.

La reproducción asexual por gemmación está muy repartida y si los individuos producidos de esta suerte permanecen unidos entre sí, resultan las *colonias* animales, cuya existencia es tan general en las esponjas y entre los pólipos. También se encuentra la reproducción sexual.

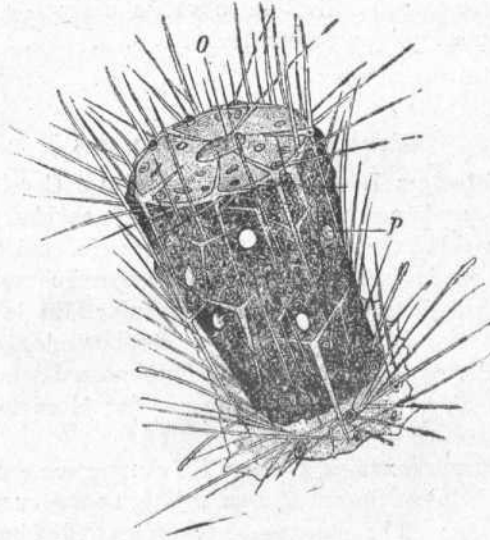
Estudiaremos solamente las clases siguientes:

- | | |
|---|------------------------|
| El ósculo primitivo corresponde al polo aboral de la larva; sin nematocistos. | } <i>Espongiarios.</i> |
| Boca terminal formándose en el polo oral de la larva; con cápsulas urticantes en los tejidos epiteliales. | |
| | } <i>Cnidarios.</i> |

Clase primera.—Espongiarios

1—Caracteres y especies principales. Están compuestas las Esponjas por un tejido muy móvil soportado por una armazón de espículas entrelazadas. En la periferie existen orificios grandes y pequeños y en el interior de la masa un sistema de canales y cavidades en las cuales, pestañas vibrátiles dan lugar á una corriente de agua constante. Células amiboides flageladas, fusiformes, huevos y espermatozoides entran en la constitución del sarcoda de una esponja. El esqueleto está compuesto por fibras córneas formando redes, espículas calizas casi siempre simples y de forma radiante y formaciones silíceas con gran diversidad de formas. El entodermo constituido por células flageladas con una membrana marginal hialina; la capa media que puede considerarse como un mesodermo está destinado principalmente á la producción del esqueleto; el epitelio externo es formado de células aplanadas. Los poros ú orificios inhalantes, (*Fig. 136*) no son otra cosa que

lagunas intercelulares, que pueden desaparecer y volver á ser reemplazadas por otras; entre estos uno anterior y fijo forma el ósculo terminal. Las esponjas pueden presentar formas que se complican á medida que las colonias



(Fig. 136)—*Sycon*. Esponja joven presentando en O el ósculo ú orificio exhalante;
P, orificio inhalante

se constituyen; en este caso, la esponja primitivamente simple, da lugar por gemmación á una colonia en que el sistema de canales se continúa de una á otra.

La reproducción es principalmente asexual, sea por división, sea por formación de gérmenes ó *gemmulas*; pero se desarrollan también huevos y cápsulas seminales.

Casi todas ellas son marinas, viviendo en las aguas á distintas profundidades y las conocidas vulgarmente con el nombre de *esponjas* se prestan á muchos usos; las llamadas *regaderas* (*Euplectella*) son curiosísimas por parecer de cristal hilado.

Al grupo de las Esponjas córneas, pertenece la *esponja común*, cuyo esqueleto es muy buscado con destino á usos de limpieza y que se pesca principalmente en los meses de julio y agosto en la costa del Adriático y del mar Egeo. Se recoge directamente por medio de buzos, cuando se encuentran en rocas poco profundas, pero se hace indispensable recurrir á la draga con dicho objeto cuando la profundidad es considerable.

Clase segunda.—Cnidarios.

1—Generalidades y división. El sistema de poros de que va provisto el cuerpo, no sirve en estos animales como en los anteriores para la introducción de partículas alimenticias, función reservada al orificio bucal que tampoco es homólogo al ósculo de las Esponjas. Caracteriza además á

este grupo la presencia de cápsulas urticantes y la mayor diferenciación de los tejidos y órganos.

Los dividiremos en los dos órdenes siguientes:

Cavidad gastro-vascular dividida en varios compartimentos, por repliegues mesenteroides.	} <i>Antozoarios.</i>
Cavidad gastro-vascular simple.	
	<i>Hydrozoarios.</i>

ORDEN I.—ANTOZOARIOS

1—Generalidades. Los Pólipos antozoarios ó Coralarios, se distinguen desde luego por la complejidad mayor de la cavidad gastro-vascular. Esta no es una cavidad simple, sino que al contrario, está dividida por numerosos tabiques verticales en un sistema de compartimentos que comunican entre sí por el fondo de la cavidad gastro-vascular. En la parte superior, estas cavidades toman la forma de canales, continuándose en los tentáculos colocados alrededor de la cavidad bucal. Esta no solamente dá paso á los alimentos, sirve al mismo tiempo para arrojar fuera los productos de excreción.

Los Coralarios son sexuales, y tienen los sexos generalmente separados; los huevos fecundados se desarrollan en el interior del cuerpo de la madre. La reproducción asexual es muy frecuente y si los individuos así originados permanecen unidos, resultará la formación de colonias que pueden revestir una configuración muy diversa y adquirir un desarrollo considerable.

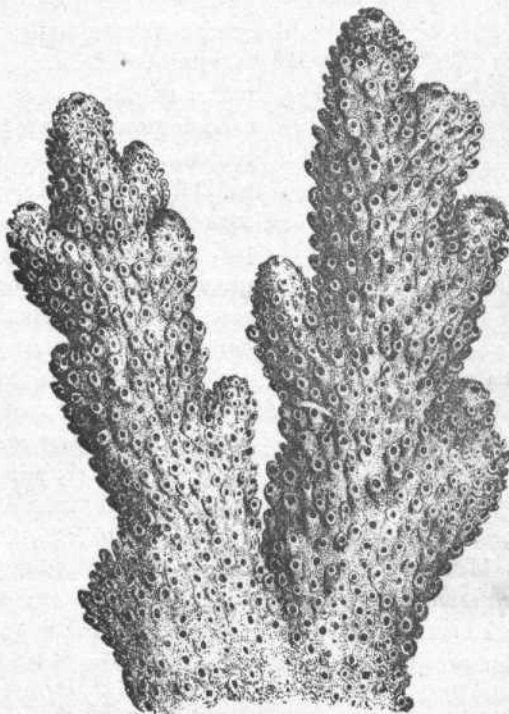
Las formaciones esqueléticas ó *políperos* de los Coralarios, tienen una gran importancia. Son producidas casi siempre por calcificación del mesodermo, pudiendo llegar á tener la dureza de la piedra como en las *Madréporas*.

Viven todos ellos en el mar y principalmente en las zonas cálidas y en la proximidad á las costas, construyendo en el curso del tiempo, por las acumulaciones de sus esqueletos calizos, masas rocosas de una extensión considerable, los *arrecifes de coral*, tan peligrosos para los navegantes y que con frecuencia son el origen de nuevas islas. Ya hemos tenido ocasión de estudiar, (*pag. 73*) la importancia que tienen en la dinámica terrestre y sobre todo, en periodos geológicos antiguos donde han gozado un papel más considerable todavía, como se puede juzgar por las poderosas formaciones coralarias de los terrenos paleozoicos y jurásico.

2—Especies principales. Conocidas son las *Actinias* ó *anémones de mar*, que carecen de esqueleto calizo, viviendo adheridas á los cuerpos sumergidos, fijas por un pié contractil en parte. Muchas llegan á tener una talla considerable y poseen colores brillantes, lo que hace se asemejen á las flores. Las *pennátulas* ó *plumas de mar*, fosforescentes y que forman colonias con un eje córneo, cuya base libre se introduce entre la arena. El coral, *Corallium rubrum*, forma colonias arborescentes y cuyo esqueleto de un bello color rojo, tiene mucho empleo en joyería, pescándose principalmente en las costas de Alger y Túnez. Las *Madréporas*, (*fig. 137*) son las que principalmente dan lugar á la formación de bancos ó islas, por las sales calizas que incrustan su cuerpo.

ORDEN II.—HIDROZOARIOS

Peccari 7^a
1—Generalidades. Este orden está formado por colonias de pequeños pólipos, llamados *polipoides* y por individuos sexuados libres, ó *Medusas*. Estas, son, sin contradicción alguna, la forma de organización más elevada, cuanto que ella representa el individuo sexuado que ha llegado á la madurez. Tiene la forma de una campana ó sombrilla, de cuya parte inferior pen-

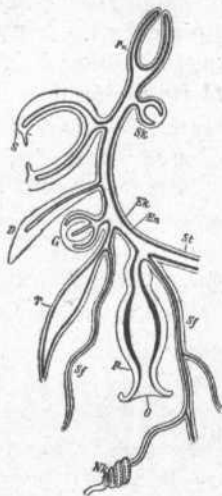


(Fig. 137).—Madrépora.

de un saco, abierto en su extremidad libre que es la boca; del fondo de este, se destacan cuatro canales que van á terminar en otro circular que bordea la *sombrilla*; de este borde, parten unos largos tentáculos ó *brazos*, en cuya base se encuentran los órganos de los sentidos. La Medusa se mueve en el mar por las contracciones bruscas de la *sombrilla*, al arrojar el agua que encierra en su interior.

Llegada al estado adulto, la Medusa produce huevos, que originan los polipoides, que se reproducen asexualmente y forman colonias análogas á las de los Pólipos, pero con un polimorfismo tan marcado, que más bien se deben considerar bajo el punto de vista fisiológico, como distintos órganos en que la colonia, toda entera, representa un organismo simple.

Los Hidrozoarios se nutren de materias animales y habitan principalmente en los mares cálidos. Las Medusas y los Sifonóforos, son fosforescentes.



(Fig. 138)—Esquema de un Sifonóforo. *St*, tallo; *EK*, ectodermo; *En*, entodermo; *Pn*, neumatóforo; *SK*, yema de una copa natatoria, desarrollada en *S*; *D*, escudo; *G*, yema sexual; *T*, tentáculo; *Sf*, filamento prehensil; *P*, pólip; *O*, su abertura bucal; *NK*, nematocisto.

táculos, chupadores unos, y urticantes otros. (Fig. 138.) Finalmente, los *Acálefos*, son las Medusas de gran talla, que nadan libremente, siendo su cuerpo casi transparente y de aspecto gelatinoso. Son conocidas con los nombres de *Aguas malas* y *Ortigas de mar*, muy comunes en nuestras costas, á donde suelen arrojarlas las grandes tempestades, ó las mareas altas.

TIPO III.—EQUINODERMOS

1 —Generalidades. *Animales radiados; planos de simetría de número de cinco. Tubo digestivo y aparato circulatorio distintos. Sistema nervioso radiado.*

La organización de los Equinodermos se diferencia esencialmente de la de los Celenterados por la presencia de un sistema vascular, distinto del digestivo y otras particularidades. El número de planos de simetría es generalmente de cinco, aun cuando se observan seis ó nueve. Las numerosas formas que se encuentran en este tipo, pueden derivarse de la esférica con los polos disemejantes, siendo el eje principal el determinado por la boca, *polo oral* y el ano, *polo anal*, y constituido por una serie de piezas meridianas formando *radios* ó *inter-radios* que coinciden con ciertos órganos. Pero esta forma regular se realiza pocas veces por desarrollarse un radio más que los otros hasta convertirse la forma en bilateral; si el eje principal es muy corto y los radios se desarrollan más que los inter-radios; tenemos la forma *estrellada*; el alargamiento considerable del eje produce la forma *cilíndrica*; además, la boca y el ano casi nunca conservan su posición normal.

2—Especies principales. La *Hydra*, es un pequeño pólipo que vive en las aguas dulces y su cuerpo tiene la forma de un saco, fijo por su extremo á la cara inferior de una hoja flotante; en el extremo libre va provista de brazos. Si cortamos el cuerpo de una hydra por la mitad, la vitalidad de cada una de estas partes es tal, que se completan al cabo de poco tiempo, formando otros tantos individuos idénticos al primero. Del mismo modo, que si la volvemos de un modo análogo á como podemos hacer con el dedo de un guante, es decir, colocando al exterior, la superficie interior digestiva, continúa viviendo como anteriormente. Las *Fisalias* ó *Sifonóforos*, son colonias flotantes merced á una gran cámara neumática, de forma variable y de cuya cara interior penden individuos diversos á modo de ten-

Un caracter importante de los Equinodermos es la presencia por la calcificación del tejido conjuntivo sub-cutáneo, de un caparazón más ó menos móvil y aún rígido; en unos, son corpúsculos calizos, en otros, un verdadero esqueleto dérmico formado por piezas unidas como las vértebras y que merced á la inserción que prestan á numerosos músculos, permiten el movimiento de los brazos de las *estrellas de mar*; mientras que en los *erizos*, el esqueleto es completamente inmóvil y los radios se terminan en el polo por cinco placas *ocelares* y los inter-radioes por otras cinco *genitales*. Los apéndices están representados por espinas de forma muy diversa y móviles y los *pedicelarios*, especie de pinzas de dos, tres ó más ramas. Están provistos de un sistema de vasos aquíferos (*fig. 139*) en donde penetra el agua del mar á

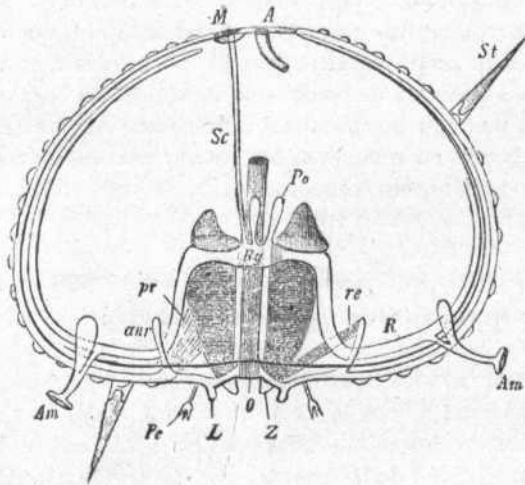


Fig. 139)—Esquema de la organización de un *Erizo de mar*. O, boca; Z, dientes; L, labios; re, retráctores, y pr extensores del aparato dentario ó linterna; Rg, vaso circular y R, vaso radial del aparato ambulacral; Am, pies ambulacrales; Po, vaxículas de Poli; Sc, canal pétreo; M, placa madreporica; St, espina; Pc, pedicelario; A, ano.

través de un canal llamado pétreo, siendo dependencia de este sistema los pies locomotores, especie de tubos eréctiles que se terminan por una ventosa.

Tienen un tubo digestivo muy desarrollado y ordinariamente un aparato de masticación en la boca, *linterna de Aristóteles*. El sistema circulatorio se compone de una red de vasos formando un anillo alrededor del esófago; de este vaso parten cinco canales que se dirijen á los radios; la sangre es un líquido claro, ligeramente coloreado. No se encuentran órganos especiales para la respiración, pudiendo servir para el cambio de gases todas las superficies del cuerpo. El sistema nervioso está formado por un collar ó anillo nervioso, del cual parten cinco troncos; se han descubierto órganos del tacto así como también ojos situados en el polo anterior. La reproducción es principalmente sexual; la separación de sexos es la regla, y muchos de ellos poseen en alto grado la facultad de reproducir partes de su cuerpo que han perdido, como brazos, nervios etc.

Todos los equinodermos viven en el mar, moviéndose lentamente, y nutriéndose de animales marinos y de algas.

2—División. Indicaremos únicamente las principales clases.

Equinodermos de forma estrellada. . *Asteroideos*

Id. id. esférica. . *Equinoideos*

Id. id. cilíndrica. *Holoturioideos*

Cucumaria

Clase primera.—*Asteroideos*

1—Especies principales. Las *estrellas de mar* están caracterizadas por la forma pentagonal ó estrellada de su cuerpo, llevando pies locomotores solo en la parte inferior; los radios son de ordinario muy desarrollados mientras que los inter-radios permanecen cortos. Sobre la cara dorsal el esqueleto es coriáceo, mientras que en la ventral, está el esqueleto perfectamente constituido, lo cual permite tener á los brazos una gran movilidad, y merced también á la acción de poderosos músculos. La boca está colocada en la cara ventral y el ano puede faltar. Son los que mejor reproducen las partes destruidas, pues no solamente los brazos pueden ser reemplazados, sino que el disco todo entero se reproduce en la extremidad de un brazo destacado.

Clase segunda.—*Equinoideos*.

1—Especies principales. Las placas del esqueleto dérmico se reúnen para formar un caparazón sólido, desprovisto de brazos y pudiendo ser más ó menos regular; son los llamados vulgarmente *erizos de mar*, de forma hemisférica generalmente, con la boca en la cara ventral y rodeada de espinas y pedicelarios, y á veces tubos branquiales ramificados. Viven principalmente en la proximidad de las costas, y se nutren de pequeños animales; muchos poseen la propiedad de abrir agujeros en las rocas.

Clase tercera.—*Holoturioideos*.

1—Caracteres y especies principales. Denominados por los



Fig. 140)—*Cucumaria*—T, tentáculos arborescentes estrellados. Af, tubos ambulacrales.

pescadores *cohombros de mar*, se asemejan á los Gusanos por su forma cilíndrica. Los tegumentos no son tan consistentes como en los grupos anteriores, sino que permanecen blandos y coriáceos. Tienen tendencia á la simetría bilateral y los pies locomotores existen principalmente en la cara inferior, y alrededor de la boca poseen una serie de tentáculos (fig. 140) que están en relación con el sistema acuífero; en otros faltan los pies locomotores y los movimientos están principalmente bajo la dependencia de la envoltura músculo-cutánea.

Las Holoturias viven en la proximidad

de las costas, en las aguas poco profundas y se mueven arrastrándose lentamente. Algunas tienen la propiedad curiosa de arrojar fuera su tubo digestivo y reproducirle de nuevo. Otras dividen su cuerpo fácilmente en varias partes.

TIPO IV.—GUSANOS

1—Generalidades. *Animales de simetría bilateral; cuerpo no anillado ó formado de segmentos semejantes y desprovistos de miembros articulados.*

El cuerpo blando de estos animales adaptado para vivir en sitios húmedos, es casi siempre alargado, plano ó cilíndrico, anillado ó no, sirviendo esta forma de carácter diferencial en su división. Se distingue una cara dorsal y otra ventral, moviéndose sobre esta el animal; también sobre esta cara se encuentra de ordinario la boca así como el orificio sexual. Los dos primeros anillos se reúnen para constituir una región que es un esbozo de la cabeza de los Artrópodos y que lleva la boca, el cerebro y los órganos de los sentidos; los segmentos siguientes son semejantes aún cuando algunos en ocasiones presentan alguna modificación.

La piel en los Gusanos ofrece una consistencia muy diversa. Se distingue desde luego una capa interior que funciona como matriz, formada por células nucleadas y encima y superficialmente la *capa cuticular ó epidermis*, que se presenta en unos escesivamente delgada, mientras que en otros adquiere un espesor considerable. Esta capa da lugar á diversas producciones como pestañas vibrátiles, ganchos, espinas, cerdas, etc; por último esta epidermis puede transformarse en una especie de esqueleto dérmico que limita la movilidad de la envoltura músculo-cutánea, convirtiéndose en una serie de anillos, análogos á los de los Artrópodos y unidos entre sí por delgadas bandas cutáneas; el sistema glandular está también muy desarrollado. La capa inmediatamente debajo de la epidermis que es el *dermis*, está formada por gran número de músculos longitudinales y otros anulares, formando una envoltura *músculo-cutánea*, que juega un papel muy importante en la locomoción. Como diferenciaciones particulares de esta envoltura, hay que considerar las *ventosas*, tan frecuentes en los Gusanos parásitos, así como los rudimentos de pies, *parápodos*, que se desarrollan principalmente sobre la cara ventral.

La organización interna de los Gusanos varía extraordinariamente. En los que viven en los jugos orgánicos de los animales superiores, el aparato digestivo entero puede faltar (á consecuencia de atrofia); cuando este existe, la boca está situada en la extremidad anterior del cuerpo, sobre la cara ventral y el ano en la posterior ó en su proximidad sobre el dorso; desde luego se distingue un esófago musculoso, un intestino gástrico y un intestino terminal. Bajo su forma más simple el sistema nervioso se compone de un ganglio impar, colocado en la extremidad anterior del cuerpo y encima del esófago; mas rara vez constituye un anillo nervioso alrededor de este conducto; los nervios que parten del ganglio se distribuyen por los órganos de los sentidos y dos gruesos troncos se dirigen hacia atrás. En los Gusanos

mejor organizados, al collar esofágico se une una cadena ventral que presenta de trecho en trecho dilataciones ó ganglios.

Los órganos de los sentidos consisten en apéndices particulares de los tegumentos (*cerdas táctiles*) ó bien, son tentaculiformes y situados sobre la cabeza (*cirros*) y destinados á apreciar sensaciones táctiles; los órganos auditivos son menos repartidos, consisten en *vesículas auditivas* colocadas sobre la cabeza; los ojos son simples manchas oculares ó bien se añaden cuerpos refringentes.

El sistema circulatorio falta en algunos, en este caso el líquido nutricio penetra por endósmosis á través de la envoltura del cuerpo y la sangre embebe los tejidos; en otros, este sistema llega á un alto grado de desarrollo y se distinguen dos vasos, uno dorsal y otro ventral, unidos por otros transversales, todos pulsátiles; en este caso, la sangre es casi siempre coloreada, en algunos casos por la presencia de glóbulos sanguíneos.

Casi siempre la envoltura del cuerpo sirve á la respiración, pero en ciertos Anélidos se encuentran branquias filiformes, apendiculadas á los parapodos. Los órganos excretores están muy desarrollados, son canales de grosor variable que corren á lo largo del cuerpo, rellenos de un líquido acuoso que encierra granulaciones y que desembocan por uno ó varios orificios; nacen en la cavidad visceral en forma de embudo y suelen desempeñar otras funciones, como es el transportar los productos sexuales al exterior.

Al lado de la reproducción sexual, la asexual por gemmación y escisiparidad se halla muy repartida, principalmente en las formas inferiores; unos son hermafroditas y otros tienen los sexos separados. Casi todos sufren metamorfosis que en algunos se convierten en una generación alternante, cuyas fases son caracterizadas por los diferentes medios en que viven, así como por la alternancia de la vida parasitaria y de la vida libre.

El género de vida de estos animales es en general muy inferior; unos viven parásitos en los órganos de otros animales, mas rara vez en la superficie de sus tegumentos; otros viven libremente en la tierra húmeda y entre el cieno; los más elevados en organización en las aguas dulces y saladas.

2 División. Se dividen en las cuatro clases siguientes:

Gusanos planos..	Platelmintos.								
Gusanos cilíndricos; cuerpo anillado ó no anillado. . .	<table> <tr> <td>Cuerpo no segmentado.</td><td>Nematelmintos.</td></tr> <tr> <td>Cuerpo segmentado.. .</td><td> <table> <tr> <td>Sin aparato de rotación.</td><td>Anélidos.</td></tr> <tr> <td>Con aparato de rotación.</td><td>Rotíferos.</td></tr> </table> </td></tr> </table>	Cuerpo no segmentado.	Nematelmintos.	Cuerpo segmentado.. .	<table> <tr> <td>Sin aparato de rotación.</td><td>Anélidos.</td></tr> <tr> <td>Con aparato de rotación.</td><td>Rotíferos.</td></tr> </table>	Sin aparato de rotación.	Anélidos.	Con aparato de rotación.	Rotíferos.
Cuerpo no segmentado.	Nematelmintos.								
Cuerpo segmentado.. .	<table> <tr> <td>Sin aparato de rotación.</td><td>Anélidos.</td></tr> <tr> <td>Con aparato de rotación.</td><td>Rotíferos.</td></tr> </table>	Sin aparato de rotación.	Anélidos.	Con aparato de rotación.	Rotíferos.				
Sin aparato de rotación.	Anélidos.								
Con aparato de rotación.	Rotíferos.								

Clase primera.—Platelmintos.

1—Generalidades. Los Gusanos que componen esta clase son los de organización más simple. La mayor parte son parásitos ó viven en el cieno y en el agua, bajo las piedras. Su cuerpo es más ó menos aplastado y en ocasiones se observan estrangulaciones transversales que les dividen en una serie de segmentos que forman parte integrante de un animal simple, ó bien,

pueden separarse y llevar una vida independiente; estos segmentos son resultado de un acrecentamiento ligado á la reproducción y no indican una organización superior como en el caso de los Anélidos. Su organización es bien sencilla; puede faltar el tubo digestivo, así como los vasos sanguíneos y los órganos respiratorios; en cambio los órganos excretores están muy desarrollados. El sistema nervioso está reducido á uno ó dos ganglios, muchos poseen manchas oculares simples, más rara vez, vesículas auditivas.

Son casi siempre hermafroditas y su desarrollo presenta metamorfosis unidas á la generación alternante.

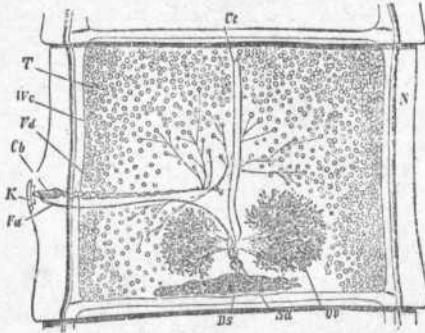


Fig. 141)—Proglotis de la *Tenia mediocanellata*. Ov, ovario; Ds, glándula de albúmina; Sd, glándula productora de la sustancia caliza que envuelve los huevos; Ut, útero; T, vesículas testiculares; Vd, canal deferente; Cb, cámara del cirro; K, seno genital; Va, vagina; N, cordón nervioso; We, canal acuífero.

2—Especies principales.

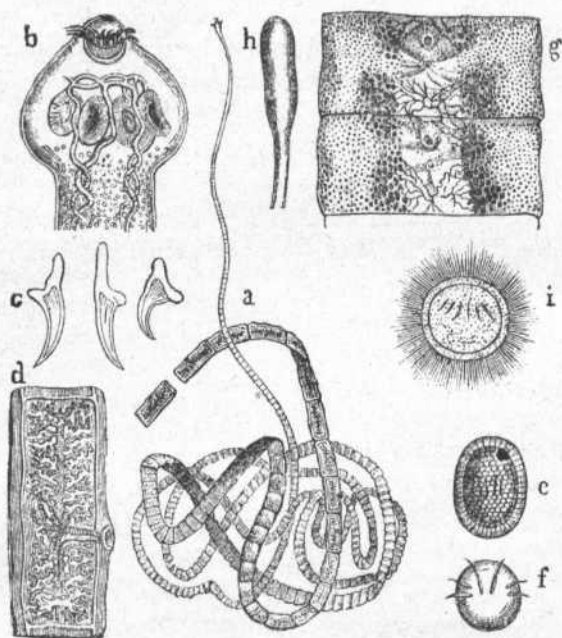
Como especies importantes de este grupo, tenemos, las *Tenias* ó *solitarias*, pertenecientes al orden de los *Céstodos* y que viven parásitas en el tubo digestivo de los vertebrados, reconocibles por su cuerpo acintado, y generalmente anillado, denominándose cada uno de los segmentos que componen la cinta, *proglotis* (Fig. 141) y cuya individualidad es subordinada á la del cuerpo del animal entero, al cual, se le considera únicamente como individuo. La parte anterior más estrecha, puede fijarse por su extremidad ensanchada, llamada *cabeza*, logrando esto por medio de una fuerte armadura

cefálica compuesta de ganchos, ventosas ó trompas. La porción del cuerpo que sigue á la cabeza designada bajo el nombre de *cuello*, presenta las primeras trazas de segmentación; los anillos van haciéndose cada vez más anchos á medida que se alejan de la cabeza, de manera que los últimos son los que alcanzan mayor tamaño; cuando han llegado á la madurez se separan y viven durante algún tiempo aislados.

A esta conformación exterior tan simple corresponde idéntica organización interna. La capa músculo-cutánea está muy desarrollada, lo cual permite la gran contractilidad de las proglotis. El sistema nervioso está formado por dos cordones laterales que se reúnen en la cabeza. Los órganos de los sentidos faltan, así como el aparato digestivo y en cambio el aparato excretor toma un gran desarrollo. El genital muestra también una segmentación correspondiente á la de las proglotis; cada una de estas posee sus órganos genitales, macho y hembra.

Los huevos de los *Céstodos* (fig. 142) tienen una forma redonda ú oval y envueltos por una ó varias capas, conteniendo un embrión armado de cuatro ó seis ganchos y cuya transformación en gusano acintado no tiene lugar en el mismo medio, desarrollándose en especies de animales diferentes por emi-

graciones activas ó pasivas. Los huevos desprendidos con las proglotis de la *Tenia*, son diseminados en el estiércol, sobre las plantas ó sumergidos en el agua y de aquí pasan con los alimentos al estómago de animales herbívoros



(Fig. 142)—a, *Tenia solium*; b, su cabeza; c, ganchos de la corona aislados; d, proglotis. e, huevo muy aumentado; f, embrión recién salido del huevo; g, proglotis del *Botriocephalus latus*; h, su cabeza; i, huevo pestañoso del mismo.

ú omnívoros. Las envolturas del huevo habiendo sido destruidas por la acción del jugo gástrico, los embriones se encuentran libres y por medio de los ganchos de que están provistos, atraviesan las tunicas del tubo digestivo y pasan á los vasos sanguíneos en donde son arrastrados por la sangre y conducidos á órganos muy diversos (hígado, pulmones, músculos, etc.); entonces pierden sus ganchos, se envuelven en un quiste de tejido conjuntivo y se transforman en una gruesa vésicula de contenido líquido y pared contractil y sobre cuya pared se desarrollan uno ó varios *cysticercos*, á veces en número considerable, hasta llegar á afectar el volumen de la cabeza de un hombre; el *cysticercos* debe ser conducido al tubo digestivo de otro animal para que la cabeza se transforme después de la separación de la vésicula caudal en un gusano acintado que se fija por medio de su armadura cefálica en la pared del aparato digestivo. Así, son principalmente los carnívoros, insectívoros y omnívoros en los que se encuentran diversas especies de Céstodos; los que principalmente se hallan en el hombre, son: las *Tenias*, *T. solium*, *T. mediocanellata*, el *Botriocephalus latus*, el mayor de los gusanos parásitos del hombre, pudiendo tener hasta 30 piés de longitud. También se encuentran accidentalmente en el mismo algunos *Distómidos*.

Clase segunda.—Nematelminfos.

1—Generalidades. Su cuerpo, nunca anillado, es cilíndrico, á veces filiforme y en general atenuado en sus dos extremos; los parápodos faltan siempre, pero en cambio poseen órganos de defensa ó de fijación como ventosas. La envoltura muscular está muy desarrollada lo que les permite tener movimientos de reptación análogos á los de las serpientes. El aparato circulatorio y los órganos de la respiración faltan; existe el sistema nervioso y las formas no parásitas tienen ojos simples; la sensibilidad táctil tiene su asiento en la extremidad anterior del cuerpo. Unos poseen canal digestivo y falta en otros y los órganos excretores son muy variados.

Casi todos tienen los sexos separados y se desarrollan directamente ó por metamorfosis. La mayor parte son parásitos durante toda la vida ó bien en ciertos periodos solamente.

2—Especies principales. Los *Ascaris*, con la especie *A. lumbricooides*, llamadas lombrices intestinales, viven en el intestino delgado del hombre. El *Trichocephalus dispar* en el colon del mismo.

La *Trichina spiralis*, cuyas hembras comienzan á producir embriones ocho días después de su llegada al tubo digestivo. Los embriones atravesando la pared intestinal llegan á los músculos estriados (fig. 143) y en el interior de una dilatación sacciforme de la fibra muscular se transforman al cabo de quince días en pequeños gusanos arrollados en espiral alrededor de los cuales se forma un quiste elipsoidal (fig. 144) á expensas de la substancia



(Fig. 143)—Porción de un músculo
lleno de triquinas enquistadas
(tamaño natural).



(Fig. 144)—Parte del trozo anterior
vista al microscopio.

muscular degenerada; en estos quistes pueden permanecer durante algunos años y si vienen á ser comidos con la carne del huésped en que están enquistadas por algún animal de sangre caliente, se desembarazan del quiste por la acción del jugo gástrico, y sus órganos genitales llegan á un estado de madurez completa; dos ó tres días después se unen machos y hembras y producen una nueva generación que emigra en el interior del mismo animal. El huésped natural de la triquina es la rata que no desdeña los cadáveres de individuos de su propia especie y en los que la triquinosis se transmite de esta suerte de generación en generación. Accidentalmente los cadáveres

de ratas atacadas de esta enfermedad son comidos por los cerdos, siendo causa de esta terrible enfermedad que puede acarrear la muerte,

La *Filaria*, gusano de Medina, que vive en el tegido subcutáneo del hombre en las comarcas tropicales del Antiguo-Mundo.

Clase tercera.—Anélidos.

1—Generalidades El cuerpo, ya aplastado, ya cilíndrico, de los Anélidos presenta ordinariamente una segmentación homónoma, abstracción hecha de los segmentos cefálicos; el terminal lleva el ano y da lugar á nuevos segmentos durante el desarrollo del gusano. Existen órganos locomotores particulares, (fig. 145) ya bajo la forma de parápodos situados en



(Fig. 145)—*Arenicola piscatorum*.

los anillos ó de ventosas en las extremidades del cuerpo. A la boca situada en la extremidad anterior, sigue un esófago musculoso, provisto de un aparato masticador poderoso y que puede ser invertido hacia fuera á la manera de una trompa; al esófago sigue un intestino terminando en el ano. El sistema nervioso se compone de un ganglio cerebroide supra esofágico y una cadena gangliionar abdominal; además existe un sistema nervioso visceral ó simpático. Los órganos de los sentidos son representados por manchas oculares, vexículas auditivas y filamentos táctiles. Casi siempre existe también un aparato vascular distinto hasta llegar en ciertos casos á ser completa-



(Fig. 146)—*Hirudo troetina*.

mente cerrado, faltando casi siempre los órganos de la respiración. Los órganos excretores se repiten por pares en cada anillo.

Unos son hermafroditas y otros unisexuales. Muchas especies ponen sus huevos en sacos particulares y en capullos; el desarrollo es entonces directo sin metamorfosis; los marinos sufren una metamorfosis más ó menos completa. Viven en parte en la tierra y otros en el agua nutriéndose frecuentemente de alimentos de origen animal; varios son ocasionalmente parásitos.

2—Especies principales. En esta clase figuran las lombrices de tierra, *Lumbricus*, muy beneficiosas al agricultor, pues por las galerías que

Lumbricus

abren en los terrenos les hacen sueltos. Las *sanguijuelas*, con mandíbulas poderosas y un apéndice en forma de cuchara; forman el género *Hirudo* (Fig. 146) con las especies *medicinalis*, *officinalis*, etc., de uso bien conocido. La *sanguijuela borriquera*, *Hæmoptis*, que se adhiere á la faringe de los caballos, burros y aún del hombre.

Clase cuarta.—Rotíferos

1—Caracteres. Los Rotíferos son Gusanos que presentan una segmentación muy desigual, pudiendo dividirse su cuerpo ordinariamente en dos partes, una anterior, que encierra las vísceras y otra posterior formada por dos láminas opuestas como las de una pinza y que juegan el papel de un pie móvil haciendo progresar al animal ó le permiten fijarse sobre cuerpos extraños. Un caracter importante es la presencia en la extremidad anterior de un aparato pestañoso, frecuentemente retractil al cual se le ha dado el nombre de *órgano de rotación* á causa de su semejanza con una rueda en movimiento.

Los sexos son separados y notables por un dimorfismo muy pronunciado; los machos muy pequeños y de organización sencilla y las hembras mucho más grandes.

Los Rotíferos habitan principalmente en las aguas dulces, procurándose el alimento por medio del aparato de rotación; muy pocos son parásitos.

TIPO V.—ARTRÓPODOS

1—Generalidades. *Animales de simetría bilateral compuestos de segmentos heterónomos llevando apéndices articulados ó miembros; provistos de un cerebro y de una cadena ganglionar abdominal.*

El caracter más esencial que distingue á los Artrópodos de los Anélidos es la presencia en aquellos de apéndices articulados que les permite la locomoción y los movimientos tan variados que poseen, como el salto, el vuelo, etc., mientras que en estos ya vimos que son puramente movimientos de reptación producidos por la envoltura muscular. El gran desarrollo de los miembros como órganos locomotores está necesariamente ligado á la diferenciación de los anillos y á la transformación del tegumento externo en esqueleto rígido para poder prestar apoyo á los poderosos músculos.

En general el cuerpo presenta tres regiones distintas; la *cabeza*, el *tórax* y el *abdomen*. La cabeza encierra el cerebro, lleva los órganos de los sentidos y las piezas de la boca; los miembros de esta región son de ordinario transformados en antenas y órganos bucales. El tórax, cuyos anillos suelen soldarse, es perfectamente distinto de la cabeza y lleva los miembros esencialmente locomotores. El abdomen compuesto de anillos bien distintos es generalmente desprovisto de miembros y si estos existen, no solo sirven para la locomoción, sinó también para la respiración, copulación ó destinados á llevar los huevos.

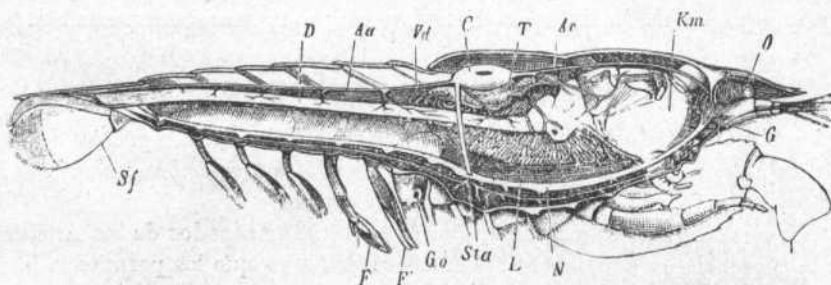
La piel como en los Anélidos, consta de dos capas, la externa es quitinosa y rígida endureciéndose por el depósito de sales calizas y está provista de

varias clases de apéndices; esta cubierta sufre, principalmente cuando es joven el animal, varias mudas.

La organización interna se asemeja también a la de los Anélidos. El sistema nervioso se compone de cerebro, collar esofágico y una cadena ventral presentando ganglios de trecho en trecho; también se encuentra un sistema nervioso visceral ó simpático. Los ojos son los órganos de los sentidos más extendidos, pudiendo ser sencillos y pequeños (*estemmas*) ó grandes y formados por numerosas córneas (*ojos con facetas ó compuestos*); los órganos auditivos también son frecuentes, consistiendo en vesículas con *otolitos*; órganos del gusto y del tacto también se han encontrado.

El aparato digestivo ofrece un grado de conformación muy variable; así como el aparato respiratorio y el de la circulación; se encuentra casi siempre un *vaso dorsal* animado de contracciones rítmicas y que sirve de centro de impulsión. La respiración en los que viven en el agua es desempeñada por ciertos apéndices de los miembros denominados *bránquias*, pero en los que tienen vida aérea se halla localizada en tubos internos arborescentes rellenos de aire denominados *traqueas* ó en láminas huecas (*pulmones*).

La reproducción es sexual ofreciendo casi siempre los machos y las hembras un dimorfismo muy marcado, sobre todo en algunos Crustáceos parásitos.



(Fig. 147)—Corte longitudinal del Cangrejo de río (*Astacus fluviatilis*).—C, corazón; Ac, aorta cefálica; Aa, aorta abdominal; Sta, arteria esternal; Km, molleja; D, intestino; L, hígado; T, testículo; Vd, conduco deferente; Go, orificio genital; F, F', los dos primeros pleópodos transformados en órganos copuladores; G, cerebro; N, cadena ganglionar; O, ojo pedunculado; St, placa lateral de la aleta caudal.

2—División. Pueden dividirse en las clases siguientes:

Respiración branquial, generalmente acuáticos.	Crustáceos.						
Respiración traqueal ó pulmonar.	<table> <tr> <td>Con cuatro pares de patas.. . . .</td><td>Arácnidos.</td></tr> <tr> <td>Con más de tres pares de patas.</td><td>Miriápodos.</td></tr> <tr> <td>Solo tres pares de patas.</td><td>Insectos.</td></tr> </table>	Con cuatro pares de patas.. . . .	Arácnidos.	Con más de tres pares de patas.	Miriápodos.	Solo tres pares de patas.	Insectos.
Con cuatro pares de patas.. . . .	Arácnidos.						
Con más de tres pares de patas.	Miriápodos.						
Solo tres pares de patas.	Insectos.						

Clase primera.—Crustáceos.

1—Caracteres. Un caracter muy general consiste en el gran número de apéndices, pudiendo servir todos, incluso los de la cabeza, para la locomoción. Esta región se suelda con el tórax constituyendo un céfalo-tórax, y también el abdomen puede estar confundido con este.

El caparazón toma bastante consistencia, á lo que alude el nombre de la clase, y muy frecuentemente existe un repliegue cutáneo que, partiendo de la cabeza, recubre todo el cuerpo, ofreciendo muchas veces, sobre todo cuando se incrusta de sales calizas, un aspecto semejante á las conchas de algunos moluscos. (Fig. 147).

La cabeza lleva ordinariamente dos pares de antenas que funcionan como órganos de los sentidos; la boca está formada por un par de mandíbulas fuertes, destinadas á la masticación y que llevan un palpo mandibular; los dos apéndices siguientes se denominan maxilas, aún relacionadas con la digestión, pero que se asemejan ya bastante á las verdaderas patas ó torácicas, en que las anteriores concurren á la prehensión de los alimentos y se denominan patas maxilas; su número es variable y las posteriores destinadas á la locomoción y de forma muy distinta, suelen terminar en pinzas, ganchos, etc., pero que no han sido tan modificadas como las abdominales exclusivamente locomotrices, destinadas al salto, á la natación, respiración, etcétera.

La organización interna no es menos variada que la forma exterior. Casi todos tienen los sexos separados y presentan muy marcado el dimorfismo sexual y en la mayoría el desarrollo está complicado por metamorfosis que algunas veces son regresivas. En algunos se han observado fenómenos de partenogénesis. Casi todos los Crustáceos son carnívoros; muchos chupan los humores de los animales sobre los que viven parásitos. Comprende gran número de grupos y especies, de los cuales citaremos como más principales los siguientes:

2—Entomostráceos. Tienen los ojos generalmente sentados y nunca son movibles; los pies torácicos están dispuestos para respirar, y casi siempre también para la natación, ya por ser laminosos, ya por estar provistos de apéndices filiformes.

Entre las especies más notables de este grupo, están los *percebes*, confundidos durante mucho tiempo con los moluscos por ofrecer un manto calcificado que se asemeja en algo á la concha bivalva de estos, estando constituida por varias piezas. El animal se fija siempre por la cabeza, pero en las *Lepas* (fig. 148) sale fuera del caparazón bajo la forma de un largo pedúnculo. Por la abertura del manto pueden salir las patas. El abdomen se termina por un largo cirro sirviéndole al macho de órgano copulador. Son hermafroditas.

Viven en el mar y se fijan sobre cuerpos extraños como rocas, conchas, sobre la piel de las ballenas, etc., reunidos en



(Fig. 148.—*Lepas*, cuya valva derecha ha sido levantada. C, carina; Te, tergum; Sc, scutum; Mk, cono bucal; F, furca; P, pene; M, músculo aductor.

colonias; algunos tienen la propiedad de perforar las conchas y los corales, los menos viven parásitos sobre otros crustáceos.

Las *Daphnias* ó *pulgas de agua*, son pequeñas especies que se encuentran en las aguas dulces estancadas, y su natación consiste en una especie de saltos que dan dentro del líquido, deprimiendo rápidamente sus antenas.

Como especies fósiles de este grupo, tenemos los *Trilobites*, (fig. 149) que tenían su cuerpo dividido transversalmente en muchos anillos casi iguales y á lo largo, en tres partes, por dos líneas hundidas que hay en el dorso. Todas las especies son fósiles y del periodo paleozoico.



(Fig. 149).—*Trilobites*
Calymene Blumenbachi

3—Hedriofthalmos. Tienen los ojos sentados, la cabeza distinta del tórax, y este provisto de patas dispuestas para la locomoción. Entre las especies más importantes de este grupo, se encuentran las *cochinillas de la humedad*, *g. Oniscus*, que habitan de preferencia en los parajes húmedos, y que pueden arrollarse formando una especie de bola.

4—Podoftalmos. Los ojos están insertos sobre pedúnculos articulados y móviles, y la cabeza confundida con el tórax. Las *esquilas ó galeras*, *g. Squilla*, tienen las branquias al descubierto y situadas sobre los apéndices abdominales; el primer par de pies torácicos muy desarrollado y dispuesto para la prehensión de los alimentos. Son muy frecuentes en el Mediterráneo. Los *camarones*, *Palæmon*, cuyo céfalo-tórax se prolonga anteriormente en un pico muy comprimido y aserrado. Los *cangrejos de mar y de río*, *g. Astacus*. Los primeros se encuentran en el Mediterráneo y en el Océano, muy estimados por su carne antes de la puesta, así como también la del segundo, *A. fluviatilis*, muy abundante en todos los ríos de Europa. Las *langostas de mar* (fig. 150) que habita durante el invierno á grandes profundidades y á principios de primavera se acerca á las costas, sobre todo de fondo pedregoso, para verificar la puesta; su carne es muy estimada, y por esto en ciertos puntos en que abunda, se hace de ella un gran comercio, exportándola para diferentes países.

Como especies muy curiosas de éste grupo, están las pertenecientes al *g. Pagurus* llamados vulgarmente *ermitaños*, *soldados ó centinelas*. Tienen el abdomen cubierto por una piel blanda, impropia para defenderle, lo que obliga á sus especies á buscar un caracol abandonado por el animal que lo formó y que sea capaz de contenerle; cuando por haber crecido demasiado no pueden ya estar contenidos en el caracol que les sirve de vivienda van en busca de otro para abandonar el antiguo, y esta costumbre es la que ha influido en las denominaciones que se les dá.



(Fig. 150).—Langosta de mar

Todas éstas especies de los Podofthalmos, son pertenecientes al grupo de los *Macruros*, así llamados, porque su abdomen es grande y terminado por una aleta caudal. Existe otro grupo, el de los *Braquiuros*, cuyos representantes tienen el abdomen pequeño y replegado debajo del céfalo-tórax y que vulgarmente se les denomina *centollas* y *meyas*.

Lección 62^a

Clase segunda.—Arácnidos.

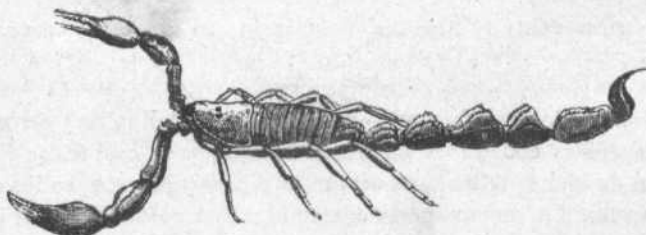
1—Caracteres. Los Arácnidos presentan grandes variaciones en la forma general del cuerpo. La cabeza y el tórax se hallan siempre confundidos constituyendo un céfalo-tórax y el abdomen es casi siempre dilatado y no segmentado, unido al céfalo-tórax por un corto pedículo. La cabeza es desprovista de antenas y en la boca presentan un primer par de apéndices que se denominan *quelíceros* cuando terminan en pinza didáctica y *garras* cuando son simplemente encorvadas, y un segundo par de apéndices ó mandíbulas que llevan un palpo maxilar terminándose por una pinza ó por una uña; los cuatro pares de miembros torácicos siguientes sirven para la locomoción.

Su organización interna, es la general de los Artrópodos con ligeras variantes, siendo la respiración siempre aérea, pudiendo verificarse por tráqueas ó por unos órganos en forma de sacos denominados *pulmones*.

Casi todos los Arácnidos se nutren de materias animales líquidas, rara vez de jugos vegetales. Las formas inferiores son parásitas; las de gran talla y de organización elevada, capturan la presa viva y poseen glándulas venenosas para matarla. Un gran número tejen finísimas redes, *telas de araña*, por medio de las cuales capturan animales vivos. La mayor parte permanecen ocultas durante el día y salen á la caída de la tarde para cazar.

2—División en Ordenes. De los ordenes en que se divide esta clase solo estudiaremos los *Escorpiones*, *Arañas* y *Acaros*.

3—Escorpiones. Estos curiosos *Arácnidos* poseen quelíceros y los palpos maxilares terminan en pinzas. El abdomen muy largo unido en toda su anchura al céfalo-tórax, se divide en un pre-abdomen cilíndrico, compuesto de siete segmentos y un post-abdomen muy estrecho, vuelto hacia arriba, terminándose por un aguijón acerado provisto de dos glándulas venenosas.



(Fig. 151).—Alacrán ó escorpión.

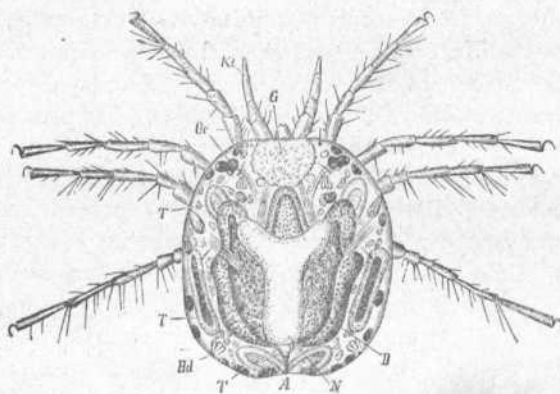
La respiración se efectúa por medio de cuatro sacos pulmonares.

Los escorpiones viven en las regiones cálidas y solo salen al crepúsculo, corriendo con el post-abdomen vuelto por encima del dorso; capturan sus

presas por medio de las pinzas de los palpos, y los matan con el veneno que vierten en la herida; algunas especies llegan á tener una talla considerable y pueden herir mortalmente al hombre. Es muy común en los países meridionales de España la especie conocida con el nombre de *alacrán* (fig. 151) que produce en el hombre picaduras acompañadas durante varias horas de fuertes dolores, pero incapaz de producir la muerte.

4—Arañas. Están provistas de garras que contienen glándulas venenosas, los palpos maxilares son pediformes y el abdomen pediculado. El ano está rodeado de cuatro ó seis mamelones denominados *hileras*, por donde se verifica la secreción de la seda que es una substancia viscosa que se endurece rápidamente y forma hilo, con el cual, las arañas tejen sus redes con ayuda de las uñas de las patas.

Todas las arañas cazan presas vivas chupándoles los líquidos orgánicos. Los medios que emplean para capturarlas son muy varios y ponen de manifiesto instintos muy desarrollados; las arañas vagabundas no tejen redes y atacan á los insectos saltando sobre ellos, como los *Alguacilillos*; otras, aun cuando corren velozmente, también facilitan la caza tejiendo redes en las cuales se mueven con mucha destreza mientras que otros animales se dejan prender facilmente; las telas son muy diferentes y confeccionadas con una habilidad variable, pues mientras unas son delgadas y formadas de hilos extendidos irregularmente, otras son más sólidas y extendidas horizontal-



(Fig. 152).—Macho adulto del *Atax Bonzi*, visto por su cara dorsal. *Kz*, palpos maxilares; *G*, cerebro; *Oc*, ojo; *T*, testículo; *N*, glándula; *D*, intestino; *A*, ano; *Hd*, glándulas cutáneas.

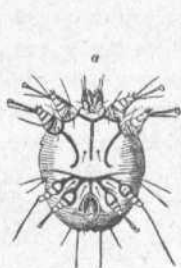
mente ó bien verticales y formadas por hilos, unos radiantes y otros concéntricos y dispuestos con una regularidad notable y en casi todas ellas en la proximidad de dichas redes se observan orificios tubulosos en los cuales se oculta la araña. La mayor parte cazan al crepúsculo ó durante la noche, sin embargo hay especies como las vagabundas que salen á sus correrías con la fuerza mayor del sol.

Además de los *Alguacilillos* ya citados, merecen mencionarse; las arañas domésticas, la *Mygale*, común en España y que forma su vivienda en los parajes arenosos, formando tubos con su tapadera; las *tarántulas* de gran

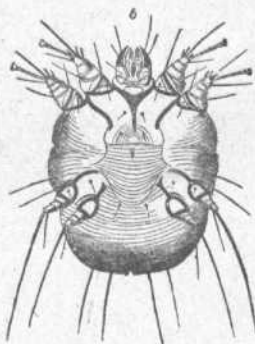
tamaño que se encuentran también en nuestra Península y que han adquirido celebridad por los efectos de su picadura y por los medios necesarios para curarla.

5—Acaros. El cuerpo de estos animales es generalmente pequeño é inarticulado (fig. 152); la cabeza, tórax y abdomen, están confundidos en una masa común; las piezas de la boca están muchas veces dispuestas para picar ó chupar. Tienen respiración traqueal. Muchos son parásitos sobre animales y sobre plantas; otros viven en libertad.

Son pertenecientes á este orden, las *garrapatas*; andan errantes por el suelo y sus hembras se fijan sobre los mamíferos y el hombre, chupando la sangre en tal cantidad que su cuerpo adquiere un volumen relativamente enorme. Bajo los trópicos se encuentran garrapatas de gran talla que suelen ser parásitos muy molestos. El *Sarcoptes scabiei* (figs. 153 y 154) especie que



(Fig. 153)—Macho del (*Sarcoptes scabiei*), A-rador de la sarna, visto por la cara ventral.



(Fig. 154)—Hembra de la misma especie vista por la cara dorsal.

produce la *sarna*, y cuya hembra atraviesa la epidermis practicando galerías en uno de cuyos extremos vive, causando por sus picaduras una desazón muy grande. Otros originan sobre los vegetales *agallas*, como el *Phytoptus vitis* sobre la vid.

Clase tercera.—Miriápodos.

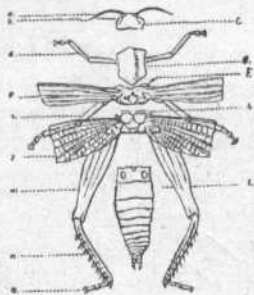
1—Caracteres y especies principales. La cabeza de los Miriápodos muy semejante á la de los Insectos lleva un par de antenas, los ojos, y dos ó tres pares de mandíbulas. El cuerpo que sigue á la cabeza se compone de un número variable de segmentos casi iguales, siendo imposible determinar el límite entre el tórax y el abdomen; cada anillo suele llevar dos pares de patas. Todos respiran por tráqueas que reciben el aire del exterior por orificios practicados en los segmentos.

Son representantes de este grupo, los *cardadores*, que viven en los terrenos arenosos debajo de las piedras y también á veces en las cortezas de los árboles y arrollándose cuando se ven sorprendidos. Los *cien-piés* ó *escolopen-*

dras que tienen un género de vida análogo á los anteriores, apoderándose de otros animales por medio de un aparato venenoso de que están provistos.

Clase cuarta.—Insectos.

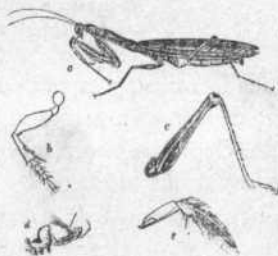
1—Generalidades. El cuerpo de los Insectos se encuentra netamente dividido en tres partes, cabeza, tórax y abdomen. (fig. 155). La cabeza, que



(Figura 155)—Dérmatos esqueleto del Saltamonte. a, antenas; b, ojos; c, cabeza; d, primer par de patas; e, protorax; f, mesotorax; g, primer par de alas; h, metatorax; i, segundo par de patas; j, segundo par de alas; l, abdomen; m, muslo; n, tibia; o, tarso.

forma una caja sólida, lleva las antenas, cuya forma varía muchísimo no siendo exclusivamente órganos del tacto, si que también sirven para transmitir impresiones olfativas; los ojos pueden ser sencillos ó compuestos, y las piezas bucales son varios pares de apéndices más ó menos modificados según hayan de servir para la masticación, succión, para picar y lamer. La segunda región es el tórax, que se compone de tres segmentos, *protorax*, *mesotorax* y *metatorax*, llevan los tres pares de patas y cuatro alas. Las patas, compuestas de un número variable de partes y cuya conformación varía según el modo de locomoción y los distintos usos á los cuales se prestan, (fig. 156) así es que las hay

dispuestas para andar, correr, nadar, saltar, y otras en fin para cavar y como órganos de prehensión. Las alas, propias del insecto adulto y que rara vez faltan, se dividen en *anteriores*, que corresponden al mesotorax y *posteriores* al metatorax, son delgadas láminas transparentes y muy delicadas, recorridas por líneas salientes de consistencia quitinosa que se denominan *nervios* ó *costillas*, presentando diferencias numerosas los dos pares en cuanto á su conformación, pues las anteriores pueden ser como *apergaminadas* ó *córneas*, no sirviendo entonces para el vuelo y sí para proteger el cuerpo, denominándose entonces *elitros*; si los dos pares permanecen membranosos, su superficie se recubre de escamas en forma de polvo ó se marca en ellas perfectamente la red de nervios. Se encuentran ejemplos de alas rudimentarias ó de ausencia completa, sea en los dos sexos, ó de ser uno solo, generalmente en las hembras. La tercera región, ó sea el abdomen, está desprovisto de miembros y formada de anillos separados por membranas blandas y cuya disposición le permite poder contraerse ó dilatarse; muy frecuentemente los segmentos



(Fig. 156)—Diferentes formas de patas en los Insectos. a, patas prehensoras del *Mantis*; b, pata corredora del *Carabus*; c, pata saltadora del *Acridium*; d, cavadoras del *Grillotalpa*; e, nadadoras del *Dytiscus*.



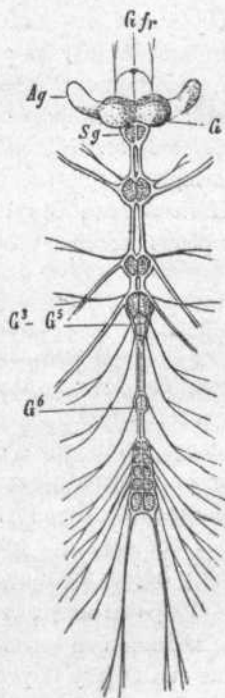
(Figura 157)—Aparato digestivo de la Abeja. *Sp*, glándulas salivares; *Oe*, esófago y buche; *Re*, tubos de Malpighi; *R*, recto; *GDr*, glándula productora del veneno.

La reproducción de los insectos es sexual; los sexos están siempre separados, distinguiéndose perfectamente bien los machos de las hembras. El desarrollo espontáneo de huevos no fecundados ó partenogénesis, ha sido observado en numerosas especies. El desarrollo del embrión se efectúa casi siempre fuera del cuerpo de la madre á través de *metamorfosis*, durante las cuales, la forma, organización, el género de vida, pueden ser muy distinto á los del animal adulto, lo que justifica en cierto modo las antiguas denominaciones de metamorfosis *incompletas* y *completas*. En el primer caso, el paso de *larva* al de insecto *perfecto*, solo está marcado por las varias *mudas* que sufre, por el desarrollo de las alas y de los órganos genitales. La metamorfosis completa está caracterizada por una fase intermedia de *pupa* ó *ninfa*, durante la cual, el animal se halla en reposo completo y no toma alimento; además, las larvas en este caso difieren del animal adulto por sus costumbres, modo de nutrirse, forma y organización general; parece como si una repetición del estado embrionario se precisase para el desarrollo de todos los órganos.

Sus costumbres son muy diversas; toda clase de sustancias, animales ó vegetales, frescas ó en descomposición, les sirven de alimentos y las

posteriores presentan una conformación especial por consecuencia de la presencia de apéndices como *oviscaptos*, *taladros*, etcétera, que sirven á la cópula y á la puesta de los huevos.

El aparato digestivo (fig. 157) está bien desarrollado, no así el circulatorio, pues está casi reducido á un vaso dorsal. Los productos de los aparatos secretores son muy variables, pues unas glándulas segregan olores fuertes, otras cera, seda y veneno. La respiración se efectúa por medio de tráqueas cuyas numerosas ramificaciones están repartidas por todo el cuerpo, recibiendo provisión de aire por unas aberturas denominadas *estigmas*. Algunos Insectos tienen la facultad de emitir sonidos particulares y es de suponer existan por consiguiente vexículas auditivas.



(Fig. 158)—Sistema nervioso de la *Coccinella*.

plantas son especialmente expuestas á los ataques de los Insectos ó de sus larvas, pudiendo considerarse algunos como muy nocivos para el hombre y otros en cambio beneficiosos ó casi necesarios. Los actos instintivos en estos animales son á veces maravillosos; reducido á su más simple expresión, este instinto se revela en las precauciones que toma el Insecto para depositar sus huevos en sitios convenientes, al mismo tiempo que almacena materiales que han de servir de alimento á sus larvas, pero lo más admirable es que algunos como los Hymenópteros se ocupan de la educación de su progenie y nutren ellos mismos sus jóvenes larvas con alimentos preparados. En este caso, los individuos se reúnen en gran número formando *Estados*, basados en la división del trabajo entre diferentes miembros, machos, hembras y neutras.

2—División. Divídense los Insectos en los órdenes siguientes:

Ortópteros. Con piezas bucales dispuestas para masticar; dos pares de alas distintas; metamorfosis incompletas.

Arquípteros. Con piezas bucales dispuestas para masticar; alas membranosas frecuentemente retículas; metamorfosis incompletas

Neurópteros. Con piezas bucales dispuestas para masticar; alas membranosas y reticuladas; metamorfosis completas.

Hemípteros. Insectos con pico articulado dispuesto para picar; protórax ordinariamente libre; metamorfosis incompletas.

Dípteros. Con piezas bucales dispuestas para picar y chupar; alas anteriores membranosas, las posteriores casi nulas; metamorfosis completas.

Lepidópteros. Piezas bucales transformadas en una trompa enrollada en espiral; cuatro alas semejantes; metamorfosis completas.

Coleópteros. Masticadores; alas anteriores transformadas en élitros; metamorfosis completas.

Himenópteros. Masticadores y lamadores; cuatro alas membranosas con muy pocos nervios; metamorfosis completas.

ORDEN I.—ORTÓPTEROS

1—Caracteres. Se caracterizan principalmente por tener la cabeza gruesa, con los órganos mandibulares dispuestos para la masticación. Las alas anteriores son casi siempre apergaminadas y las posteriores plegadas á lo largo, el abdomen casi siempre se termina en las hembras por un largo ovíscapo; tienen metamorfosis incompletas.

En muchos de ellos, los machos pueden emitir sonidos, cuyo objeto no parece ser otro que atraer á las hembras. La mayor parte se nutren de frutas y hojas; algunos solamente de materias animales.

2—Especies principales. Se incluyen en este orden: las *tijeretas*, cuyo abdomen se termina por unos apéndices en forma de tenazas y acerca de las cuales hay la preocupación, completamente falsa, de que se introducen en la oreja para taladrar el tímpano. Las *cucarachas* ó *correderas*, que abundan muchísimo en algunas casas y que comunican á las substancias de que se nutren un olor fétido. Los *Mantis* ó *frailecillos*, con las patas ante-

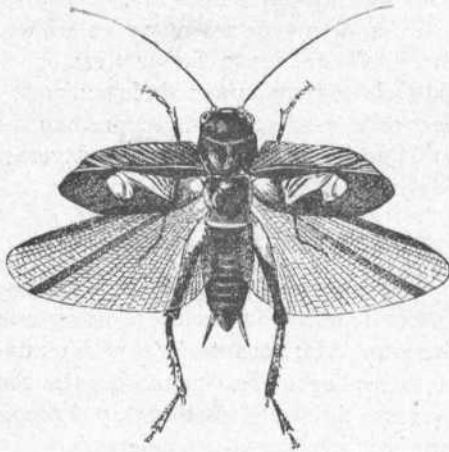
riores dispuestas para la prehensión. El *alacrán cebollero* (fig. 159) con las patas protorácicas dispuestas para cavar y abriendo mediante ellas conduc-



(Fig. 159)—Alacrán cebollero (*Gryllotalpa vulgaris*).

tos subterráneos en donde establece su vivienda. Es animal nocturno y desde el anochecer se oye al macho producir una estridulación muy sostenida frotando sus élitros.

Los grillos (fig. 160), cuyo macho produce un sonido interrumpido á dife-



(Fig. 160)—Grillo común (*Gryllus campestris*).

rencia del anterior, frotando los élitros, habita en conductos verticales que abre en la tierra. Las langostas, cuyas hembras están provistas de ovíscapto; sus pies posteriores muy desarrollados les permiten dar grandes saltos y al mismo tiempo suelen hacer uso de las alas. El género *Acridium*, cuyas especies son las denominadas saltamontes, tienen grande analogía con los anteriores y pueden producir sonidos, lo cual verifican doblando la piedad sobre el muslo y pasándola rápidamente sobre los élitros á manera de arco de violin.

A este género casi exclusivamente, pertenecen los individuos que constituyendo á veces legiones inmensas, devastan los países en que paran, destruyendo toda vegetación y reuniéndose después para ir á otro punto donde causan el mismo extrago; el *Stauronotus maroccanus* ó langosta, con las alas transparentes y una cruz amarilla sobre el protórax, es la especie más común en España. El daño que producen es grande y no se conoce medio eficaz de oponerse á su multiplicación, aún cuando se ha indicado, el introducir puercos después de labrar los terrenos, porque gustando mucho de los huevos destruyen una cantidad considerable de ellos.

ORDEN II.—ARQUIPTEROS

1—Caracteres. Grupo cuyas especies son muy parecidas á las de los Neurópteros pero que se distinguen por las metamorfosis. El cuerpo es alargado y el abdomen se termina por apéndices caudales en forma de estiletes

ó de filamentos. Las alas, cuando existen, son delicadas, membranosas y finamente reticuladas.

2—Especies más importantes. Las especies más interesantes de este orden, son las siguientes: Las *Lepismas* y *Poduras*, sin alas, insectos muy ágiles, que habitan en las hendiduras de la madera, debajo de las piedras, en los hormigueros, etc. Los *Termes* ú *ormigas*, blancas, que viven en sociedades compuestas de individuos de diferentes suertes; los individuos sexuados son alados y los neutros se dividen, en soldados encargados de la defensa común y las obreras. Algunas especies viven en Europa, pero la mayor parte habitan el Africa y América en donde son temidas á causa de los estragos que ocasionan. Unos se establecen en el interior de los árboles, practicando galerías y no dejado al exterior más que una ligera capa; pero lo más general es que hagan en tierra sus nidos, de forma cónica y cilíndrica, muy resistentes y sin abertura alguna en la parte exterior; en la interna hay varios conductos y cavidades en los que establecen sus almacenes, viviendas, etc., teniéndolo todo dispuesto en el mayor orden y regularidad.

Las *Ephemeras*, con cuerpo esbelto y blando, cuyas larvas viven en el fondo de las aguas claras, y en el estado adulto tienen una vida fugaz, no tomando alimento. Se las ve al anochecer en el estío volar en grandes bandadas y á la mañana siguiente aparecer el suelo cubierto con sus cadáveres. Los *caballitos del diablo* son muy análogos á los anteriores.

ORDEN III.—NEURÓPTEROS

1—Caracteres. Los Neurópteros tienen una gran semejanza con las especies del orden anterior. Los dos pares de alas son membranosas y casi iguales, con una red de nervios muy pronunciada; las anteriores no son nunca elitroidales y las posteriores, jamás se repliegan. Las piezas bucales son dispuestas para la masticación. Las antenas filiformes y setáceas, y el protórax siempre libre y móvil. Las metamorfosis son siempre completas.

2—Especies principales. Como única especie curiosa de este orden, citaremos la *hormiga león*, cuya larva vive en los sitios arenosos practicando agujeros en forma de embudo, y en cuyo fondo está escondida, permaneciendo en acecho á que pase otro cualquier insecto y rueda por las paredes movedizas del agujero, lanzándose sobre él, y chupándole los líquidos mediante sus mandíbulas; si alguna vez no cae con prontitud el insecto que dió en la trampa, acelera su caída arrojándole con sus mandíbulas gran cantidad de arena.

ORDEN IV.—HEMÍPTEROS

1—Caracteres. Sus piezas bucales están dispuestas en forma de pico articulado ó chupador (*fig. 161*). Las alas faltan algunas veces y otras las anteriores son mitad córneas y la otra mitad membranosa ó bien, ambas semejantes. Un gran número de especies producen un olor repugnante que es debido á la secreción de una glándula. Se nutren de jugos vegetales ó animales, que se procuran por medio de estiletes acerados que contiene su

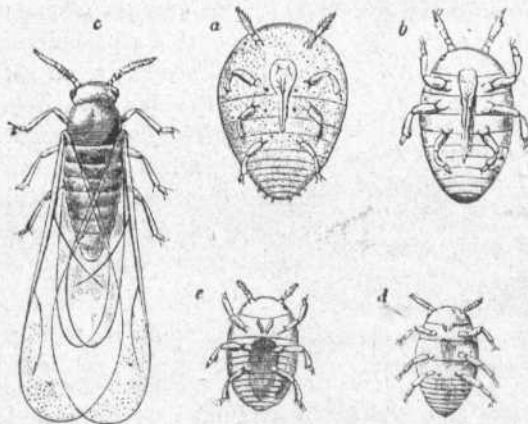
rostro. Muchas especies por su aparición en gran número son perjudiciales á las plantas, otras viven parásitas sobre los animales.

2—Especies más importantes.

Entre estas tenemos; las *cochinillas*, cuyas hembras son ápteras y los machos alados, permaneciendo las primeras inmóviles con el pico introducido en el parénquima de las plantas y protegiendo los huevos hasta después que se ha desecado su cuerpo. Un gran número son perjudiciales; otras constituyen una fuente de riqueza por la producción de *cochinilla*, ó porque su picadura provoca la salida de ciertos jugos vegetales, como la *goma laca*, que una vez desecada es utilizada en la industria. Los *pulgones*, cuyas especies viven parásitos sobre las partes tiernas de las plantas, ocasionándoles graves daños cuando son muy numerosos; en ambos sexos hay en la parte posterior del abdomen dos tubos, uno á cada lado, por cuyo extremo libre sale un líquido

(Fig. 161)—Aparato bucal del *Escorpión de agua*. *Lr*, labio superior; *Ul*, labio inferior ó rostro; *Md*, mandíbula; *Mx*, maxila.

azucarado, á que son muy aficionadas las hormigas, por lo que van á los vegetales atacados por los pulgones, en busca del alimento que apetecen; en casi todos ellos hace ya tiempo se ha observado la partenogénesis, como en la *filoxera*, *Phylloxera vastatrix*, (fig. 162) perteneciente á este grupo. Hem-



(Fig. 162).—Filoxera (*Phylloxera vastatrix*).

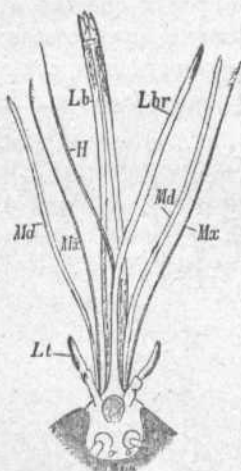
bras ápteras depositan en invierno huevos bajo la corteza de la vid, naciendo en primavera formas que continúan ápteras y suben sobre las hojas produciendo agallas; éstas por partenogénesis pueden dar lugar á numerosas generaciones cuyos individuos descienden á las raíces originando nudosidades, que también á su vez por partenogénesis dan lugar á varias generacio-

nes. Las formas aladas no se desarrollan hasta el final del estío que son también hembras ágamas que se reproducen por partenogénesis facilitando la propagación de la especie y de las que nacen huevos de dos clases; de los más gruesos hembras, de los pequeños, machos, los unos y los otros desprovistos de tubo digestivo. La *chicharra común* ó *cigarra*, que se nutre de las partes tiernas de los vegetales y por su picadura produce sobre ciertas plantas líquidos dulces, que se endurecen, formando el *maná* usado en farmacia.

También como pertenecientes á este orden debemos citar los *píjos*, *ladillas* y *piojillos* de las aves, que ponen sus huevos llamados *liendres*, de forma piriforme, en la base de los pelos y plumas, alimentándose casi siempre con sangre; y la *chinche*, animal nocturno, que durante el día se mantiene oculta en las rendijas de las paredes, muebles, etc, y por la noche sale de sus escondrijos y trepa hasta el techo para dejarse caer sobre su víctima; la saliva que deposita en la herida que hace, produce una ligera inflamación, la cual advierte la presencia del insecto.

ORDEN V.—DÍPTEROS

1—Caracteres. El caracter principal de este orden y de donde proviene el nombre que se le ha dado, es el tener rudimentarias las alas posteriores y transformadas en dos filamentos terminados por un botón ó *balancines*;



(Fig. 163).—Aparato bucal del *Culex nemorosus*. Lbr, labio superior; Lb, labio inferior ó trompa; Lt, palpos labiales; Md, mandíbulas; Mx, maxilas; H, hipofaringe.

las anteriores bien desarrolladas son membranosas y transparentes. La cabeza es libre y móvil y las antenas casi siempre pequeñas. Las piezas de la boca forman una especie de *trompa* ó *chupador* (fig. 163) mediante el cual aspiran los jugos de que se alimentan, y en algunos las mandíbulas están bien desarrolladas, siendo un arma terrible. Las metamorfosis son completas. Muchos producen al volar un zumbido especial producido por las vibraciones de diferentes partes del cuerpo. Las larvas se alimentan casi todas ellas de sustancias orgánicas en descomposición, contribuyendo á hacer que desaparezcan los focos de infección y sobre todo por ser muy fecundas, lo que hizo decir á un célebre naturalista, que dos moscas consumían un caballo con más prontitud que un león.

2—Especies principales. Como pertenecientes á este orden y muy dignas de conocerse, son las siguientes especies: Los *mosquitos*, cuyas larvas son acuáticas y respiran por tubos que sacan á la superficie; se alimentan de jugos azucarados y de la sangre de diferentes mamíferos, atacando con preferencia á los que, como el hombre, tienen delgada la piel. Son insectos

nocturnos, que se hacen notar por un zumbido agudo. Las picaduras que causan son muy dolorosas por su saliva que es muy irritante, y abundan sobre todo en América y Norte de Europa.

Las *pulgas*, que se encuentran con abundancia en las camas de los gatos y perros; para transformarse en ninfa, hilan un capullo muy fino y al poco tiempo pasan al estado perfecto. Se conocen varias especies que se alimentan de la sangre de los mamíferos y aves; la común es la que con más frecuencia vive á espensas del hombre; la *nigua*, se introduce debajo de la piel, pudiendo llegar á producir fatales consecuencias, ocasionando la gangrena.

Los *tabanos*, especies de gran tamaño que se alimentan de la sangre de ciertos inamíferos, causándoles heridas de las que corre sangre en abundancia; producen sin embargo poco dolor sus picaduras y sin inflamación alguna; sus larvas son espinosas. El género *Astrus*, cuyas larvas, denominadas *reznos*, viven como parásitas sobre animales, unas veces dentro del tubo digestivo, en las fosas nasales ó debajo de la piel, permaneciendo así hasta que terminan su primer período y entonces abandonan el lugar en que estaban; no toman alimento en el estado último, y luego que ha tenido lugar la cópula, se ocupa la hembra en perseguir á los rumiantes y solípedos para depositar los huevos. También las hay que atacan al hombre, hecho comprobado en América, son las que se desarrollan debajo de la piel y dan origen á tumores. Las *moscas*, *Musca*, género numerosísimo en especies y cuyas larvas se alimentan de substancias orgánicas en descomposición; la *M. vomitoria* ó *moscón*, entra con frecuencia en las habitaciones. La *mosca borriquera*, de color pardo claro, jaspeada de amarillo, atormenta mucho á los solípedos y rumiantes, colocándose cerca del ano y otros puntos donde la piel no es muy gruesa.

Entre los dípteros exóticos, es notable el *zezé*, propio de Africa y cuya picadura es mortal para todos los animales domésticos, menos las cabras; así es que las tribus de aquellos países, cuando llevan sus rebaños de unos puntos á otros, no atraviesan los distritos donde saben vive el *zezé*, sino durante los crepúsculos y en las noches de luna, pues el insecto es diurno; su picadura no produce al hombre sino un dolor semejante al que ocasiona la de un mosquito; pero los camellos, bueyes, caballos, ovejas, etc., picados por él, principian á enflaquecer y mueren al cabo de pocos días.

ORDEN VI.—LEPIDÓPTEROS

Sección 65ª
I—Caracteres. La cabeza de estos insectos goza de una gran movilidad; las antenas son muy variadas y las piezas bucales están transformadas en una trompa arrollada en espiral, destinada á conducir á la boca el nectar aspirado por los movimientos del esófago. Las alas se distinguen por un revestimiento más ó menos completo de pelos en forma de escamas colocadas como las tejas en un tejado y que es la causa de los bellos dibujos y coloraciones tan variadas de estos órganos. Las patas son débiles y delicadas. Sus larvas designadas bajo el nombre de *orugas*, poseen piezas bucales conformadas para la masticación, nutriéndose principalmente de substancias

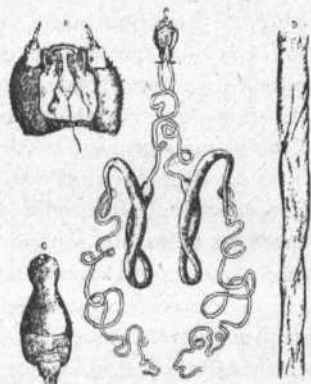
vegetales y poseen tres pares de patas seguidas de otras falsas hasta en número de cinco. Se fijan antes de pasar al estado de *crisálidas*, en sitios abrigados hilando capullos, de donde salen después de algunas semanas ó al año siguiente en primavera, en estado de insecto alado; estos, viven muy poco tiempo y mueren después de haber hecho la puesta. Los estragos que algunas especies de orugas hacen sufrir á los bosques y á las plantas cultivadas, son felizmente menores, gracias á la encarnizada guerra que les hacen algunas otras especies de insectos, como también los pájaros.

2—Especies más importantes. Unas son diurnas, de cuerpo pequeño y alas verticales durante el reposo. Están revestidas de colores brillantes y sus orugas tienen siempre diez y seis patas, y, muy pocas, forman capullo para transformarse en crisálidas. Entre ellas tenemos las *mariposas de la col*, *Pieris*, que suelen alimentarse de las crucíferas, y á veces se multiplican tanto que causan grandes daños en las huertas.

Otras son crepusculares, tienen las alas horizontales durante el reposo y sus orugas tienen también diez y seis patas; muchas forman un capullo de seda que fijan sobre los vegetales que han vivido. Especie típica de este grupo es la llamada *mariposa de la muerte ó calavera*, aludiendo á un dibujo que presenta en el tórax, algo semejante á una calavera; esto, unido á la hora del día en que se la ve volar, y al ruido que produce, ha hecho que sea objeto de pavor entre el vulgo, que la tiene por nuncio de desgracias.

Por último, el grupo de las nocturnas tiene las alas horizontales durante el reposo. Casi todas vuelan después que se ha ocultado el sol, por lo que sus colores no ofrecen por punto general la brillantez que se observa en las primeras; las larvas suelen tener menos de diez y seis patas y casi todas hilan un capullo de seda. A este grupo pertenecen las especies mayores del orden conocidas en Europa, como el *pavón nocturno*. El *gusano de seda*, *Bombyx mori*, de color blanquecino, es originario de la China, de donde lo introdujeron en Europa dos monjes que habían ido á la India á predicar el Evangelio.

El *gusano* ó larva nace de los huevos ó *simiente* y para ello es preciso experimenten cierto grado de calor y con este objeto se colocan pequeñas estufas; luego que han avivado, rompen los gusanos las cubiertas que los protegían y se colocan sobre ellos pliegos de papel que agujerean y por donde pasan las orugas que son entonces muy pequeñas é inmediatamente principian á comer, devorando gran cantidad de alimento; en este estado sufren varias *dormidas* ó sean mudas de piel y entonces se manifiestan inquietas,



(Figura 164.—Aparato secretor de la seda. A, aparato visto en conjunto; B, cabeza del gusano vista por debajo para que pueda observarse la hilera y un trozo de hilo de seda que por ella sale; C, hilera con el orificio de salida hacia abajo; D, hilo de seda muy amplificado.

cesan de comer y van en busca de un sitio apropiado para construir su capullo, lo cual hacen fijando á los cuerpos próximos varias hebras de seda, (fig. 164) se coloca en medio y dá principio á la construcción de su capullo; á los tres ó cuatro días de haberlo concluido se transforma en Crisálida, en cuyo estado permanece unas tres semanas, al cabo de las que se convierte en Mariposa rompiendo el capullo, y como lo que se utiliza es este sin romper se precisa matar las crisálidas. Para aprovechar la seda es necesario después hilarla, nombre que se dá á la operación de reunir los hilos de varios capullos, disolviendo por el agua caliente la materia glutinosa que los tiene pegados, y devanándolos en una máquina apropiada. Hasta hace poco ha constituido una industria floreciente en España, principalmente en las provincias orientales y meridionales, pero en nuestros días se ve el gusano atacado de una terrible enfermedad, para la cual todos los remedios propuestos no han surtido el efecto deseado.

Las *geómetras*, así llamadas por Linneo, á causa de que sus orugas, al caminar, se asemejan á un compas que vá midiendo el terreno.

Los *pyralis*, cuyas orugas tienen la propiedad de andar con la misma facilidad hácia atrás que hácia adelante; viven unas veces de las hojas de los vegetales que reúnen en paquetes ó arrollan formando un tubo, y otras dentro de los frutos carnosos, en los que hacen galerías que tapizan de seda; á este género pertenece el *gusano de la vid*, que se alimenta de los pámpanos, y es causa de que algunos años se pierda la cosecha del vino.

Las *polillas*, que en el estado de larvas se alimentan de substancias animales, viviendo dentro de unos tubos. Varias especies son comunes por desgracia en toda Europa, destruyendo telas de lana, pieles, etc.; el medio más eficaz para destruirlas es exponer con frecuencia á la luz y al aire libre las telas atacadas.

ORDEN VII.—COLEÓPTEROS

1—Caracteres. El caracter principal de este orden sacado de la conformación de sus alas, consiste en que las anteriores son siempre córneas ó élitros, sirviendo de protección á casi todo el cuerpo y llegando á soldarse algunas veces por su borde interno y entonces el insecto no puede volar; las posteriores son membranosas, y plegadas á lo largo y al través, reposando horizontalmente sobre el abdomen. Las piezas de la boca son siempre dispuestas para roer y masticar. Las larvas son también masticadoras y se nutren de las mismas substancias que los insectos adultos; pueden ser vermiformes y ápodas; otras llevan además de los tres pares de patas torácicas, rudimentos de patas sobre los últimos anillos del abdomen.

2—Especies principales. Este orden es el más numeroso en especies y de ellas solo daremos á conocer las siguientes: Los *escopeteros*, que segregan un líquido que tiene la propiedad de volatilizarse con ruido y luz cuando lo arroja el animal, medio de que se valen para defenderse, repitiendo la explosión cinco ó seis veces, pues este gas es cáustico y quema la piel, y esta costumbre ha sido la causa del nombre que lleva vulgarmente.

Los *necróforos* ó *enterradores*, tienen un olfato muy fino y acuden con

prontitud al sitio donde se encuentra el cadáver de algún pequeño vertebrado; luego que hay reunidos varios, principian á cavar debajo, formando una fosa en la que cae por su propio peso el cadáver; depositan en él las hembras los huevos, para que las larvas que de ellos nazcan tengan la alimentación que les conviene, y lo cubren después todo con la tierra que sacaron.

Los *escarabajos pelceteros*, que acuden á los excrementos de los mamíferos, y construyen unas esferas á las que dan consistencia á fuerza de rodarlas, y les sirven de alimento como también á sus larvas; á cierta distancia del punto en que las formaron hacen un hoyo, donde las sepultan.

Los *gusanos de luz*, que presentan la particularidad de ser fosforescentes, principalmente en la época de los amores.

Las *cantáridas*, en que muchas de sus especies contienen un principio denominado *cantaridina*, el cual, introducido en el tubo digestivo, obra como un veneno activísimo; aplicado sobre la piel produce gran irritación y forma ampollas, por lo que entra como parte integrante en casi todos los vejigatorios; la especie común se la encuentra con abundancia en muchas provincias de España y habita en el fresno, sauco, madreselva, etc. descubriéndose fácilmente por un olor almizclado particular, fuerte y desagradable.

Las *carralejas* ó *aceiteras*, se las ve en las orillas de los caminos, arrastrando su vientre que suele ser enorme; deben su nombre á la mucha cantidad de aceite que arrojan por sus articulaciones, en las que abunda la *cantaridina*, y por esto tienen en la farmacia veterinaria el mismo empleo que las *cantáridas*.

Los *gorgojos*, son especies pequeñas que causan grandes perjuicios en los graneros mal cuidados por lo muchísimo que se multiplican; pero que es fácil de evitarlos removiendo con frecuencia el trigo ó arroz.

Existen otros géneros importantes como el *Galeruca*, *Haltica*, etc., que atacan á los árboles frutales, plantas, etc., causando graves daños. Es muy común en España la llamada vulgarmente *mariquita* ó *vaquita de S. Antón*, causando beneficios al hombre, si bien de una manera indirecta, por la destrucción de los pulgones tan perjudiciales á ciertas plantas.

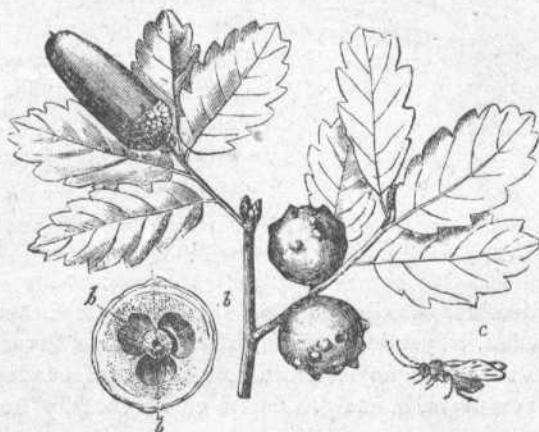
ORDEN VIII.—HIMENÓPTEROS

1—Caracteres. Son insectos de cuerpo esbelto, con la cabeza libre. Las piezas de la boca están dispuestas para la masticación y la succión, por estar provista de mandíbulas y una lengüeta en forma de trompa. El tórax forma una masa única, unido al abdomen por un estrecho pedículo; lleva los dos pares de alas que son membranosas, transparentes y con pocos nervios; faltando algunas veces sobre todo en las obreras en uno de los sexos. En las hembras el abdomen se termina por un taladro retractil ó por un aguijón venenoso. Los Himenópteros pueden volar durante largot tiempo y en consonancia con esto su sistema traqueal está muy desarrollado. Las larvas son ápodas y parásitas, sea en el cuerpo de otros insectos, ó bien viven en células incubatrices formadas de sustancias animales ó vegetales; la mayor parte cuando van á transformarse en crisálidas tejen una envoltura irregular ó un capullo formado de hilos de seda.

Sección 66.

2—Especies principales. Cuéntanse como pertenecientes á este orden los *Tentredinidos* é *Ichneumonidos*, cuyas larvas, parecidas á las de las mariposas, viven en las partes tiernas de los vegetales determinando el aflujo de ciertos líquidos ó produciendo agallas; algunas se desarrollan en el interior de otras larvas alimentándose del tejido adiposo subcutáneo, mostrando tal instinto, que no atacan los órganos esenciales á la vida, sino cuando están próximas á pasar al segundo estado.

Los *cinifes*, (fig. 165) son de pequeño tamaño y sus larvas viven sobre



(Fig. 165)—*Cinife* y *agallas*. *b*, agalla cortada, en cuyo interior se vé á la larva; *c*, insecto perfecto del *Cynips gallae-tinctoriae*.

varios vegetales produciendo las *agallas*, que son unas escrescencias de empleo medicinal é industrial que sirven para fabricar la tinta y teñir de negro.

Las *hormigas*, cuyos individuos forman numerosas sociedades, compuestas de machos, hembras fecundas, y otras estériles que son ápteres y las encargadas especialmente de la policía y administración de sus habitaciones ú *hormigueros*. Establecen estos con frecuencia debajo de tierra ó en lo interior de un tronco medio podrido, formando en el uno y otro caso, numerosos departamentos ó celdas, con galerías de comunicación, en que están las larvas, los alimentos, ó ellas mismas cuando no pueden salir. Las hormigas van todos los días, durante el buen tiempo, á recoger provisiones que necesitan, y las que quedan en la habitación se ocupan de dar de comer á las larvas, valiéndose para esto de un líquido particular que al parecer segrega el buche; su cariño á estas y á las ninfas es tal, que, cuando se destruye un hormiguero, lo primero que procuran es ponerlas en salvo, prescindiendo enteramente de los peligros que ellas mismas corren; también en los días buenos de primavera las cogen con sus mandíbulas y las colocan alrededor de la entrada del hormiguero para que tomen el sol, ocultándolas tan pronto como este se nubla. La cópula tiene lugar fuera del hormiguero, y las hembras después de haber sido fecundadas vuelven á él, ó son recogidas por las estériles perdiendo las alas. No permiten las hormigas que salgan de su

vivienda las hembras ya fecundadas, teniéndolas cautivas en una de las habitaciones y presentándolas diariamente el alimento necesario. Se ha confirmado que algunas que no construyen hormigueros, asaltan los de otras especies, y después de vencer la resistencia que le oponen sus habitantes, les roban las larvas y ninfas haciéndolas cautivas y viviendo ellas en la ociosidad.

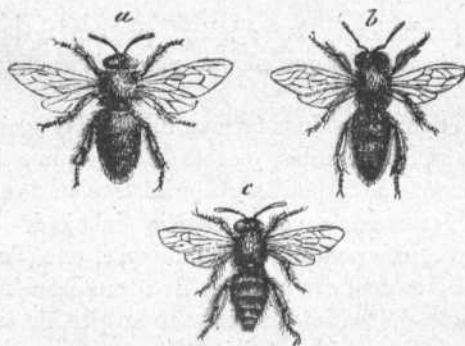
La avispa, (fig. 166) *vespa vulgaris*, establece su nido debajo de tierra y forma unos *panales* ó reunión de celdillas exágonas, cerradas en uno de sus extremos; cada una de las celdillas está destinada á servir de habitación á una larva. Durante el invierno perecen todos los machos y hembras estériles, quedando tan solo aletargadas algunas de las fecundas, que son las que en los primeros días de primavera hacen una puesta y recojen el polen para la alimentación de las larvas; todos los individuos



(Fig. 166)—*Vespa crabro*,

que nacen son hembras estériles, que se encargan inmediatamente del cuidado de la sociedad, trayendo alimento, educando á las larvas, ó reparando el avispero si ha sufrido algún deterioro. Las hembras fecundas no se ocupan ya más que en la puesta, la cual se repite varias veces, y de los huevos de las últimas proceden los machos y hembras fecundas.

La abeja (fig. 167) común forma sociedades numerosas compuestas de



(Fig. 167)—Abeja común (*Apis mellifica*). a, zángano; b, reina; c, obrera.

machos, hembras fecundas y otras estériles llamadas *obreras*. Se establece en las cavidades que ofrecen naturalmente los troncos de los árboles, las piedras, etc, ó en las que le proporciona el hombre, y á que se dá la denominación de *vaso* ó *colmena*. Sea cual fuere el sitio en que habiten, lo primero que hacen es tapar perfectamente todas las rendijas y agujeros por donde penetra la luz, excepto uno en la parte inferior, destinado á la entrada y salida de los habitantes y al que se dá el nombre de *piquera*. Pasan enseguida á construir los *panales*, que, como los de las avispas, están formados por

celdillas prismático-exágonas; los forman con una materia particular que recibe el nombre de *cera*, segregada por entre los últimos anillos del abdomen. Las hembras estériles son las encargadas de los trabajos y gobierno de la asociación, como también las únicas que producen la *cera* y la *miel*. Cuando tienen una cantidad suficiente de la primera, la extienden en placas de igual grueso y cortan con sus mandíbulas piezas de forma y magnitud conveniente para construir con ellas las celdillas. De estas, las superiores sirven de almacén; en ellas vierten la miel en la época de la recolección, y cuando están llenas del todo, les ponen una cubierta de *cera*, para impedir que se derrame el contenido. La miel les sirve de alimento, como también á sus larvas y procede de los jugos azucarados, que sufren en sus buches una alteración. Los panales de la parte inferior de la colmena, son los destinados á la cría de las larvas; en la época conveniente, la hembra fecunda, conocida con el nombre de *reina*, va depositando en ellos huevecillos, seguida de un numeroso cortejo de obreras que disponen todo lo necesario para que cuando nazca la larva encuentre ya el alimento conveniente. Suele esto tener lugar á los tres días, encargándose de su alimentación con una solicitud maternal; á los nueve días han adquirido ya su completo desarrollo y se preparan á transformarse en ninfas, hilándose un capullo sumamente ténue, y á los once pasan al estado perfecto. Como en las avispas, los machos y las hembras fecundas no nacen sino en una época del año bastante avanzada, y las abejas conocen de qué huevos han de salir unos y otras, así como también la *reina*, pues su celdilla es distinta de las demás.

En las sociedades que forma esta especie solo hay una reina ó hembra fecunda en cada colmena, y si resultan más, salen acompañadas de varias obreras constituyendo un *enjambre*. La fecundación de la reina tiene lugar pocos días después de haberse transformado; sale fuera de la colmena seguida de varios machos ó zánganos, y la cópula se verifica en el aire y terminada esta, vuelve la reina á su morada, de la que no sale á no ser que forme *enjambre*, siendo los zánganos muertos por las obreras, conociendo ya su inutilidad. Durante el invierno no se aletargan, y se alimentan de la miel que han depositado en las celdillas. Son notables también, la *abeja carpintera*, que deposita los huevos en unas celdillas que establece en los troncos secos de los árboles, separándoles por medio de tabiques que forma con el serrín y su saliva. Los *abejorros*, forman sociedades poco numerosas; todos ellos son fecundos y suelen establecer su nido debajo del musgo de las piedras; están cubiertos de pelo largo y espeso y adornados de vivos colores, dispuestos generalmente en fajas transversas.

Sección 6.^a

TIPO VI.—MOLUSCOS

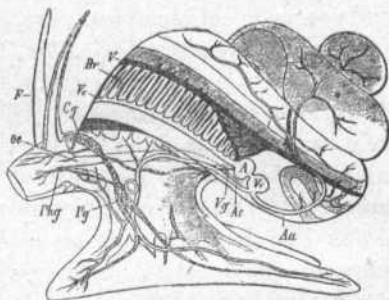
1—Generalidades. *Animales de simetría bilateral y no segmentados, recubiertos por una concha caliza, y con un aparato locomotor en forma de pie ventral.*

Los Moluscos presentan un cuerpo no segmentado y desprovisto de apéndices articulados, estando recubierto por una piel blanda y viscosa, sin

esqueleto motor, tanto interno como externo, y organizados para vivir en el agua; solo un pequeño número son terrestres y en este caso sus movimientos lentos y pesados, y en cambio las formas acuáticas, por la vivacidad y destreza en sus movimientos, atestiguan que este medio les es más favorable. La envoltura músculo-cutánea juega un papel muy importante en la locomoción, principalmente en su cara inferior ó ventral, constituyendo un órgano locomotor de forma variable designado con el nombre de *pie*. Por encima de este, la piel se engruesa constituyendo un repliegue cutáneo que envuelve el cuerpo en parte ó en totalidad, es el *manto*, cuya superficie externa segrega una materia caliza, muy rica en pigmento formando la *concha*, pudiendo ser esta *bivalva*, ó sea formada por dos valvas reunidas en el dorso por un ligamento y por partes entrantes de una que se ajustan á salientes de la otra ó sea la *gharnela*, y *univalva*, contorneada en espiral y atenuada hacia el vértice, presentando una abertura ó *boca* por donde puede salir el animal, tapada casi siempre por el *opérculo* que va adherido á la pared posterior del pie, de manera que cuando se retira el animal, viene á aplicarse justamente á la boca. En los Moluscos elevados, la parte anterior del cuerpo forma una cabeza más ó menos distinta y el resto, que constituye la masa principal del cuerpo, sufre muy frecuentemente en su porción posterior, una torsión en espiral; la cabeza va provista muchas veces de tentáculos y alrededor de la boca una serie de brazos dispuestos para la natación como también para la prehensión de los alimentos.



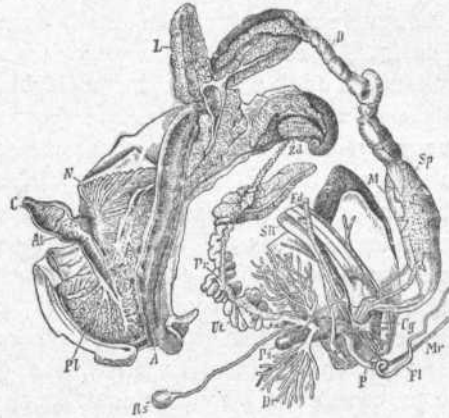
(Fig. 168)—Anatomía de la *Sepia*.
a, boca; b, músculos de la boca;
c, glándulas salivares; d, esófago;
e, hígado; f, estómago; g, tubo
intestinal; h, ganglio cerebroide;
k, cartilago craneal; l, ganglios pe-
dios; m, n ganglios viscerales;
o, manto.



(Fig. 169)—Sistema nervioso y aparato circulatorio de la *Paludina vivipara*. F, tentáculos; Oe, esófago; Cg, ganglio cerebroide con el ojo; Pg, ganglio pédio con el otocisto; Vg, ganglio esplánnico; Phg, ganglio faríngeo; A, aurícula; Ve, ventrículo; Aa, aorta abdominal; Ae, aorta cefálica; V, venas; Vc, vena branquial; Br, branquias.

La organización interna es muy variada. El sistema nervioso se compone de tres pares de ganglios, *cerebrales*, *pedios*, y *viscerales*, unidos entre sí por comisuras. El sentido del tacto tiene su asiento en lóbulos eclocados alrededor de la boca. La estructura de los ojos es casi siempre muy complicada y el órgano del oído se encuentra con frecuencia. Se distinguen en el tubo

digestivo tres partes netamente separadas, el esófago, que en su comienzo ó cavidad bucal va armado de un órgano masticador, denominado *radula*. El sistema vascular no está completamente cerrado, son lagunas llenas de sangre impulsada por un corazón por el intermedio de algunos vasos. Como órganos respiratorios poseen branquias, en forma de prolongaciones pestañosas de la piel, situadas entre el manto y el pié, y pulmones representados por la cavidad que queda entre el manto y la piel cuya superficie se encuentra



(Fig. 170)—Anatomía del *Caracol*. Cg, ganglio cerebroide; Sp, glándula salivar; M, estómago; D, intestino; L, hígado; A, ano; N, riñón; Al, aurícula; C, ventrículo; Pl, pulmón; Zd, glándula hermafrodita, rodeada por los lóbulos del hígado; Ed, glándula de albúmina; Pr, próstata; Vt, útero; Rs, receptáculo seminal; Dr, vexículas multifidas; Ps, saco del dardo; P, pene; Fl, flagelo; Mr, retractor del pene.

multiplicada por varios tabiques en donde se ramifican los vasos sanguíneos. La reproducción es siempre sexual.

La mayor parte de los Moluscos están organizados para vivir en el agua y principalmente en el mar; un pequeño número de especies solamente son terrestres, buscando en este caso siempre los sitios húmedos. La abundancia de especies fósiles explica la gran importancia de los Moluscos bajo el punto de vista paleontológico para determinar la edad de las formaciones sedimentarias.

2 - División. Se dividen en clases del modo siguiente.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| Sin cabeza, concha bivalva. | Lamelibranquios |
| Con cabeza. { | provista de tentáculos. Gastrópodos |
| | con brazos, llevando ventosas. . Cefalópodos |

Clase primera.—Lamelibranquios.

1—Caracteres. El caracter principal de esta clase está sacado de la conformación del manto y por consiguiente de la concha. Aquel, constituido por dos lóbulos cuyos bordes están más ó menos soldados, dejando siempre dos aberturas en la parte posterior, una superior que hace función de cloaca

y otra inferior ú orificio de entrada de la cavidad branquial; estas aberturas suelen estar prolongadas en dos tubos contráctiles denominados *sifones*. Respecto de la concha ya hemos hablado lo suficiente en las generalidades, réstanos solo indicar que la superficie externa ofrece relieves y dibujos muy variados, la interna es siempre lisa y nacarada. Casi todos son marinos, viviendo á diversas profundidades.

2—Especies principales. Entre las especies más notables, tenemos: las *ostras*, que viven en las costas de Europa sobre fondos rocosos, haciéndose de ellas un consumo inmenso por proporcionar un alimento sano, muy nutritivo y de fácil digestión. Las *conchas de los peregrinos*, también comestibles, y cuyo nombre alude á que adornaban las esclavinas con sus valvas los que iban en peregrinación á Santiago. Las *madreperlas*, objeto de una pesca muy activa, pues proporcionan el nacar, y las concreciones nacaradas que se encuentran en el espesor del manto ó pegadas á la superficie interna de la concha, llamadas *perlas*. Los *mejillones*, que se usan como alimento. Las *almejas de río*, viven en las aguas dulces, medio enterradas en el fondo y se las busca para comerlas. Las *almejas de mar*, son las más comunes y estimadas. Los *mangos de cuchillo*, con la concha alargada, viven enterradas en la arena á bastante profundidad. Las especies del género *Pholas*, que viven ocultas entre la arena, en las rocas, madera, etc., donde penetran haciendo que gire la concha sobre su eje y obre como un barreno; son comestibles casi todas. La *broma* ó *taraza*, ataca la madera de las construcciones navales, destruyéndola y no dejando más que una delgada capa en la superficie.

Sección 68ª

Clase segunda.—Gastrópodos.

1—Caracteres generales. En estos, la cabeza ya se presenta distinta y lleva ordinariamente dos ó cuatro tentáculos con ojos colocados en la extremidad de estos y más generalmente en la base. El pié musculoso está situado en la cara ventral, presentando numerosas modificaciones. El manto se levanta sobre el dorso como una especie de capuchón y encierra los órganos de la respiración; está recubierto por la concha contorneada en espiral y cuyo acrecentamiento sigue al del animal. El género de alimentación difiere bastante; unos son carnívoros y cazan animales vivos, llegando algunos á perforar las conchas de otros moluscos; otros en cambio, buscan de preferencia animales muertos y muchos se nutren de vegetales.

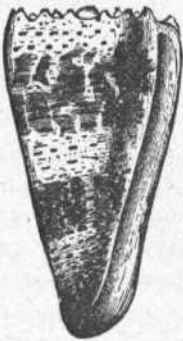
2—Especies más importantes. Como especies más importantes citaremos las siguientes. Los *limacos* ó *babosas*, casi desprovistos de dérmato esqueleto, estando toda la superficie del animal cubierta por una materia viscosa que segrega la piel y que van dejando en los cuerpos sobre que caminan. Son perjudiciales, pues se alimentan de las partes tiernas de las plantas, comunicando un sabor amargo desagradable á aquellas que han mordido. Los *caracoles comunes*, apreciados por algunos como un manjar sabroso y que causan también daños á las plantas, siendo temidos por los jardineros y hortelanos.

El género *Purpura*, presenta una glándula cuyo líquido, cuando se oxida cambia su color verdoso en el de púrpura tan apreciado de los Romanos. El *Strombus*, llegando á alcanzar algunas especies gran tamaño. Las *Cypreas* (fig. 171), cuya concha es muy brillante y adornada de colores vivos y

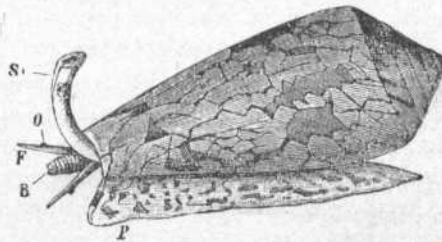


(Fig. 171)—*Cyprea tigris*

dibujos agradables han llamado la atención desde muy antiguo. Las *liebres de mar*, con dos tentáculos semejantes á las orejas de un mamífero, arrojan por los bordes del manto un líquido de color purpúreo oscuro, con el que enturbian el agua cuando se creen en peligro. Las *orejas de mar*, tienen la concha nacarada interiormente y cerca del borde una serie de agujeros. Los *conos*, con la concha en forma de cono invertido, provistos de brillantes colores que les hacen ser empleados como objeto de adorno; habitan principalmente en los mares intertropicales. (Figs. 172 y 173).



(Fig. 172)—*Conus imperialis*.



(Fig. 173)—*Conus textile*. B, trompa; Si, sifón, F, tentáculo; O, ojo; P, pie.

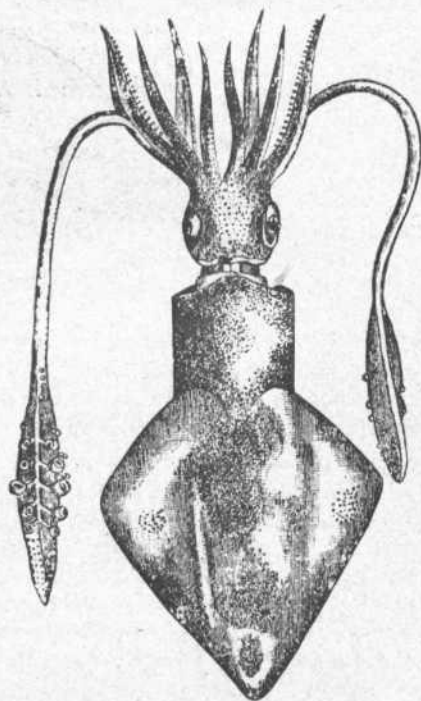
Clase tercera.—Cefalópodos.

1—Generalidades. Tienen cabeza bien manifiesta, en la cual se encuentran, perfectamente desarrollados, una corona de brazos cefálicos provistos de ventosas. Muchos son completamente desnudos, otros poseen una concha interna rudimentaria, un pequeño número solamente tienen una concha externa en espiral. El dermis de los Cefalópodos encierra cromatóforos á los cuales son debidos los cambios de coloración del animal. Poseen un esqueleto cartilaginoso interno, destinado á proteger el sistema nervioso y los órganos de los sentidos, al mismo tiempo que suministra superficies de in-

serción á los músculos. Un órgano de excreción muy repartido es la *bolsa de la tinta*, que desemboca al lado del ano y vierte un líquido negro intenso que rodea como una nube el cuerpo del animal y le protege contra sus enemigos. En muchos de ellos, uno de los brazos ó *hectocotilo* (fig. 174) se rellena



(Fig. 174)—Macho del *Argonauta argo*, con su hectocotilo Hc.

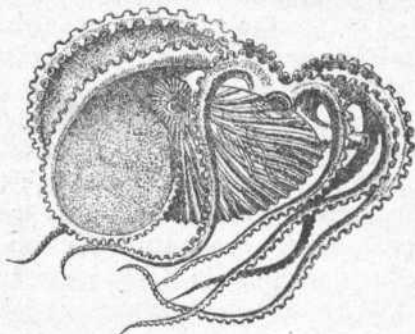


(Fig. 175)—Calamar (*Loligo vulgaris*).

de espermátóforos, y se destaca del macho, caminando durante cierto tiempo y transporta la materia seminal en el interior de la cavidad de la hembra. Los Cefalópodos son animales marinos; los unos habitan cerca de la costa y los otros en alta mar y se nutren de la carne de otros animales. Algunos son comestibles; otros suministran materias útiles, tales como la substancia colorante de la bolsa de la tinta. Fueron más abundantes en épocas anteriores.

2—Especies principales. Los *pulpos*, con ocho brazos iguales son objeto de una pesca importante en las costas del Cantábrico, pues salados se los exporta para diversos puntos; su carne es siempre coriácea, y necesita una preparación especial antes de poder servir de alimento. Las *jibias*, su esqueleto se le conoce con el nombre vulgar de *hueso de jibia*, y se usa de ella en las artes para pulimentar diversos objetos; la *tinta* tiene aplicación en la pintura. Los *calamares* (fig. 175) con el cuerpo cilíndrico terminado inferiormente por una aleta casi triangular; es común en los mares de Europa y muy apreciado por su carne, que es sabrosa. Los *Nautilus*, especies con concha muy bella y que habitan en el Océano Indico. Los *Ammonites*, son especies fósiles, como también los *Belemnites*.

Como apéndice á los Moluscos indicaremos los *Briozoarios* y *Braquiópodos*, constituyendo hoy día un tipo especial, y caracterizados por ser animales de simetría bilateral, no articulados y con una corona de tentáculos



(Fig. 176) —Hembra del *Argonauta Argo*.

pestañosos ó de brazos bucales arrollados en espiral. Los primeros casi siempre viven reunidos en colonias y los segundos solitarios y con una concha muy parecida á la de los Lamelibranquios, lo que ha hecho fuesen incluidos entre los Moluscos.

TIPO VII.—TUNICADOS

1—Generalidades. Son animales de simetría bilateral en forma de saco ó tonel, provistos de un tegumento consistente, el manto; y un saco faríngeo espacioso que sirve al mismo tiempo de órgano respiratorio.

Los Tunicados deben su nombre á la presencia de una envoltura gelatinosa ó cartilaginosa, compuesta de una masa fundamental de celulosa. La forma del cuerpo se aproxima á la de un saco en las *Ascidias*, ó bien es parecida á un tonel como en las *Salpas*. Se encuentra siempre en la extremidad anterior un ancho orificio cerrado por músculos; alguna vez también por válvulas, y á través de la cual, las materias alimenticias penetran en la cavidad faríngea que llena igualmente el papel de órgano respiratorio. Cerca de este orificio en las *Ascidias*, ó en la extremidad opuesta del cuerpo en las *Salpas*, se encuentra otro, es el orificio de salida de la cavidad cloacal, cavidad que comunica con la faríngea por las hendiduras branquiales. El sistema nervioso se reduce á un simple ganglio y los nervios que de él parten se distribuyen por todo el cuerpo y los órganos de los sentidos, cuya existencia ha sido demostrada. En casi todos los Tunicados se encuentra un corazón situado cerca del intestino y animado de contracciones rápidas que cambian bruscamente de dirección. Son hermafroditas, observándose al mismo tiempo la reproducción asexual por gemmación y que conduce á la formación de colonias, en las cuales los individuos se agrupan de distintas maneras.

Los Tunicados son todos marinos; se nutren de Algas y de pequeños Crustáceos, muchos como los *Pirosomas* tienen la transparencia del cristal y son fosforescentes.

Lección 69.

TIPO VIII.—VERTEBRADOS.

1—Generalidades. *Animales de simetría bilateral, con un neuro-esqueleto interno y dos pares de miembros á lo sumo.*

El carácter principal es la existencia de un esqueleto interno, reducido en las formas más sencillas á un cordón elástico ó *cuerda dorsal*, redeado de una vaina, y que cuando se hace más sólido se segmenta de una manera análoga al esqueleto dérmico de los Articulados, dividiéndose en *vértebras* con sus correspondientes apófisis; pero en un grado más superior, la segmentación primitivamente homónoma se convierte en heterónoma, acompañada de la aparición de regiones distintas. En primer lugar, la región anterior ó *cabeza*, se diferencia del resto que constituye el *tronco*, correspondiendo esta diferenciación á la transformación de la parte anterior del sistema nervioso y á la presencia en este punto de la parte inicial del tubo digestivo. Esta segmentación tan simple no se encuentra más que en los vertebrados inferiores, en los cuales la fuerza de impulsión que les hace caminar es producida por las inflexiones y ondulaciones de la columna vertebral. Pero en los vertebrados superiores, del mismo modo que en los Artrópodos, desde el momento que la locomoción tiene su asiento en las *extremidades*, los movimientos del eje principal son muy limitados y conserva aun su segmentación homónoma, mientras que los miembros, más bien que para mover el cuerpo, sirven únicamente para impulsarle; pero desde el momento que la locomoción es desempeñada exclusivamente por los miembros, el *raquis* se divide en regiones, puesto que parte de él ha de dar inserción rígida á dichos miembros, y como el par posterior de estos últimos constituye el punto de apoyo principal, forma una articulación inmóvil con la columna vertebral, cuyas vértebras, en este sitio, se unen sólidamente entre sí formando la región *sacra*, representada primeramente por una sola vértebra, Anfibios; por dos, Reptiles, y en los vertebrados superiores por un número más considerable. El desarrollo de los miembros anteriores determina también en la columna la formación de una región rígida. Así encontramos entre el tórax y la cabeza por una parte, y entre aquel y el sacro por otra, dos regiones móviles, la *cervical* y la *lumbar*. Encontrándose por consiguiente el tronco en los vertebrados superiores, dividido en las siguientes regiones: *cervical*, ó cuello, *dorsal*, *lumbar*, *sacra* y *caudal* ó cola.

Los miembros presentan en su conformación variaciones muy considerables; en efecto, ellos constituyen en los animales terrestres las *patas* que soportan el cuerpo; en los animales aéreos, las *alas*, instrumentos del vuelo, y en los acuáticos las *aletas*, que sirven para la natación. Están compuestos esencialmente de las mismas partes, de modo que morfológicamente las patas, alas y aletas son idénticas, existiendo esta identidad ú homología también, entre los miembros anteriores y posteriores. En los unos y los otros, se encuentra una porción baxilar constituida por tres huesos; en los miembros torácicos son el *omóplato*, el *procoracoides* con la *clavicula*, y el *coracoides*, y en los posteriores el *ilión*, *pubis* é *isquion*. La segunda parte de los miembros formada por huesos largos está constituida por el *húmero* y el *fe-*

mur, en el brazo y en el muslo, el *cúbito* y *radio* en el antebrazo y la *tibia* y el *peroné* en la pierna; la parte terminal en uno y otra son, la mano y el pié, compuestos respectivamente por el *carpo* y el *tarso*, el *metacarpo* y el *metatarso* y en fin, los dedos, formados por las *falanges*.

El *cráneo* presenta una serie de estados sucesivos que corresponden á los de la columna vertebral; cuando ésta es membranosa y cartilaginosa existe igualmente una cápsula craneana continua, membranosa ó cartilaginosa. El cráneo óseo se desarrolla secundariamente, en parte por osificaciones de la cápsula cartilaginosa ó del pericondrio y en parte también por la agregación de huesos dérmicos, conduciendo entonces á considerarle como formado de varios segmentos vertebrales. Como derivaciones de estos debemos considerar las *costillas* y el *esternón*.

El revestimiento tegumentario de los Vertebrados está formado por dos capas muy distintas, una superficial, la *epidermis*, y otra más profunda, el *dermis*: esta última, compuesta esencialmente de tejido conjuntivo, encierra fibras musculares destinadas exclusivamente á los movimientos de la piel y de sus diversos apéndices, continuándose por debajo con una capa de tejido conjuntivo grasiento. En la superficie del dermis se observan pequeñas eminencias cónicas ó *papilas*, revestidas por la epidermis y que tienen una gran importancia, no solo porque sirven á transmitir sensaciones táctiles, sino tambien porque son el asiento de ciertas formaciones como las escamas y dientes. La epidermis está formada de varias capas de células, destacándose gradualmente las más externas y siendo reemplazadas por otras originadas por las más profundas que forman el *cuerpo mucoso* de Malpighi, que suele encerrar algún pigmento, al cual se debe la coloración de la piel. Los apéndices de esta, ya son producciones epidérmicas que deben su origen á proliferaciones de la epidermis, como los pelos y plumas, ya provienen de la osificación de las papilas dérmicas, como las escamas de los Peces y Reptiles, formando alguna veces caparazones sólidos, como en el *armadillo*.

Los centros nerviosos están constituidos por un cordón, *médula espinal*, encerrado en la columna vertebral y cuya parte anterior voluminosa está diferenciada y es designada bajo el nombre de *encéfalo*. Este es el asiento de las facultades intelectuales y de las percepciones sensoriales. La médula sirve á transmitir las inervaciones centrífugas y centrípetas y preside á los actos reflejos, pero tambien es centro de ciertas excitaciones. Ambos acrecen á medida que nos elevamos en la escala animal, pero el uno aumenta más que el otro y bien pronto el encéfalo predomina sobre la médula, como acontece en los Vertebrados superiores, é inversamente en los inferiores. De la médula, así como del encéfalo, parten nervios.

Los órganos de los sentidos están conformados de la manera siguiente: El órgano del *olfato*, tiene su asiento en dos fosetas simétricas, casi siempre comunicando con la cavidad bucal, rara vez cerradas, y que sirven para la introducción y expulsión de la corriente de aire que alimenta los pulmones. Los *ojos* son casi siempre pares, así como el *oído*, reducido en el caso más simple, á un saco relleno de líquido conteniendo concreciones en suspensión (laberinto membranoso) cuya porción posterior se continúa ordinariamente

con tres canales semicirculares, mientras que la anterior emite un divertículo que se convierte en caracol. A estas partes vienen á agregarse otras accesorias como la caja del tímpano y los huesecillos del oído. El sentido del gusto tiene su asiento en el paladar y en la punta y base de la lengua en células modificadas, *yemas gustativas*. Las impresiones del tacto son recogidas por terminaciones repartidas por toda la envoltura del cuerpo. Existe por fin un sistema nervioso visceral que suministra plesos nerviosos á las vísceras.

En la cavidad visceral que se extiende por debajo del eje del esqueleto, se encuentran los órganos de la nutrición, y de la reproducción. El *canal digestivo* es un tubo que comienza en la extremidad anterior por la boca y se termina por el ano. El intestino está recubierto por un repliegue del peritoneo, cuyas dos láminas, constituyendo el mesenterio, los fijan á la columna vertebral. Está casi siempre dividido en tres regiones, el esófago y estómago, el intestino delgado con el hígado y el páncreas, y el intestino grueso con el recto. El esófago es siempre precedido por la boca, que contiene la lengua, que desempeña un papel muy importante en la prehensión de los alimentos. La cavidad bucal está rodeada por arcos esqueléticos que constituyen el aparato maxilo-palatino y la mandíbula inferior; esta última capaz sola de movimientos muy extensos. Las dos mandíbulas están generalmente armadas de dientes, ya directamente soldados á los huesos de las mandíbulas, ya implantados en alveolos. En los Vertebrados inferiores pueden también desarrollarse dientes en todos los huesos que rodean la cavidad bucal. Muy pocos están desprovistos de ellos. En las Áves y en los Quelonios son reemplazados por un revestimiento córneo denominado *pico*, que recubre los bordes cortantes de las mandíbulas.

Como partes accesorias del tubo digestivo figuran glándulas, cuya secreción se mezcla con los alimentos. Ya estos, en la cavidad bucal, son impregnados de saliva, secreción producida por las glándulas salivares, que desaparecen en muchos animales acuáticos; la bilis y el jugo pancreático juegan un papel muy importante en la digestión, pudiendo faltar este último en algunos Peces; el intestino delgado encargado de la absorción, notable por su gran longitud y por la presencia de repliegues internos y vellosidades que aumentan considerablemente su superficie; el recto se distingue ordinariamente por su anchura y el espesor de sus paredes musculares.

Todos los Vertebrados poseen órganos respiratorios, bien sean *branquias* ó *pulmones*. Las primeras son formadas por dobles filas de láminas membranosas, colocadas á cada lado de la faringe y en arcos viscerales; entre estos arcos se encuentran hendiduras que se abren en la faringe y que dan entrada al agua introducida por la boca; fuera están protegidas por opérculos que limitan una larga hendidura por la cual se escapa el agua de la cavidad branquial.

Los pulmones existen al mismo tiempo que las branquias en algunos Vertebrados inferiores, pero no ofrecen su completo desarrollo hasta los superiores. Bajo su forma más simple son sacos rellenos de aire, desembocando en la faringe por un canal común y cuyas paredes son recorridas por

numerosos capilares, y que frecuentemente se extienden por toda la cavidad visceral; pero en los Vertebrados superiores están localizados en el tórax, separados del resto de la cavidad por un tabique transversal ó diafragma. La respiración supone la renovación constante del aire, que es conseguida sobre todo en los Mamíferos, por disposiciones mecánicas muy perfectas. A la entrada del conducto que va á parar á los pulmones se encuentra el órgano de la voz, ó *laringe*, parte anterior modificada de la tráquea.

Los órganos de la circulación guardan relaciones muy estrechas con los órganos respiratorios; forman un sistema de vasos cerrados por donde circula la sangre, que es roja por la presencia de los hematíes. En todos, una parte netamente circunscrita del aparato vascular, se modifica para formar un órgano central de impulsión, un corazón, situado en la parte anterior de la cavidad visceral y en la línea media. La disposición de los principales troncos vasculares y sus conexiones en el corazón, con su forma más simple, son las siguientes; un sistema arterial sigue á lo largo de la columna vertebral, continuándose después con otro venoso, formado por las venas cardinales y cavas, desembocando en la aurícula, y de aquí al ventrículo que por sus contracciones la impulsa á una arteria, que se divide en una serie de arcos aórticos, los cuales se unen por debajo de la columna vertebral y son el origen del sistema arterial; este sistema de arcos aórticos se complica de diversas suertes por intercalarse en él los órganos de la respiración.

Todos los Vertebrados poseen vasos linfáticos que acarrean un líquido nutricio transparente, quilo y linfa, que va á verter en el torrente circulatorio y destinado á aportar materiales plásticos á los tejidos. En los Vertebrados inferiores existen numerosas comunicaciones entre el sistema linfático y el sanguíneo.

Los órganos secretores de la orina, los *riñones*, existen en todos; son glándulas pares colocadas á cada lado de la columna vertebral. Sus canales excretores ó uréteres se reúnen formando un conducto que termina de ordinario en la porción cloacal del recto; en los Mamíferos se confunde con la parte terminal de los conductos genitales.

La reproducción es siempre sexual. La separación de sexos es la regla, solo un pequeño número de Peces son hermafroditas. La conformación de las glándulas genitales presenta una gran variedad. En muchos Peces y Anfibios no hay verdadera cópula, la fecundación de los huevos es exterior y tiene lugar en el agua: á escepción de los Mamíferos, todos son ovíparos.

Seción 2ª **2. División.** Se divide el tipo de los Vertebrados en las cinco clases siguientes:

Respiración branquial cuando menos en los jóvenes.	} Branquias permanentes; piel cubierta de escamas; extre- midades en forma de aletas. <i>Peces.</i> Branquias transitorias, con pulmones cuando adultos; piel desnuda, extremidades terminadas por dedos. . . . <i>Anfibios.</i>
---	--

Respiración pulmonar durante toda la vida.	Generación ovípara, sin mamas. . .	Piel en general escamosa; sangre fría.	<i>Reptiles.</i>
		Piel cubierta de plumas; sangre caliente.	<i>Aves.</i>
	Generación vivípara, con mamas; piel cubierta de pelo; sangre caliente.		<i>Mamíferos</i>

Clase primera.—Peces.

1—Generalidades. El cuerpo de los Peces es en general fusiforme y comprimido lateralmente y aun cuando encontramos en todas las clases de los Vertebrados, formas que viven en el agua, ninguna está tan perfectamente adaptada á este género de vida, como la que nos ocupa. La progresión del cuerpo es debida sobre todo á las inflexiones de la columna vertebral, muy móvil en su última región, y facilitada esta movilidad, por el sistema de aletas que poseen; son estas, dos pares de miembros, aletas *pectorales* y *ventrales* y tres impares, una *dorsal*, colocada encima del dorso, otra *caudal*, formando la cola y por último, una en el vientre denominada *anal*, correspondiendo las pares á los miembros anteriores y posteriores de los otros Vertebrados. La envoltura tegumentaria de los Peces está rara vez completamente desnuda; en general existen escamas implantadas en la piel y cuya consistencia varía muchísimo hasta el punto de poder formar verdaderos escudos.

De todos los Vertebrados son los Peces los que tienen el sistema nervioso más simple y menos perfeccionado; el encéfalo es pequeño y se compone de una serie de dilataciones colocadas las unas á continuación de las otras, correspondiendo las anteriores al cerebro, las medias á los tubérculos cuadrigéminos y las posteriores al cerebelo. Los ojos se distinguen por su córnea plana y el grueso cristalino casi esférico. El oído está reducido al laberinto membranoso, existiendo en algunos una serie de huesecillos que le unen á la vejiga natatoria. El órgano del olfato casi siempre par y no comunicando con la faringe. El del gusto está poco desarrollado y las impresiones táctiles serán probablemente recogidas por los labios y los apéndices que estos presentan, como las barbillas. Al sistema nervioso se relacionan también los órganos eléctricos que se encuentran en muchos de ellos como los *Torpedos*, *Gimnotos*, etc.

El aparato de la digestión ofrece una conformación muy variada. En muchos de ellos, una prolongación del tubo digestivo dá lugar á la *vejiga natatoria*, órgano que corresponde por su modo de desarrollo á los pulmones. Consiste en un saco impar, relleno de aire y situado por encima del intestino. Los casos en que este saco es completamente cerrado son tan frecuentes, como aquellos en los que comunica por un canal aéreo con el tubo digestivo. La vejiga parece ser un aparato hidrostático que tiene por objeto, el hacer variar el peso específico del cuerpo y permitir un cambio rápido en la posición del centro de gravedad, de tal manera, que cuando es comprimida, el cuerpo se hace más pesado y descende, y viceversa cuando se dilata de

nuevo, pero parece que aún tiene otra función, que es la de no permitir que el pez descienda ó se eleve á determinadas alturas, estando por consiguiente obligado á vivir á cierta profundidad; de aquí, que cuando sacamos á la superficie peces de grandes profundidades mueren, abultándose su vientre y saliendo la faringe por fuera de la boca.

La respiración es branquial y la sangre generalmente roja circula en un sistema de vasos puestos en movimiento por un corazón venoso situado en la región yugular, debajo de las branquias, compuesto de una aurícula y un ventrículo de fuertes paredes musculares. La aurícula recibe la sangre venosa procedente de las distintas partes del cuerpo, y el ventrículo la impulsa en una aorta ascendente que la conduce á las branquias, y desde aquí, después de haberse arterializado, es recogida por la gran arteria vertebral que la distribuye por las distintas partes del cuerpo. Es, pues, *sencilla y completa*.

La mayor parte son ovíparos, un pequeño número solamente, vivíparos, teniendo lugar la reproducción una sola vez al año, generalmente en primavera. Se observa con bastante frecuencia en la época del celo, colores más vivos y repliegues cutáneos especiales, principalmente en el macho. Los individuos de ambos sexos se reúnen en gran número y buscan los fondos planos de las riberas de los ríos ó cerca de las costas del mar. Algunas especies emprenden grandes viajes, recorren vastas extensiones sobre las costas ó remontan las desembocaduras de los ríos, y después de haber franqueado grandes alturas, llegan á los riachuelos en donde depositan sus huevos en sitios abrigados, como los *salmones*. Las *anguilas*, al contrario, descienden en la época de la reproducción al mar; á la primavera siguiente los jóvenes embriones remontan por millares las aguas dulces. La fecundación es exterior, es decir, que tiene lugar sin cópula, y de aquí la posibilidad de la fecundación artificial, base de la *piscicultura*.

La mayor parte viven en el mar. El número de géneros y especies aumenta á medida que nos aproximamos al Ecuador; otras son exclusivas de los ríos; y algunas cambian periódicamente de habitación en la época del celo. Algunas especies viven en aguas subterráneas y son ciegas. Muy pocas pueden vivir durante cierto tiempo fuera del agua; en general, mueren tanto más rápidamente cuanto mayor es la abertura de las *agallas*, y si estas son muy estrechas, como en las *anguilas*, ofrecen mayor resistencia.

Por el gran número de restos fósiles que se encuentran en todos los periodos geológicos, los Peces tienen gran importancia para el conocimiento y desarrollo de la vida animal en la superficie del globo.

2—División. Se dividen en varios órdenes, ocupándonos solo de los siguientes:

Ciclóstomos. Peces vermiformes, con esqueleto cartilaginoso, y seis á siete pares de branquias en forma de bolsas; una sola abertura nasal y una boca circular desprovista de mandíbulas y dispuesta para chupar.

Selácios. Peces cartilaginosos con la piel verrucosa y provista de grandes aletas pectorales y ventrales; cinco hendiduras branquiales y una válvula espiral en el intestino.

Ganóideos. Cartilaginosos ú óseos, con escamas esmaltadas ó placas óseas; branquias pectiniformes y válvula espiral en el intestino.

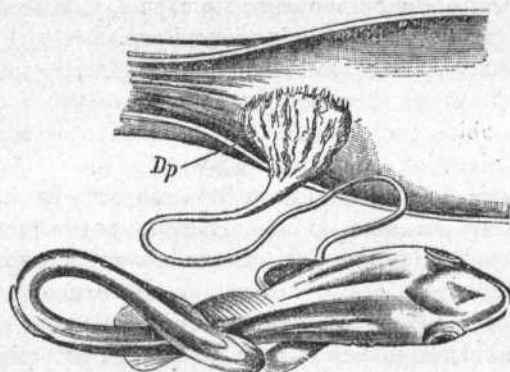
Teleósteos. Peces ordinariamente cubiertos de escamas, con esqueleto óseo; branquias y opérculos libres.

ORDEN I.—CICLÓSTOMOS

1—Caracteres. El cuerpo de estos Peces es redondeado y cilíndrico, su piel desnuda. Las aletas pectorales y ventrales faltan. El esqueleto está reducido á la columna vertebral y al cráneo cartilaginoso y rudimentario. Existen siempre dos ojos, pero permanecen frecuentemente ocultos por la piel y por los músculos. La nariz está reducida á un saco impar, situado en la línea media entre los ojos. La boca rodeada de labios carnosos y frecuentemente con barbillas, es circular, desprovista de mandíbulas, pero con numerosos dientes córneos; en su fondo está la lengua que obrando como el émbolo de una bomba, determina la succión. Falta la vejiga natatoria.

Las branquias en forma de bolsas, colocadas á los lados del esófago, se abren al exterior por seis ó siete orificios. Unos viven en el mar, pero en la época del celo remontan los cursos de agua llevados por los salmones, poniendo sus huevos en agujeros; otros son pescados de río. Se fijan sobre los piedras, y sobre otros peces muertos y vivos, causando entonces la muerte de estos últimos; otros son parásitos, en la cavidad visceral, ofreciendo un raro ejemplo de Vertebrado entoparásito.

2—Especies principales. Se incluyen en este orden, las *lampreas de mar y de río*, abundantes en el Cantábrico y en los ríos que en él desembocan.



(Fig. 177)—Embrión del *Mustelus laevis*, unido á la pared del útero por la placenta umbilical.

ORDEN II.—SELÁCIOS

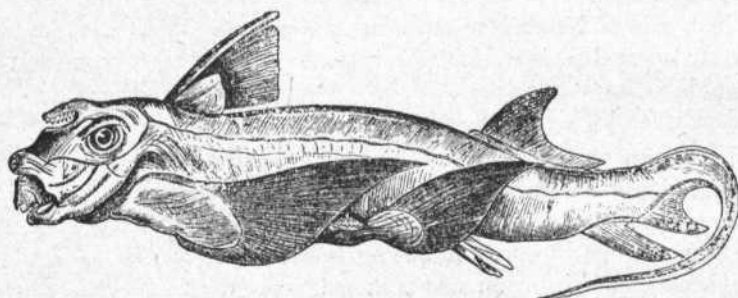
1—Caracteres. Un caracter importante es ofrecido por la boca, que es muy ancha y situada en la cara inferior del hocico, armada generalmente de dientes poderosos que constituyen armas terribles para sus adversarios. La

Lección 742

piel encierra pequeños núcleos óseos, adquiriendo un aspecto rugoso; otras veces se observan apéndices en forma de espinas, ganchos, puntas, etc. que les sirven de armas defensivas. Todos poseen grandes aletas abdominales y pectorales; estas últimas, afectan una posición vertical ó tienen un desarrollo grande y constituyen anchas láminas horizontales. Las impares, también pueden estar bien desarrolladas y la caudal presenta una falta de simetría en sus dos lóbulos. El esqueleto permanece siempre cartilaginoso. Las aberturas branquiales se abren muchas veces sobre la cara ventral del cuerpo. Frecuentemente sobre la cabeza y detrás de los ojos, existen unos orificios ó *espiráculos*, que sirven para expulsar el agua de la cavidad bucal. Son vivíparos muchos de ellos, siendo tan íntima la conexión alguna vez, entre el embrión y la madre, hasta el punto de formarse una verdadera placenta umbilical. (Fig. 177).

Son casi todos marinos; algunos solamente habitan los grandes ríos de América y de la India; son muy voraces, nutriéndose de peces, cangrejos, etc.

2—Especies más importantes. Como pertenecientes á este orden mencionaremos; Los *tiburones*, cuyas especies llegan á adquirir gran tamaño y son temibles por su fuerza extraordinaria, la rapidez admirable de sus movimientos, su voracidad y las terribles armas de que dispo-



(Fig. 178)—Selacio. *Chimæra monstrosa*.

nen, pues se les ha visto durante días enteros seguir á los barcos de vela. Aun fuera del agua, son temibles, por las heridas que pueden hacer con sus dientes. Las *lijas*, especies pequeñas, estando su piel revestida de pequeños apéndices numerosos y resistentes, la cual, después de sufrir cierta preparación, recibe como la de otros peces el nombre de *lija*, siendo muy usada en las artes. El *pez martillo*, nombre que se le dá por tener la cabeza muy ensanchada lateralmente, formando con su cuerpo prolongado la figura del instrumento cuyo nombre lleva. El *pez sierra*, tiene la mandíbula superior prolongada en una lámina bastante larga y estrecha, en cuyos bordes se encuentran implantadas algunas espinas óseas semejantes á los dientes. Las *tremielgas*, provistas de un aparato eléctrico que adormece el brazo del que las toca imprudentemente aun después de haberlas sacado del mar; abundan en las costas de España, donde son conocidas con el nombre de *vacas tembladoras* y *tembladeras*, siendo apreciada la carne de algunas.

ORDEN III.—GANOÍDEOS

1—Caracteres. Este orden que era sobre todo numeroso y rico en especies durante los periodos geológicos antiguos, solo encierra hoy día un pequeño número de representantes. Traen su nombre, por tener las escamas romboidales y revestidas de una capa lisa de esmalte. Su esqueleto es óseo en unas especies, y cartilagíneo en otras. La aleta caudal es generalmente disimétrica y las branquias dispuestas como en los Teleósteos. Todos poseen vejiga natatoria.

2—Principales especies. El representante principal de este orden, es el *esturión* ó *sollo*. Tiene su boca desprovista de dientes; y habita en el mar, pero se introduce en los rios en ciertas estaciones. Es muy apreciado por la carne y por su vejiga natatoria, que sirve para fabricar la ictiocola ó *cola de pescado*, y con sus ovarios preparan los pueblos del Norte el *caviar*. Es común en el Ebro, Guadalquivir, etc.

ORDEN IV.—TELEÓSTEOS

1—Caracteres. Comprende este grupo la mayor parte de los Peces. Su piel rara vez es desnuda ó desprovista en apariencia de escamas, y en este caso, son pequeñas; en general la piel lleva escamas que se recubren como las tejas en los tejados; otras veces son escudos óseos, principalmente detrás de la cabeza. No existen espiráculos ni valvula espiral en el intestino. El aparato opercular está bien desarrollado y el esqueleto con sus vértebras bien distintas, es siempre óseo.

Se dividen en los siguientes sub-órdenes.

2—Lofobranquios. Tienen el cuerpo acorazado, con el hocico alargado en tubo y desprovisto de dientes; branquias en forma de borlas y con hendidura branquial estrecha. Pertenecen á este grupo, las *agujas*, con el cuerpo muy delgado y largo, á lo que alude el nombre que se les da. Los *caballitos de mar*, que tienen su cola prehensil y por medio de ella se agarran á los cuerpos sumergidos de corto diámetro. El macho contiene una cámara ovífera, en donde sufren su desarrollo los huevos.

3—Plectognatos. Peces con cuerpo globuloso ó muy comprimido lateralmente, con la mandíbula superior inmovil y hendidura bucal estrecha; con coraza dérmica, frecuentemente espinosa y casi siempre desprovistos de aletas ventrales. El *pez erizo*, tiene la piel provista de numerosas espinas agudas y resistentes que cuando distiende aquella hace que queden perpendiculares al cuerpo. Es de los países intertropicales. El *pez luna*, es plateado y fosforescente, de modo que en las noches oscuras parece la imagen de la luna reflejada en la superficie del mar. Los *cofres*, que habitan en la zona tórrida y sólo accidentalmente se presentan en Europa. En el Mediterráneo hay una especie llamada *pez ballesta*, por la semejanza que han encontrado en su forma y el arma cuyo nombre lleva.

4—Fisóstomos. Entre ellos tenemos; la *anguila*, desprovista de aletas torácicas y con las aberturas branquiales muy pequeñas. En el otoño descienden de los rios al mar en donde se reproducen; á la primavera siguiente las

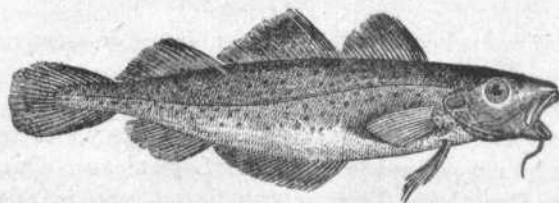
jóvenes anguilas dejan el mar para remontar los ríos. Es apreciada su carne por su finura y abundan en España. Los *congríos*, son marinos y muy voraces, y no abandonan las costas; estimados también por su carne. La *morena*, de color pardo oscuro, jaspeada de amarillo; era muy apreciada por los Romanos que llegaban hasta la inhumanidad de alimentarlas con carne de esclavos.

Las especies del *g. Gymnotus*, tienen todas un aparato eléctrico á lo largo y encima de la región caudal y la conmoción producida por su fluido es tan intensa, que puede matar á los grandes mamíferos. Se encuentra en el Orinoco y sus afluentes.

Las *sardinias*: tienen el cuerpo comprimido y las aberturas branquiales muy grandes; comprenden muchas especies pequeñas, que casi siempre están reunidas formando bancos inmensos, que dan origen en los países cuyas costas frecuentan, á pescas abundantes y lucrativas, porque su carne es fina y sabrosa, y se conserva fácilmente mediante la sal. Las especies más comunes son, la *sardina común*, el *arenque* y la *alosa* de mayor tamaño que las otras. Las *anchoas* ó *boquerones*, abundantes en el Mediterráneo y principalmente en Andalucía.

El género *Salmo*, comprende gran número de especies, cuya carne tiene un sabor exquisito; especies muy estimadas son, la *trucha*, pez voraz que vive de preferencia en los ríos y riachuelos de las montañas y lagos de las comarcas septentrionales; gustándole las aguas claras y frías, cuyo fondo es rocoso; el *salmón*, habita en los mares, pero se introduce en los ríos en la época del celo; abunda en el mar Cantábrico y su pesca es importante y lucrativa.

Las *carpas*, tienen el cuerpo cubierto de grandes escamas, y son estimadas por su carne. Los *peces de colores*, así llamados por el hermoso color encarnado de que están revestidos en la edad adulta. Los *barbos*, tienen la boca provista de cuatros barbillas; habitan en las aguas corrientes y en los ríos caudalosos de la mayor parte de Europa. La *tenca*, vive de preferencia en las aguas estancadas, por lo que adquiere algunas veces su carne un sabor á cieno que le hace desagradable; es abundante en casi toda Europa. Los *peces de río*, se encuentran con frecuencia en las aguas dulces.



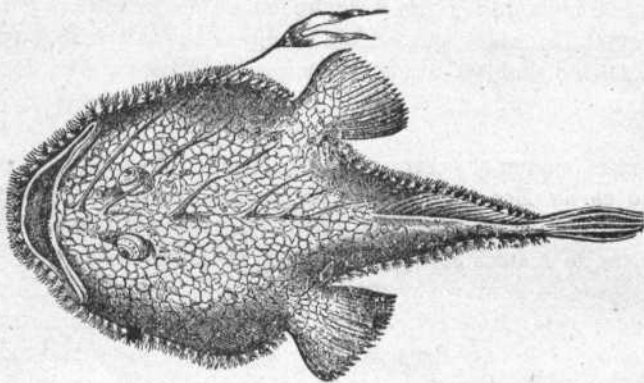
(Fig. 179).—Bacalao (*Gadus Morrhua*).

5—Anacántidos. Tienen las aletas ventrales yugulares. Como especies principales mencionaremos; los *bacalaos* ó *abadejos*, (figura 179) muy común en ambos continentes, pero es poco frecuente en las costas de España, al paso que en el Norte, desde Escocia hasta Islandia, y sobre todo alre-

dedor del banco de Terranova, es tan abundante, que solamente su pesca y salazón ocupa á millares de hombres. Se hace en todo el mundo un consumo inmenso de este pescado, ya secándole al sol para su conservación, ó ya salándolo además, que es lo que generalmente se practica. Es también de grande importancia el bacalao por el aceite que se extrae de su hígado; usado desde muy antiguo como remedio casero en las costas de Europa. Es hoy uno de los medicamentos más generalizados por la gran cantidad de yodo que contiene. La *merluza*, pez muy voraz y de carne exquisita; se encuentra con abundancia en las costas de la Península.

Los *platijas*, *rodaballos* y *lenguados*, forman otro grupo que se caracteriza por tener el cuerpo comprimido, discoidal y asimétrico; el lado de arriba que mira á la luz es pigmentado, el otro desprovisto de pigmento; los ojos están colocados en el primero. Viven en el fondo del mar no lejos de las costas, en decúbito lateral y de aquí resulta la falta de simetría en la coloración, pues el lado que está expuesto á la luz es siempre más ó menos oscuro; al paso que el que está privado de ella, tiene un color blanquecino.

Sección 42^a **6—Acantópteros.** Tienen las aletas ventrales sobre el pecho y la vejiga natatoria cerrada. Comprende varias familias de las que solo mencionaremos las principales.



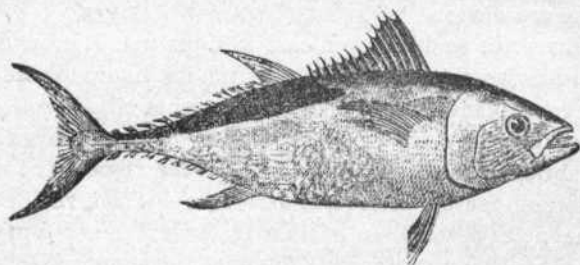
(Fig. 180).—*Lophius piscatorius*.

Pércidos. Tienen el cuerpo oblongo y cubiertos de escamas consistentes, pestañosas y ásperas. Suelen estar adornados de colores brillantes; son voraces y su carne es algún tanto consistente y muy estimada. Distínguense entre ellos; las *percas*, se las encuentra en los ríos y arroyos de casi toda Europa, siendo muy estimada su carne. Las *lubinas*, abundantes en las costas del mar Cantábrico. El *mero*, que llega á tener más de una vara de longitud, y cuya carne es muy apreciada.

Triglidos. Tienen los huesos infra-orbitarios muy desarrollados y alguna de sus especies se hace notar por el gran desarrollo de las aletas torácicas, en términos que pueden servirles para el vuelo, lo cual suelen ejecutar huyendo de algunos otros peces que les persiguen; á esto alude el nombre que se les dá, de *peces voladores*.

Espáridos. Tienen el cuerpo cubierto de grandes escamas. Comprende esta familia muchas especies, apreciables casi todas por su carne, que proporciona un alimento sano y agradable y suelen ser muy abundantes en las costas de España. Las *doradas*, son pertenecientes á esta familia, así como los *pageles*, *dentones* y *besugo*.

Escómbridos. Se distinguen las especies comprendidas en este grupo, por tener la piel cubierta de pequeñas escamas, en términos de parecer desnudos. Debajo de la piel hay una capa de tejido celular adiposo, que hace que su carne sea bastante sabrosa y se conserve más fácilmente que la de otros peces. A esta familia corresponden; la *caballa*, abundante en las costas de España durante el verano. El *atún*, (fig. 181), la *toñina* y el *bonito*,



(Fig. 181)—Atún (*Thynnus vulgaris*).

son objeto de una pesca muy importante en la costa del Cantábrico. El *pex espada*, tiene la mandíbula superior prolongada en una lámina larga y estrecha, semejante á la hoja de una espada y es muy temido de los pescadores por lo mucho que les estropea las redes.

Clase segunda.—Anfibios.

1—Caracteres. El cuerpo de estos animales, que han recibido también el nombre de Batracios, es en general alargado, cilíndrico ó comprimido y se termina frecuentemente por una cola muy considerable y aplastada. Los miembros pueden faltar, y en general están poco desarrollados. La piel juega un gran papel como aparato de secreción y respiración, es casi siempre desnuda y viscosa y encierra glándulas que pueden obrar como venenos sobre pequeños animales, y pigmentos distribuidos en células que determinan por el cambio de forma de estas, el fenómeno, hace tiempo conocido, del cambio de color que presenta la piel.

Aun cuando la cuerda dorsal pueda persistir, se desarrolla siempre un esqueleto óseo. El sistema nervioso es superior al de los Peces, presentando un desarrollo mayor en sus tres partes. Los ojos son algunas veces rudimentarios y ocultos por la piel, en otros se desarrolla un párpado superior y otro inferior y una membrana nictitante muy movil. El órgano del oído es semejante al de los Peces, y las narices son siempre pares, presentando repliegues la mucosa. El sentido del gusto existe también en estos animales, como lo prueba la existencia de papilas gustativas en la lengua, fija por su parte anterior y que llena además otras funciones, como es la de servir de órgano

de prehensión. El tubo digestivo está bien desarrollado. Todos están provistos de dos grandes sacos pulmonares y además mientras son jóvenes, ó durante toda la vida, poseen tres pares de branquias externas ó internas y cubiertas entonces por un repliegue de la piel; como no existe tórax, los movimientos respiratorios son producidos por los músculos del hueso hioides y los abdominales. En la época en que la respiración branquial existe sola, la estructura del corazón y la disposición de los grandes troncos arteriales es la misma que en los Peces, pero más tarde, cuando la respiración pulmonar se desarrolla, la circulación se hace doble; un tabique divide la aurícula en dos, una derecha que recibe las venas del cuerpo, y otra izquierda las venas pulmonares. El ventrículo permanece aún simple y por consecuencia encierra sangre mezclada.

Machos y hembras se distinguen casi siempre por el color de la piel y otras particularidades. Las hembras depositan los huevos sobre las plantas acuáticas, en gruesas masas informes ó en cordones cilíndricos, rara vez los padres se preocupan del cuidado de ellos. Los embriones al salir del huevo sufren metamorfosis; la larva acabada de nacer tiene como un pez, cola comprimida lateralmente y branquias externas; está todavía desprovista de miembros, que no se desarrollan hasta más tarde; los sacos pulmonares se forman sobre el esófago y comienzan á funcionar, algunas veces, después que los apéndices branquiales externos han sido reemplazados por láminas branquiales internas, recubiertas por la piel y con una hendidura para permitir expulsar el agua. En fin, la respiración branquial cesa completamente á consecuencia de la atrofia de las branquias y de sus vasos, la cola desaparece enteramente, los miembros se han desarrollado y aparece transformado en animal adulto.

Frecuentemente los Anfibios no viven en el agua más que durante el periodo larvario; en la edad adulta escogen para domicilio sitios húmedos y sombríos situados en la proximidad de las aguas. Su nutrición se compone casi exclusivamente de Insectos y de Gusanos, y durante el periodo larvario de sustancias vegetales; sus movimientos son lentos y su actividad psíquica, casi nula. La mayoría pueden permanecer meses enteros sin tomar alimento, es decir invernar. Su vitalidad es notable y su fecundidad muy considerable.

2—División. Se dividen en los tres órdenes siguientes:

Apodos. Sin extremidades.

Urodelos. Con cuatro extremidades cortas y cola persistente.

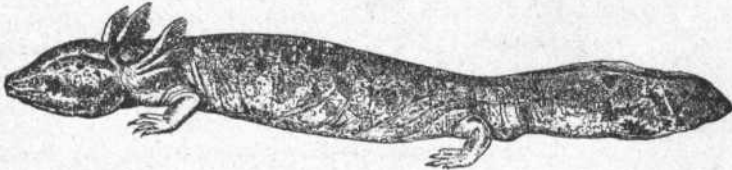
Anuros. Desprovistos de cola y con miembros bien desarrollados.

ORDEN I.—APODOS

1—Generalidades. La piel de estos animales considerados largo tiempo como serpientes, encierra pequeñas escamas situadas sobre repliegues cutáneos anulares. Su cuerpo es alargado, análogo en su forma al de un gusano, y desprovisto completamente de miembros. Viven bajo tierra y sus ojos son pequeños y recubiertos por la piel. Se encuentran en las comarcas tropicales del Sur de América y de la India. Está comprendido en este orden el género *Cacilia*.

ORDEN II. URODELOS

1—Generalidades. El cuerpo siempre desnudo se termina por una cola larga, comprimida lateralmente; poseen casi siempre dos pares de patas cortas y muy alejadas unas de otras y que más bien les sirven de remos para nadar con agilidad en el agua. Algunos poseen durante toda su vida, además de los pulmones, tres pares de branquias externas ramificadas (fig. 182); otros, conservan únicamente un orificio branquial á cada lado del



(Fig. 182)—*Menobrachus lateralis*.

cuello, y algunos en fin, pierden este último vestigio del aparato branquial. Se encuentran en nuestra Península las siguientes especies pertenecientes á este orden. La *salamandra*, de un color negro aterciopelado con manchas de un amarillo vivo á los lados, y que es considerada falsamente como venenosa para el hombre. El *gallipato*, de color gris verdoso uniforme, con la cabeza muy deprimida; se le halla en los pilones de las fuentes y en los estanques de las norias. Las *salamandras acuáticas*, que habitan en las fuentes y arroyos.

ORDEN III.—ANUROS

1—Caracteres. El cuerpo es corto, redondeado, con la piel desnuda, desprovisto de cola y con las extremidades bien desarrolladas. La cabeza presenta una gran abertura bucal, con ojos muy complicados y cuyo iris es de un brillante dorado y los párpados bien conformados. El esqueleto no lleva costillas. Las glándulas existen en bastante cantidad y se acumulan en ciertos puntos; segregan un humor lechoso-caústico.

La reproducción tiene lugar en primavera. Muchos son verdaderos animales terrestres y buscan preferentemente los sitios húmedos y oscuros; otros viven indiferentemente en tierra ó en agua. Los primeros carecen de membranas interdigitales entre los cinco dedos de las patas posteriores, los segundos al contrario, las poseen siempre. Los terrestres no buscan el agua más que en la época del celo, corren y saltan sobre la tierra, abren galerías y agujeros en el suelo ó trepan sobre los árboles con ayuda de pelotas adhesivas situadas en la extremidad de sus dedos.

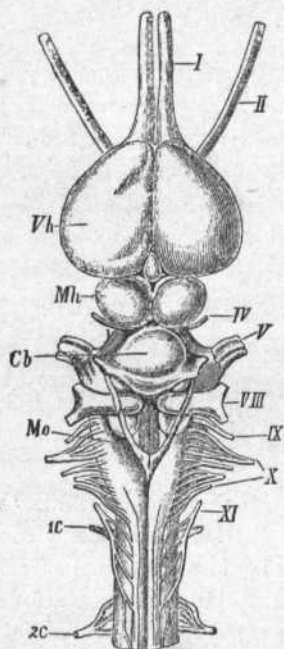
2—Especies importantes. Como especies más importantes tenemos. Las *ranas*, que se encuentran á orillas de los ríos, riachuelos, lagunas, pantanos, etc, y se alimentan de moluscos y de insectos; se aprovechan sus extremidades abdominales en la mesa, pues su carne es delicada. La *rana de San Antonio*, de un hermoso color verde manzana; se la encuentra en los arbustos y árboles donde vá á buscar insectos. Los *escuerzos ó sapos*, con la piel arrugada y tuberculosa; habitan preferentemente debajo de las piedras,

Sección 43ª

en los agujeros de las paredes y en los troncos de los árboles; cuando se ven sorprendidos hinchán extraordinariamente el cuerpo y lanzan la orina á gran distancia; esto, unido á la forma poco elegante de su cuerpo y á su coloración, hace se crea venenoso por el vulgo y hasta perjudicial, cuando, según algunos horticultores, son utilísimos en los jardines y huertas, por la gran cantidad de babosas que destruyen. Entre las especies exóticas es notable el *cururú*, *Pipa americana*, del río Surinam, que ofrece la particularidad de que el macho coloca sobre el dorso de la hembra los huevos, después de haberlos fecundado, produciendo en la piel grande irritación, mediante la cual, cada huevecillo queda encerrado en una celdilla en la que el renacuajo sufre sus transformaciones; los negros le buscan y aprecian mucho su carne.

Clase tercera.—Reptiles.

1—Generalidades. Si se exceptúan los Quelonios incluidos en esta



(Fig. 183)—Encéfalo de un *Alligator*. Vh, cerebro anterior ó hemisferios cerebrales; Mh, cerebro medio ó tubérculos bigéminos; Cb, cerebelo; Mo, médula alargada; I, nervio olfativo; II, nervio óptico; IV, nervio patético; V, trigémino; VIII, acústico; IX, gloso-faringeo; X, neumo-gástrico; XI, espinal; 1c, primer nervio cervical; 2c, segundo nervio cervical.

clase, el cuerpo es en general alargado y más ó menos cilíndrico, ya completamente ápodo como en las serpientes, ó ya provisto de dos ó cuatro extremidades no bien desarrolladas aún para la locomoción. La piel es siempre dura por la osificación del dermis, que llega á formar escudos óseos y gruesas placas, y porque la epidermis se hace córnea; no faltando tampoco como en los Anfibios, células pigmentarias que determinan variaciones en el color y glándulas cutáneas. El esqueleto es siempre óseo; la columna es dividida ya más distintamente en regiones que en los Anfibios y está provista de costillas á veces muy numerosas.

El sistema nervioso se eleva ya manifiestamente sobre el de los Anfibios. Los hemisferios cerebrales (fig. 183) voluminosos, comienzan á recubrir al cerebro medio, y el cerebelo ofrece un desarrollo progresivo desde las serpientes á los cocodrilos. Los órganos de los sentidos, con muy ligeras variantes, presentan la misma conformación que en la clase anterior.

Las hembras entierran los huevos en la tierra húmeda, en sitios cálidos y abrigados, sin tener cuidado de ellos, escepción hecha de las *Boas*, que se

arrollan alrededor de ellos, prestándoles cierto calor y protección. Viven la mayor parte en los países templados y cálidos, muy pocos en los países fríos, cayendo entonces en sueño invernal, así como los de los países cálidos en cuanto cesa la estación de las lluvias, caen también en una especie de letargo que es por consiguiente estival. La mayor parte son notables por su gran resistencia vital, pueden vivir largo tiempo sin tomar alimento, y están dotados, bien que en menor grado que en los Anfibios, de la facultad de reproducir las partes de su cuerpo que han perdido.

2—División. Pueden dividirse en los siguientes órdenes:

Ofidios. Reptiles con piel cubierta de escamas; sin esternón ni extremidades; huesos de las mandíbulas, pudiendo separarse unos de otros.

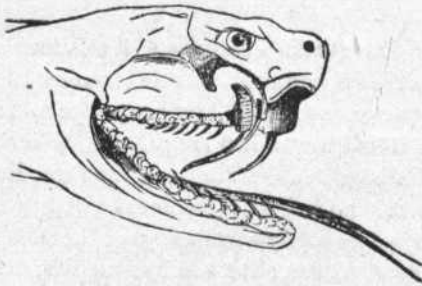
Saurios. Piel cubierta de escamas; con esternón y ordinariamente extremidades; párpados móviles.

Hidrosaurios. Acuáticos; dientes implantados en alveolos; tegumentos coriáceos ó acorazados; con patas poderosas, cuyos dedos son reunidos por membranas interdigitales.

Quelonios. Cuerpo redondeado, recubierto por una coraza, que consta de peto y espaldar; cuatro extremidades y mandíbulas desprovistas de dientes.

ORDEN I.- OFIDIOS

1—Caracteres. Los principales caracteres de los Ofidios ó serpientes, son la ausencia de miembros y la facultad que posee la boca de dilatarse, por la unión de los huesos del cráneo y las mandíbulas; sin embargo, no es posible delimitarlos perfectamente de los Saurios.



(Fig. 184)—Cabeza de ofidio venenoso

Las mandíbulas llevan numerosos dientes encorvados hacia atrás, que obran como tenazas para retener la presa. Además de estos, se observan en muchas serpientes sobre la mandíbula superior, otros (*fig. 184*) que presentan un surco, canaliculados, ó dientes

venenosos, que son atravesados por un canal central y comunican con una glándula excretora del veneno, de tal manera que el animal al morder, introduce sus dientes en la carne de la víctima, al mismo tiempo que la glándula venenosa es comprimida por los músculos y su secreción escurre en la herida mezclándose á la sangre y causando rápidamente la muerte. El cuerpo va revestido de escamas, lisas ó aquilladas, solamente en la cabeza poseen algunas placas que se designan con nombres especiales. La cara inferior de la cola es recubierta de ordinario por una doble fila, rara vez simple, de escudos. Mudan varias veces al año, despojándose cada vez de la epidermis toda entera, que se llama vulgarmente *camisa*, y sobre la cual permanecen marcadas todas las depresiones y elevaciones del dermis.

La organización interna está adaptada á la forma alargada del cuerpo,

asi como al modo de nutrición y locomoción. El esófago es muy largo y extensible; la laringe puede salir fuera de la boca en el acto de la deglución. Los ojos carecen de párpados móviles y están recubiertas por la piel que en este punto se hace transparente; la lengua es córnea y horquillada, hace funciones de órgano del tacto y puede ser proyectada hacia adelante. Se mueven principalmente por medio de flexiones laterales de la columna vertebral, cuyas numerosas vértebras llevan casi todas ellas costillas; los movimientos verticales son imposibles.

Se nutren casi exclusivamente de animales vivos, sobre los que se precipitan, tragándolos enteros sin dividirlos, matándolos antes, para lo cual les comprimen fuertemente arrollándose á ellos, ó envenenándoles por medio de sus dientes venenosos. Gracias á la extensibilidad de la boca y esófago, pueden tragar sin violentos esfuerzos musculares animales muchísimo mayores que ellos; una abundante emisión de saliva facilita la deglución, y á esta operación laboriosa continua una postración de fuerzas, durante la cual se verifica la digestión. Las especies notables por su talla y belleza de colores, pertenecen todas á las latitudes cálidas; algunas más pequeñas llegan solamente á los climas templados del Norte. Algunas buscan el agua y son verdaderamente anfibias; otras, trepan por los arbustos ó árboles, ó habitan de preferencia en los países arenosos; algunas en fin, viven exclusivamente en el mar. Las de los países templados están sujetas al sueño invernal, la de los cálidos al estival en cuanto empieza la sequedad.

2—Especies más importantes. Entre las especies más notables comprendidas en este orden figuran:

Las *boas*, caracterizadas por tener dos ganchos córneos á los lados del ano; habitan en América, llegando algunas á adquirir más de treinta pies de longitud. No son temidas porque rara vez atacan al hombre, alimentándose de grandes mamíferos. De tamaño igual á esta son los *pitones*, del antiguo continente y que á diferencia de las boas suelen atacar al hombre. Las *culebras*, tienen la cabeza casi en su totalidad cubierta de placas yustapuestas. Son animales tímidos que habitan, ya en lugares áridos y expuestos al sol, ya en parages más ó menos húmedos. Todas ellas son inofensivas; hay sin embargo la preocupación de que les gusta mucho la leche, y que van á mamar á los ganados, y aún de las mujeres que están criando, pero estos hechos se atribuyen gratuitamente á las culebras.

Entre las especies venenosas figuran: los *crótalos* ó *culebras de cascabel*; así llamadas por terminar su cola en un aparato compuesto de diversas piezas córneas que producen un ruido semejante al de un sonajero, ó al de un pedazo de pergamino que se arruga. Son célebres por la actividad de su veneno y habitan en América; el olor que despiden es tan fétido que cuando se encuentran muchas reunidas, como sucede durante el letargo, es suficiente para trastornar al hombre. Las *viboras*, abundantes en especies, que habitan en los países templados y cálidos del antiguo continente; su tamaño es poco considerable. Tienen la cabeza cubierta de escamas semejantes á las del dorso. La *culebra con anteojos*; así llamada por una mancha que tiene en el cuello que figura el expresado objeto; se encuentra en el

Asia meridional, y se sirven de ella los titiriteros para jugar ante el público y dejarse morder, consistiendo el secreto en que las quitan los dientes venenosos. El *áspid de Egipto* ó de *Cleópatra*, fué venerada de los antiguos Egipcios. Asegura Galeno que en su tiempo se servían del áspid en Egipto, para matar á los criminales, porque no producía su picadura convulsión ni malestar alguno, extinguiéndose la vida dulcemente, por lo que eligió Cleópatra este género de muerte, después de la batalla de Accio.

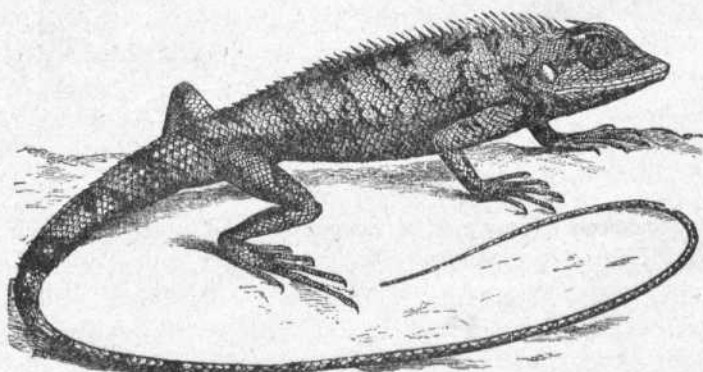
Acción 74.

ORDEN II.—SAURIOS

1—Caracteres. Los Saurios son Reptiles de forma alargada y algunas veces serpentiforme. En general poseen cuatro extremidades, otras veces solo dos y aún algunas ninguna, pero siempre existe la porción basilar de las extremidades. La mayor parte tienen párpados. Los tegumentos presentan una conformación análoga á la de las serpientes, pero más variada: ya son escamas planas ó aquilladas, ya escudos ó grandes placas, cuya distribución es análoga á la que hemos encontrado en los Anfibios. También se encuentran formaciones tegumentarias más irregulares, verrugas, tubérculos, etc., que dan á la piel un aspecto semejante al de los Sapos.

Con frecuencia se desarrollan también prolongaciones cutáneas sobre la garganta, crestas sobre el dorso y la cabeza, repliegues á los lados del tronco, etc. Su piel es poco glandulosa y en algunas especies existen glándulas cutáneas que se abren por poros al exterior, á lo largo de la cara interna del muslo y delante del ano.

En general las hembras ponen un pequeño número de huevos. La mayor



(Fig. 185)—Saurio (*Calotes ophiomachus*).

parte son animales inofensivos y útiles, porque destruyen gran número de Insectos y Gusanos. Algunas especies tienen una carne muy estimada. La inmensa mayoría, y sobre todo, las especies de gran talla y las de colores brillantes, habitan los países cálidos. Sus restos fósiles son muy abundantes.

2—Especies principales. A este orden corresponden: los *lagartos*, cuya cabeza está cubierta de placas córneas, y de escamas granuliformes en la parte superior del cuerpo; en la base del cuello tienen un semicollar

formado por un repliegue de la piel. Se alimentan de insectos, á los que hacen una guerra activa desde la primavera al otoño; y en el invierno, en los países templados, se esconden y albergan debajo de las piedras, ó en los agujeros donde establecen su habitación. Se reserva el nombre de lagarto para las especies grandes, y el de *lagartijas*, cuando son pequeñas. Las *iguanas*, con una gran papada en la garganta; viven en la América meridional sobre los árboles y su carne es muy agradable. Los *dagrones*, tienen á los lados del cuerpo un gran repliegue de la piel; son animales pequeños, enteramente inofensivos, que habitan en el continente Asiático sobre los árboles y pueden pasar de unos á otros, sirviéndose de las expansiones como de un paracaídas.

Las *salamanquesas*, tienen los dedos ensanchados y cubiertos de laminillas, mediante las que se adhieren fuertemente á la superficie de los cuerpos y pueden trepar por los más lisos sin dificultad; son inofensivas, á pesar de considerarlas el vulgo como venenosas. Los *camaleones* (fig. 186), con el



(Fig. 186).—Camaleón (*Chamaeleon vulgaris*).

cuerpo muy comprimido y en las extremidades dos dedos oponibles á los otros tres. Habitan en el Antiguo Continente y son de una lentitud extraordinaria, tan solo mueven con velocidad la lengua, que la dirigen con tal acierto y rapidez sobre los insectos, que no les dan tiempo para huir, retrayéndola con la misma velocidad. Su color como en otros Reptiles, varia de una manera admirable. También corresponden á este orden, los *escincos*, cuya especie *oficinal* ó *de las boticas*, entraba en la composición de la triaca de Venecia; viven en los ribazos, debajo de las piedras y son en extremo ágiles.

ORDEN III.—HIDROSAURIOS

1—Caracteres. Los Hidrosaurios representados en la época actual por los Cocodrilos, se distinguen por su talla generalmente colosal y por su organización elevada, y adaptada para vivir en el agua; sus tegumentos son

coriáceos ó acorazados y el cuerpo se termina por una cola poderosa. Los miembros toman la estructura de verdaderas patas, cuyos dedos bien distintos presentan una membrana interdigital. Son animales que viven en las costas y en las desembocaduras de los ríos; vienen á tierra y se mueven rápidamente pero sin poder volver de un lado á otro con agilidad. La conformación de la dentición, muestra que son animales rapaces. La cabeza plana, prolongada en una especie de hocico, presenta dientes cónicos y puntiagudos, implantados en alveolos profundos.

2—Especies principales. Se incluyen en este orden. Los *caimanes*, que habitan en América, llegando á adquirir hasta doce piés de longitud y no suelen atacar al hombre, pero sí á los cuadrúpedos y aves que van á los estanques ó ríos donde ellos se encuentran. Su carne delicada y sabrosa la aprovechan los negros é indios. Los *cocodrilos* (*fig. 187*) habitan en Africa y



(Fig. 187)—Cocodrilo (*Crôcodilus vulgaris*).

Asia, llegan á adquirir gran tamaño y son temibles para el hombre mismo. Una de sus especies, el *cocodrilo del Nilo*, ha sido conocido desde la más remota antigüedad y dado origen á muchas fábulas. Los *gabiales*, tienen sus mandíbulas muy prolongadas, no pudiendo alimentarse sino de pececillos.

Los Hidrosaurios fósiles eran muy abundantes durante todo el periodo secundario y debieron ser los animales más poderosos que han poblado los mares. Su cuerpo excesivamente largo y revestido por una piel coriácea, presentaba un hocico aplastado y alargado, con numerosos dientes cónicos y miembros transformados en aletas como las de las ballenas. Los géneros más principales, fueron los *Nothosaurus*, *Plesiosaurus* é *Ichthyosaurus*.

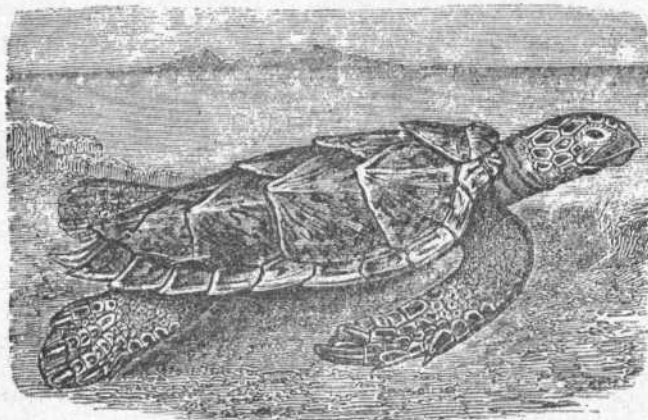
ORDEN IV.—QUELONIOS

1—Caracteres. Ningún otro grupo de Reptiles está tan bien limitado, ni tan bien caracterizado por un conjunto de particularidades en su forma y organización, como el de los Quelonios ó Tortugas. La presencia alrededor del tronco de una cápsula rígida, formada por un caparazón dorsal más ó menos bombeado y un plastrón ventral, reunidos lateralmente por prolongaciones transversales, tiene la importancia como caracter distintivo para los Quelonios, como las plumas y las alas en la clase de las Aves. Esta coraza dérmica, bajo la cual frecuentemente la cabeza, los miembros y la cola pueden retirarse, es producida por una transformación especial de la columna vertebral, así como por la aparición de huesos dérmicos accesorios que se unen íntimamente con los primeros. Los dientes faltan completamente; los huesos de las mandíbulas tienen sus bordes recubiertos, como el pico de las Aves, de láminas córneas dentadas y cortantes, capaces de morder enérgicamente y aún de causar heridas. Sus cuatro extremidades permiten

á las Tortugas andar sobre la tierra; las especies que viven en el agua, las tienen transformadas en aletas.

La gestación dura muchísimo y está en relación con la gran edad á que llegan. Habitan casi todas en los países cálidos y se nutren principalmente de vegetales.

2 - Especies principales. Entre las especies comprendidas en este orden tenemos. Los *galápagos*, que habitan en las aguas estancadas de la España meridional, haciéndose de ellas un uso frecuente como alimento. Los *Quelónidos* (fig. 188) son nadadores y habitan en el mar, no saliendo á



(Fig. 188).—Tortuga Carey (*Chelonia imbricata*)

tierra, donde les es difícil la locomoción, sinó en la época de la puesta. Depositán los huevos en un hoyo, que hacen en la arena á la orilla del mar. Llegan á adquirir gran tamaño y son apreciadas por su carne, huevos, grasa, y las escamas del caparazón se emplea en las artes, con el nombre de *concha*. Algunos pueblos salvajes usan su espaldar como lancha.

Quelón 75

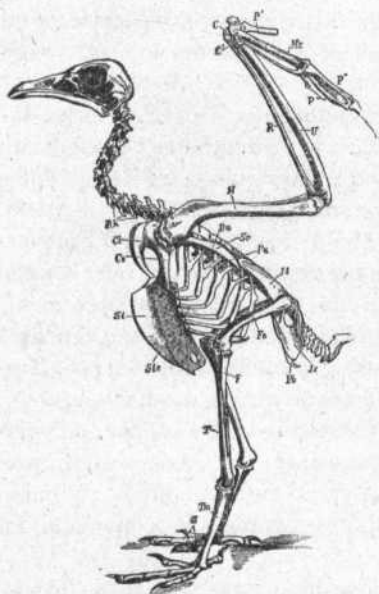
Clase cuarta.—Aves

1 - Generalidades. El hecho más característico de las Aves y al cual están ligados una multitud de particularidades, tanto en su aspecto exterior, como en su organización interna, es la facultad que poseen de volar, adaptándose todo el cuerpo á esta clase de movimiento y por otro lado á la marcha y al salto. El tronco, oval, reposa oblicuamente sobre los dos miembros posteriores verticales y cuya superficie plantar, ocupa una extensión relativamente vasta; por detrás, se termina por una cola corta rudimentaria y hacia adelante se reúne con el cuello largo y móvil, en cuyo extremo lleva la cabeza redonda y ligera provista de un pico córneo proeminente; los miembros posteriores transformados en alas, están replegados á los lados del tronco.

Del mismo modo que todos los órganos están conformados para hacer

más ligera la masa del cuerpo, la armazón ósea ó esqueleto, presenta en su estructura una tendencia manifiesta á disminuir el peso específico sin perjudicar á su rigidez y solidez, mediante la *pneumaticidad*, siendo los huesos formados de una substancia ósea muy compacta y con grandes cavidades, encerrando aire que comunica con los sacos aéreos del cuerpo, disposición admirablemente desarrollada en las grandes especies y de vuelo sostenido como en el *Calao*; por el contrario, estas cavidades están rellenas de médula en las Corredoras que han perdido la facultad de volar.

Los huesos del cráneo (*fig. 189*) están soldados para formar una cápsula



(Fig. 189) — Esqueleto de un Ave. *Rh*, vértebras cervicales; *Cl*, horquilla; *Co*, coracoides; *St*, esternón; *Stc*, costillas; *Se*, omóplato; *Pu*, apófisis recurrentes; *Fe*, femur; *T*, tibia; *Tm*, tarso y metatarso unidos en un solo hueso; *Z*, falanges; *H*, húmero; *V*, cúbito; *R*, radio; *Mc*, metacarpo; *P'' P'''*, falanges.

ligera y sólida, articulada por un solo cóndilo con el atlas; los huesos de la cara se unen para constituir un pico de bordes córneos y cuya unión con el cráneo es móvil. En la columna vertebral se distingue una región cervical muy larga y móvil, la dorsal y sacra rígidas; la lumbar no es distinta. Las costillas se apoyan las unas sobre las otras por medio de las *apófisis recurrentes*, el esternón es un hueso ancho y plano provisto de una cresta saliente ó *quilla*, sobre la cual se insertan los músculos de las alas, que casi se atrofian ó tienden á desaparecer en los que vuelan mal. La última vértebra de la región caudal, es una lámina vertical que dá inserción á los músculos que mueven la cola.

Los huesos de los miembros anteriores presentan particularidades en relación con su transformación en órganos del vuelo; su unión con el tórax es muy sólida; las dos clavículas están unidas en sus extremidades inferiores formando una especie de

horquilla; existe un húmero corto, un largo antebrazo formado por el radio y el cúbito y una mano muy reducida, no presentando más que dos huesos carpianos, un metacarpo alargado y tres dedos, bien desarrollado el medio. En las extremidades posteriores el femur es corto y sólido; la pierna mucho más larga, corresponde principalmente á la tibia, porque el peroné es rudimentario y se continúa con el hueso canon (tarso-metatarso), que en su extremo lleva poleas articulares para los dos, tres ó cuatro dedos.

Las plumas que recubren el cuerpo son el carácter exterior más notable de las Aves. La piel va solo desprovista en algunos puntos de estos apéndices, principalmente en la base del pico formando una membrana llamada

cera, y en la cabeza, cuello, extremidades posteriores, etc.; también existen formaciones córneas especiales, como uñas en las estremidades de los dedos y en algunos machos de las Gallináceas, espolones sobre el borde posterior é interno del tarso. Las plumas corresponden á las depresiones del dermis, tomando origen en una papila muy vascular; se distinguen en ella, el eje principal ó *scapus* y las *barbas*, cada una de estas con otra serie de apéndices ó *bárbulas*, ganchudas y que se unen mutuamente entre sí. Según su estructura, se distinguen varias formas de plumas; las más resistentes y mayores se encuentran principalmente en las alas, *remiges*, y en la cola, *rectrices*. En otoño tiene lugar la renovación completa de la pluma y en cuanto á la muda de primavera en que el modesto plumage de invierno se transforma en brillante *atavio de boda*, no es más que una modificación del colorido originado por una alteración química de pigmento.

El modo de agrupación de las plumas sobre los miembros anteriores, determina su transformación en órganos de vuelo, formando el ala como un abanico por medio de repliegues cutáneos especiales que se extienden entre el tronco, brazo y antebrazo; en la cola sirven de timón para dirigir el vuelo.

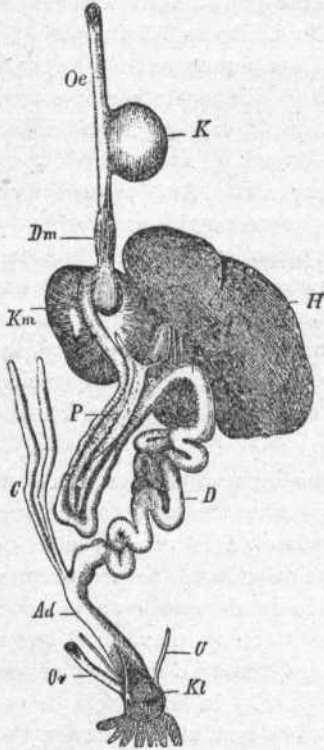
Los miembros posteriores que sirven principalmente al ave para moverse sobre tierra firme, presentan numerosas particularidades en relación con el modo de progresión de las diferentes especies, distinguiéndose principalmente los de las nadadoras, porque los tres dedos anteriores están reunidos hasta el mismo borde por una membrana entera; los de las Prehensoras ó Trepadoras, tienen dos dedos dirigidos hacia adelante y otros dos hacia atrás.

El cerebro de las Aves es superior al de los Reptiles, está rellenando completamente la vasta cavidad craneal. Los hemisferios cerebrales no presentan aún circunvoluciones, pero poseen ya un cuerpo calloso rudimentario; el cerebelo presenta mayor semejanza comparado con el de los mamíferos.

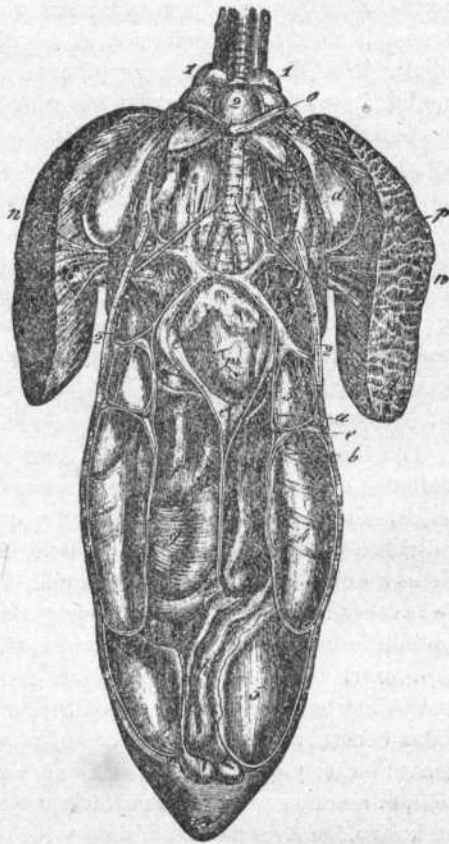
Los ojos poseen siempre un grosor considerable y una estructura elevada; los párpados son muy movibles, sobre todo el inferior, así como la membrana nictitante. Están dotadas las Aves de una visión muy perspicaz, consecuencia de la estructura complicada de la retina; se distinguen también por el poder muy considerable de acomodación de sus ojos. En el órgano del oído la caja del tímpano está cerrada por la membrana del mismo nombre y se continúa con un corto conducto auditivo externo. El órgano del olfato presenta en las fosas nasales, frecuentemente separadas por un tabique incompleto, tres pares de cornetes; las dos aberturas nasales se hallan situadas en la raíz de la mandíbula superior. El sentido del gusto tiene su asiento en la base de la lengua, que está provista de numerosas papilas; otras veces presenta un revestimiento sólido y contribuye frecuentemente á la división de los alimentos. La lengua debe ser también considerada con el pico, como órganos del tacto.

Los órganos digestivos (*fig. 190*) presentan una gran uniformidad; las mandíbulas están revestidas de un estuche córneo y transformadas en pico, cuya forma y conformación varían con el régimen alimenticio. El esófago presenta frecuentemente en las Aves de presa un buche y es seguido del estó-

mago ó ventrículo subcenturiado, más pequeño que la molleja, colocada á continuación, cuyas paredes musculosas constituyen un aparato propio para la trituración de sustancias muy duras; el intestino delgado recibe la secreción del páncreas y del hígado, y el grueso se termina en la cloaca que recibe también los conductos génito-urinarios.



(Fig. 190).—Tubo digestivo de un Ave. Oe, esófago; K, buche; Dm, ventrículo subcenturiado; Km, molleja; D, intestino medio; P, páncreas; H, hígado; C, los dos ciegos; Ad, recto; V, uréteres; Ov, oviducto; KL, cloaca.



(Fig. 191).—Aparato respiratorio de un Ave.

Las Aves poseen un corazón derecho y otro izquierdo, completamente separados y envueltos por un pericardio; los latidos de éste órgano, á consecuencia de la actividad de la respiración, son más frecuentes que en los Mamíferos.

El orificio de entrada de los órganos respiratorios, es una hendidura situada detrás de la lengua y que dá entrada en una larga tráquea reforzada por anillos óseos y con frecuencia más larga que el cuello; ésta, se continúa con dos bronquios cortos y en el punto de bifurcación se encuentra el aparato bucal, muy desarrollado en las Aves cantoras, presentando una gran complicación; los bronquios se continúan con un gran número de canales brónquicos, que atraviesan el tejido pulmonar; los pulmones son

adosados á la pared dorsal de la cavidad torácica. A los pulmones son anejos grandes sacos aéreos, (*fig. 191*) extendiéndose en todas direcciones, penetrando por entre las vísceras y las oquedades de los huesos, llegando hasta las células aéreas cutáneas, muy desarrolladas en las Palmípedas voladoras.

Los órganos genitales están conformados análogamente como en los Reptiles. El sexo macho, se distingue no solamente por su talla y su mayor fuerza, sino también por la riqueza y colorido brillante del plumage, así como por su mayor perfección en el canto. Casi nunca existen órganos copuladores. En las hembras el ovario derecho y el aparato vector correspondiente se atrofian; la parte superior del oviducto, segrega la albúmina que se deposita capa por capa alrededor del huevo; el útero produce un líquido que solidificándose constituye la *cáscara*. Las Aves son todas sin excepción ovíparas. Los polluelos al salir del huevo poseen esencialmente la organización de los individuos adultos. Unos, como los de las Gallináceas, al romper el huevo, están cubiertos de un espeso plumón y su organización tan avanzada que pueden seguir á su madre y buscarse por si mismos su alimento, *autófagas*: otros, como las Palomas, nacen casi desnudos, son incapaces de moverse libremente y de tomar por si mismos su alimentación, así es que permanecen largo tiempo en el nido en donde sus padres les educan y nutren, *insesores*.

Las funciones psíquicas de las Aves están incomparablemente más desarrolladas que las de los Reptiles; además se observan ciertos actos complicados, determinados por el instinto, y que se refieren á la conservación del individuo y sobre todo á los cuidados con que atienden á su progenitura. Estas manifestaciones llegan á su más alto grado de desarrollo en la época de la reproducción, que tiene lugar ordinariamente en primavera; el ave se embellece bajo todos puntos de vista, su plumage toma un brillo y coloración extraordinarias, la voz es más sonora y pura, y la influencia de este instinto es tal, que el Ave se modifica enteramente en su manera de ser. Casi todas construyen un nido escogiendo para su emplazamiento el sitio más conveniente, y de ordinario, la hembra es la que solo trabaja en su construcción, el macho se limita á aportarle materiales; algunas no ponen más que un huevo, las Aves de presa, dos, y los pájaros cantores un gran número. El periodo de incubación es muy variable y de ordinario es solo la hembra la encargada de este cuidado, pero otras veces alternan ambos.

El instinto de las Aves se manifiesta aún en ciertas épocas, sobre todo en otoño, por el deseo imperioso de cambiar de clima; bien pocas son las que permanecen en los países fríos ó templados en que han nacido; la mayoría, un poco antes de la entrada del invierno, cuando la alimentación se hace más escasa, emprenden el vuelo en grandes bandadas hacia las comarcas meridionales en donde pasan el invierno para volver á reaparecer á la primavera siguiente.

Las Aves comenzaron en la era secundaria y sus restos fósiles son notables por la presencia de dientes; más abundantes en los terrenos terciarios y aún más en el diluvium, en donde se encuentran tipos numerosos de especies actuales, algunos de formas gigantescas.

Lección 76
2-División. Estudiaremos los órdenes siguientes:

ORDENES

Esternón con quilla. Dedos no palmeados. Dedos no palmeados. Esternón sin quilla;	Dedos unidos por membranas interdigitales. Metatarsos largos. Metatarsos cortos. no voladoras.	Un dedo dirigido hacia atrás. Sin garras. Con garras. dos dedos dirigidos hacia atrás.	Dedos unidos por una corta membrana. Sin membranas. Pico con cera. Pico sin cera. Corredoras.	<i>Palmípedas.</i> <i>Zancudas.</i> <i>Gallináceas.</i> <i>Palomas.</i> <i>Pájaros.</i> <i>Rapaces.</i> <i>Trepadoras.</i>
---	--	--	---	---

ORDEN I.—PALMIPEDAS

1—Caracteres. La forma de su cuerpo es adaptada á su existencia en el agua. Las patas son cortas, colocadas muy hacia atrás y terminándose por pies unidos por grandes membranas interdigitales. Todas son excelentes nadadoras y algunas dotadas de poderoso vuelo. La forma del pico es tan variable como las alas. Viven asociadas en gran número sobre las costas ó los lagos; muchas se encuentran tierra adentro. La mayor parte son aves de paso ó viageras y anidan en la proximidad de las aguas, frecuentemente juntas y ponen un pequeño número de huevos sobre el suelo desnudo, en agujeros ó en nidos groseramente hechos.

Un gran número son útiles al hombre, las unas á causa del espeso plumón que reviste su cuerpo, otras por su carne y huevos y por sus excrementos, empleados como abono con el nombre de *guano*. En la base de la cola tienen una glándula uropygiana que segrega una substancia sebácea con que reviste su plumage.

Como familias principales de este orden, mencionaremos las siguientes:

2—Colímbidas. Aquí se comprenden los *somormujos*, *colimbos* y *pájaros niños* ó *bobos* (fig. 192), de alas poco desarrolladas, reducidas en algunas á cortos muñones y cubiertas de pequeñas plumas en forma de escamas; patas colocadas muy hacia atrás, de manera que el cuerpo es casi vertical durante la marcha. Son excelentes nadadoras alimentándose de pececillos que pescan admirablemente. No ponen más que un solo huevo que depositan en tierra

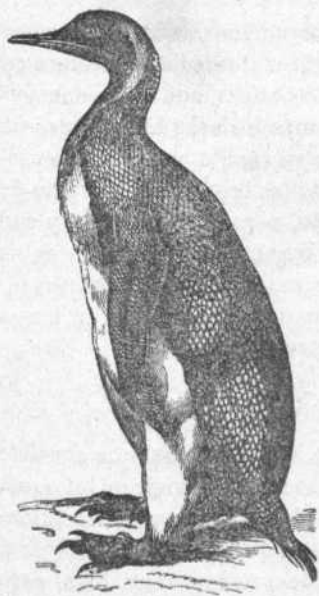


Fig. 192)—Pájaro-niño (*Aptenodytes patagonica*)

é incuban guardando siempre la posición vertical, ocultándolo algunas veces entre el plumón de sus patas. En las costas de España suelen presentarse algunas veces.

3—Lamelirostres. Tienen el pico ancho, bombeado en la base, revestido de una piel blanda y guarnecido de pequeñas láminas transversales. Aquí se incluyen los *flamencos*; son aves acuáticas y sociables, que anidan en parages bajos y generalmente pantanosos. Los *cisnes*, que se los tiene en domesticidad á causa de la elegancia de sus formas, sus costumbres pacíficas y el color blanco como la nieve con el pico anaranjado; su carne se aprecia mucho y aun más la piel, que curtida y conservando el plumón, se emplea para adornos de señora. Los *gansos* ú *ocas*, cuya especie más común se encuentra en el Norte de Europa y durante el invierno suele ir á los países templados; los hay en domesticidad y en otros tiempos eran muy estimados. Los *patos* ó *ánades*, son también emigrantes y se les tiene en domesticidad; se alimentan de insectos y de moluscos que están continuamente buscando en el cieno; son muy estimados por el excelente plumón de que se despoja la hembra para tapizar el nido, y que se emplea para fabricar cubiertas de cama de muchísimo abrigo.

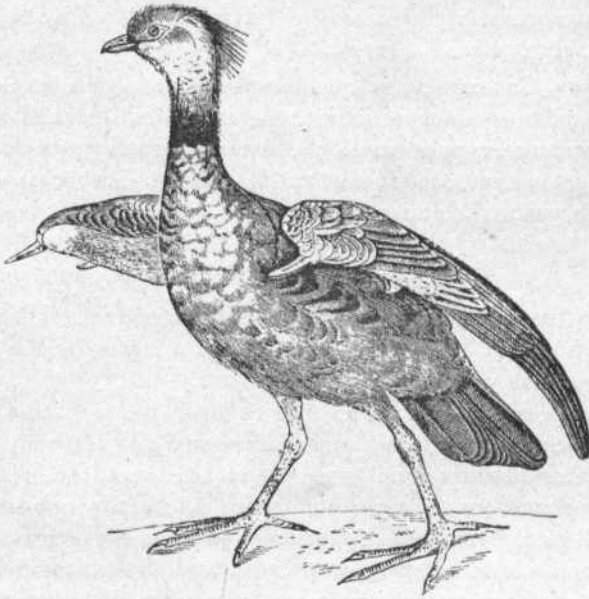
4—Pelecánidas. Forman parte de esta familia. Los *pelicanos*, cuya mandíbula inferior sostiene una bolsa enorme de que se sirven para pescar en China, según la relación de algunos viajeros, adiestrándoles en la pesca. Los *rabihorcados*, que se distinguen por el gran desarrollo de sus alas y la cola profundamente ahorquillada; son Aves que se encuentran en alta mar, á muchos centenares de leguas de las costas y cuyo vuelo es rapidísimo y muy sostenido.

5—Láridas. Palmípedas semejantes á las golondrinas, con alas largas y cola ahorquillada, que se zambullen precipitándose desde la atmósfera en busca de pececillos. Aquí se incluyen los *petreles* ó *patines*, que se les encuentra con frecuencia en alta mar en medio de los más furiosos huracanes, sin que en manera alguna parezcan incomodados en su rápido vuelo por la violencia del viento. Las *gaviotas*, abundan en todas las costas, que limpian de cadáveres, y producen así un beneficio indirecto, pero son cobardes y con frecuencia otras menores, pero mas atrevidas, les arrebatan el fruto de su trabajo. Las *golondrinas de mar*, se las ve volar como á estas con gran rapidez, en las orillas del mar, cambiando continuamente de dirección en busca de su alimento, que consiste en pececillos, moluscos, etc.

ORDEN II.—ZANCUDAS

1—Caracteres. El régimen alimenticio de las Zancudas que consiste en pececillos, gusanos, moluscos, ranas, etc., les obliga á vivir en el agua, pero su conformación es distinta de las Palmípedas. Prefieren las localidades pantanosas, las orillas de los ríos y de los estanques. Poseen en general patas muy altas (*fig. 193*) con las tibias desnudas, nadan muy bien pero vuelan mal; el cuello es ordinariamente muy largo así como el pico. La mayor parte son aves vagamundas ó viageras que habitan los climas templa-

dos. Son monógamas y construyen nidos groseros sobre la tierra, á orillas del agua, sobre los árboles y los tejados de las casas.



(Fig. 193)—Zancuda (*Chauna chavaria*)

Las familias más importantes son las siguientes:

2—Carádridas. Cabeza gruesa, cuello corto y pico de mediana longitud. En esta familia tenemos como especies más importantes. Los *anda-rios*, que se les encuentra en las orillas de los ríos ó sitios análogos, en busca de insectos. Las *Aves frias* ó *frailecillos*, muy abundantes en las costas, y aún se introducen tierra adentro; su carne es bastante apreciada.

3—Escolopácidas. Cabeza de mediano tamaño y muy bombeada, pico largo y delgado. Los *zarapitos*, son aves acuáticas, que se las ve en las orillas de los ríos y pantanos revolver el cieno para encontrar en él moluscos ó anélidos. Las *chochas* ó *becadas*, tienen los ojos situados muy hacia atrás, lo que les da un aspecto de estupidez, no desmentido por sus costumbres; se las llama también *agachadizas*, por la costumbre que tienen de ocultarse detrás de los terrones de los campos labrados, y el haber observado que introducen el pico en la tierra, ha dado origen á la creencia de que se alimentan de la humedad, cuando su objeto es descubrir larvas de insectos.

4—Ardeidas. Cuerpo voluminoso, cuello largo, cabeza pequeña y pico fuerte. Uno de los géneros más notables de esta familia es el *Ibis*, Ave que entre los Egipcios era sagrada, procediendo este respeto de verla destruir gran número de *langostas*. Hoy los turcos les hacen una guerra activa, vendiendo su carne en los mercados. Las *grullas*, son aves viajeras, que atraviesan la península en primavera y otoño en bandadas que forman líneas convergentes en un punto, en el que se coloca un macho robusto. Las *gar-*

zas, que tienen plumas largas en el occipicio que forman una especie de moño. Las cigüeñas, muy comunes en nuestro país, á donde suelen llegar en primavera, y sus costumbres son muy conocidas por todos, habiendo llegado á familiarizarse con el hombre hasta un punto increíble. También pertenece á este grupo, el marabú del Senegal.

5—Rápidas. Con caracteres que les asemejan algo á las Gallináceas y muy poco abundante en especies, siendo las más notables. Los rascones ó guión de las codornices; pues suele encontrarse alguna entre las bandadas que forman estas Aves, cuando vienen del Africa. Las fochas y gallinas de agua, también pueden incluirse aquí.

ORDEN III.—GALLINÁCEAS

1—Caracteres. Tienen generalmente el cuerpo rechoncho, revestido de un espeso plumaje, la cabeza pequeña, el pico fuerte, cuello corto y las alas también cortas y redondeadas.

La cabeza presenta frecuentemente callosidades y crestas eréctiles, ó lóbulos cutáneos de colorido brillante; la presencia de estos últimos, es uno de los caracteres distintivos del sexo macho, así como también el espolón agudo que se encuentra en la parte posterior del tarso y que sirve de arma al animal. El pico permanece membranoso en la base y el plumaje poco flexible pero adornado de bellos colores, de un brillo metálico en los machos.

Las Gallináceas viven principalmente sobre el suelo en las selvas, en los campos, desde las altas montañas hasta las orillas del mar. Malas voladoras y buenas corredoras, buscan principalmente en tierra su nutrición y viven sobre todo de frutos, yemas y granos.

Construyen en general sobre el suelo su nido groseramente hecho, rara vez sobre árboles elevados, y ponen un gran número de huevos. De ordinario el macho vive en sociedad con numerosas hembras y no se ocupa ni de la construcción del nido ni de la incubación. Son generalmente autófagas y han sido domesticadas desde los tiempos más antiguos, y muy útiles, tanto á causa de sus huevos como de su carne.

Las más importantes son las siguientes.

2—Fasiánidas. Tienen la cabeza, en parte, desnuda, principalmente las mejillas, y frecuentemente adornadas con crestas coloreadas ó penachos de plumas en la cabeza; los dos sexos difieren bastante, pues el macho es más fuerte y con colores más variados en su plumaje. Aquí se incluyen las especies que más importancia tienen para el hombre, como son las siguientes; los gallos, forman el género *Gallus* y la especie que comunmente se tiene en domesticidad, es el *G. Gallinaceus*, cuyas costumbres son bien conocidas, por ser una de las Aves más importantes, por la gran utilidad que de ellas se obtiene. Son algunas las variedades existentes. Los faisanes, especies que también se las tiene en domesticidad, tanto por los bellos colores con que están adornados los machos, como por aprovechar su carne que es exquisita, siendo una de las especies más notables, el faisán pintado ó de la China. El pavón ó pavo real, originaria del Asia; fué introducido en Europa por Alejan-

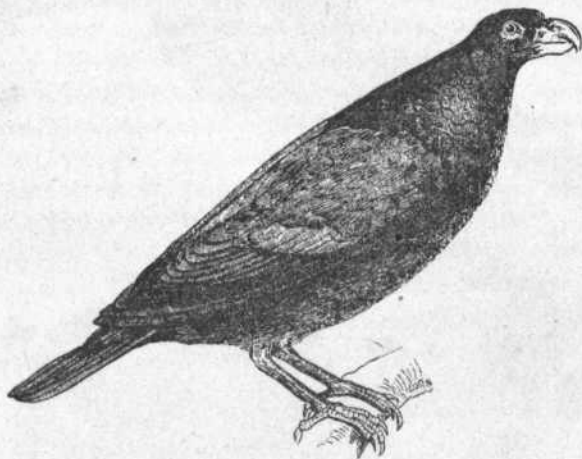
dro Magno, que admiraba tanto su belleza, que prohibió á sus soldados, bajo las más severas penas, el que los matasen. En Roma eran muy apreciados como alimento. También se usó de ellos con este objeto en la Edad Media, y los presentaban en la mesa con todas sus plumas; hoy se los tiene en los parques como objeto de adorno.

3 - Tetraónidas. Son de cabeza pequeña y toda emplumada. En el género *Tetrao*, se encuentran comprendidas algunas Aves de gran tamaño que habitan en el Norte de Europa y que se alimentan de frutos silvestres. Las *perdices blancas*, también de regiones frías. Las *perdices* y las *codornices*, que con los conejos forman la caza más abundante de España; son poco sociables y se las tiene enjauladas para que sirvan de reclamo.

También se incluyen en este orden las *gansas* y *ortegas*, muy estimadas por el sabor de su carne, y el *pavo común*, fácil de distinguir por tener la cabeza y parte superior del cuello revestido por una piel desnuda. Esta especie originaria de América; fué introducida en Europa por los españoles y es una de las más estimadas por el gran tamaño que adquieren sus individuos y el sabor exquisito de la carne.

ORDEN IV.—PALOMAS

1—Caracteres y especies principales. Las Palomas se aproximan bastante á las Gallinas y como estas tienen la cabeza pequeña, el cuello y las patas cortas, pero el pico es más débil, (*fig. 194*); el plumage apenas difie-



(Fig. 194).—Paloma (*Didunculus strigirostris*).

re en los dos sexos. Con las patas tan cortas son capaces de andar, pero no de correr con velocidad ni durante mucho tiempo. Poseen un doble buche que, en la época en que están criando, segrega un líquido cremoso destinado á la alimentación de los hijos. Viven por parejas ó reunidas en bandadas en las selvas y se nutren casi exclusivamente de granos. Las especies que viven al Norte son viajeras, las demás sedentarias. Son monógamas y ponen dos

huevos incubando macho y hembra; los pequeños salen del huevo casi desnudos, los párpados cerrados, y reclaman durante bastante tiempo los cuidados de los padres.

Una especie que se encuentra en estado salvaje en España, ha dado origen á las numerosas variedades que se hallan en domesticidad. El producto que se saca, tanto de sus excrementos, conocidos con el nombre de *palomina*, como de los individuos antes de llegar á estado adulto, *pichones* ó *palominos*, ha hecho que se les construyan habitaciones especiales ó *palomares*. Otra de las especies que se encuentra en España es la *tórtola*.

ORDEN V.—TREPADORAS

1—Caracteres. Se reúnen en este orden especies de aves muy diversas que no tienen de común más que la conformación de los pies organizados para trepar. El pico es muy fuerte y las patas se terminan por cuatro dedos, opuestos dos á dos, en ciertos casos el externo puede dirigirse hacia adelante. La cola es de gran longitud sirviendo de punto de apoyo al animal cuando trepa. Habitan los bosques, anidando en los huecos de los árboles y nutriéndose de insectos, pequeños pájaros, y otros de frutos y substancias vegetales.



(Fig. 195)—Tucán (*Pteroglossus Azarae*).

2—Especies principales. Los *tucanes*, (fig. 195), son especies de gran tamaño que habitan tan solo en América, con pico colosal que apenas podría sostenerlo el animal, si los huesos que lo forman no fuesen muy esponjosos.

Los *cucillos* ó *cucos*, notables por el modo particular de criar á sus polluelos, pues la hembra no construye nido, recogiendo el huevo y llevándolo á otro de algún pajarillo insectívoro para que los nuevos padres adoptivos sean los encargados de la incubación y de la cria del pequeño, que por ser mucho mayor que los de las Aves en cuyo nido ha sido educado y no pudiendo los padres alimentar á todos, se vale de un medio ingenioso para desembarazarse de aquellos. Cuando está en disposición de volar, marcha con su madre, que en todo este tiempo no se ha separado de los alrededores; los *picos* y *pitos* (fig. 196), son animales solitarios que trepan por los troncos de los

árboles formando espirales, y golpean con el pico la corteza para hacer salir los insectos, apoderándose de ellos con la lengua que es muy protractil.

Forman una familia aparte, dentro de este orden, los loros, guacamayos, periquitos y cacatúas, animales de gran inteligencia y que se valen con frecuencia de las patas para llevar los alimentos á la boca. Estos son exclusivamente vegetales, prefiriendo los frutos, cuyas cubiertas, por duras que sean, pueden romper mediante sus robustas mandíbulas. La lengua es generalmente carnosa y ancha, lo cual les dá gran facilidad para remedar ciertos sonidos, aun los de la voz humana. Son esencialmente sociables y por esto se les encuentra reunidos en bandadas habitando los países intertropicales de entrambos continentes.



(Fig. 196)—Pico verde (*Picus viridis*).

ORDEN VI.—PÁJAROS

1—Caracteres. Este orden, muy estenso, encierra Aves de pequeño tamaño y cuyo pico presenta formas muy diversas. Vuelan muy bien y la progresión por tierra es casi siempre por medio de saltos, estando de preferencia sobre los árboles ó arbustos. Son monógamos, viviendo casi siempre reunidos en bandadas numerosas. A este orden pertenecen las aves cantoras por excelencia y la mayor parte cambian de clima, según la estación; construyen nidos con bastante arte.

Se les puede dividir atendiendo á la forma del pico:



(Fig. 197)—Colibri.

2—1.ª SECCIÓN. Levirostres. Pájaros con pico grande pero débil. Corresponden á esta sección los abejarucos, que se alimentan de abejas y otros himenópteros, siendo perjudiciales por el gran número que destruyen. El martin-pescador, se alimenta generalmente de peces, para lo cual están espiando el instante en que se aproxima uno á la superficie y se precipitan sobre él como una flecha, sacándolo á la orilla. Antiguamente habia acerca de esta Ave diversas preocupaciones.

3—2.ª SECCIÓN. Tenuirostres. Pico largo y delgado. Figuran aquí, la abubilla, con un moño de plumas eréctiles en la ca-

beza y que exhala un olor fétido desagradable; los *colibris*, (fig. 197) *sunsones* ó *pica-flores*, habitan exclusivamente en América y son las Aves más diminutas que se conocen, poco mayores algunas que un abejorro.

4—3.^a SECCIÓN **Fisirostres**. Pico corto y deprimido; boca hendida. Las *golondrinas* construyen de arcilla un nido con bastante arte; las especies Europeas pasan el invierno en Africa; vuelan atravesando repetidas veces el aire en persecución de los insectos para su alimento. Los *vencejos*, tienen los cuatro dedos dirigidos hacia la parte anterior; se les ve volar durante el día en numerosas bandadas y describir círculos persiguiendo los insectos y dando al mismo tiempo penetrantes gritos. Las *chotocabras*, son nocturnas y se introducen en los rebaños de cabras para apoderarse de los insectos que acompañan á estos rumiantes.

5—4.^a SECCIÓN. **Dentirostres**. Pico con una escotadura cerca de la punta y de forma variable. Pertenecen á esta sección, los *cuervos* y *urracas*, *maricas* ó *picazas*. Las *aves del paraíso*, llaman la atención por los brillantes colores de que están adornadas y por los penachos que les forman algunas plumas, sobre todo las de debajo de las alas. El *mirlo*, que se suele tener en domesticidad por su canto, que es un silbido bastante dulce y agradable. Las *oropéndolas*, *aguza-nieves* y otras; también aquí se incluye el *ruiseñor*, que llega á Europa en el mes de Marzo y establece su nido en los bosques solitarios y espesos, y sitios acuáticos si los encuentra; desde que empieza la hembra la incubación se coloca el macho sobre una rama próxima, y con el objeto al parecer de hacerle más llevadero su trabajo, despliega toda su riqueza de melodías; luego que termina la incubación, no se le oye más que un grito ronco y desapacible. Se acostumbra con dificultad á vivir enjaulado.

6—5.^a SECCIÓN. **Conirostres**. Pico fuerte y cónico. Como pertenecientes á este grupo mencionaremos. Las *alondras*, *calandrias* y *cogujadas*, que permanecen apareadas durante la primavera y verano y se reúnen en bandadas numerosas durante el invierno; van con frecuencia á la tierra recién labrada á buscar las larvas de los insectos que han quedado al descubierto. El *gorrión*, uno de los pájaros más insolentes y desconfiados, pero que prestan á los agricultores una gran utilidad por los insectos que destruyen. Los *pinzones*, *jilgueros*, *canarios*, etc., etc., son también especies de este grupo.

ORDEN VII.—RAPACES

1—**Caracteres**. Son caracterizadas por su conformación robusta, por el gran desarrollo de los órganos de los sentidos y el tener el pico fuerte, cortante y ganchudo, así como los dedos llevan poderosas garras que les permite arrebatar las presas; disposiciones admirablemente apropiadas á su género de existencia. Se alimentan casi exclusivamente de animales vivos de sangre caliente, deteniéndose las presas en el buche, en donde son separados los pelos y las plumas y arrojados hacia afuera. En general la hembra incuba sola, pero el macho se procura el alimento necesario á los pequeños.

Como familias principales estudiaremos las siguientes:

2—Vulturídas. Tienen el pico encorvado únicamente en la punta, y la cabeza y el cuello desnudos en gran parte; sus alas son larguísimas; el vuelo muy elevado y sostenido, y se remontan formando espirales llegando á perderse de vista, aunque todas ellas son de gran tamaño. Los *grifos* ó *quebranta-huesos*, se encuentran en España, así como también los *buitres* (fig. 198) y



(Fig. 198 —Buitre ceniciento (*Vultur cinereus*).

alimoches, de aspecto repugnante, en lo que puede también influir lo que se conoce acerca de sus costumbres, y la fetidez del líquido que les fluye de las narices mientras dura la digestión; son sin embargo, útiles al hombre aún cuando indirectamente, por que limpian la tierra de una porción de materias animales en putrefacción; el *condor*, que habita en los Andes y acerca del cual se han repetido tantos hechos fabulosos.

3—Estrígidas. Tienen los ojos grandes, dirigidos hacia adelante y rodeados de un círculo de plumas; éstas son flexibles, lo que les permite acercarse á sus víctimas sin hacer ruido y apoderarse de ellas más fácilmente. Suelen estar ocultas durante el día, y salen á cazar en los crepúsculos y noches de luna. En varias especies hay cerca de los oídos algunas plumas eréctiles que forman un penacho á cada lado, y

contribuyen á hacer más extraño el aspecto de estas Aves. Se conocen bastantes especies, entre las que mencionaremos como pertenecientes á España el *buho*, la *lechuza*, el *mochuelo*, la *corneja*, etc.

4—Falcónidas. Son Aves cazadoras por excelencia, las más valientes del orden, porque están mejor armadas que las demás; se alimentan de carne palpitante y sólo en el caso de no encontrar animales vivos, se las ve acercarse á los cadáveres; no solamente se sirven del pico para apoderarse de sus víctimas, sino también de las uñas, que están convenientemente conformadas, y como las piernas son robustas, pueden hacer presa con las garras. El vuelo es muy elevado y sostenido; viven reunidas por parejas y anidan en peñascos escarpados y casi inaccesibles, ó en árboles de alguna elevación. Su nido es extenso, construido con muy poco arte; los hijuelos nacen con los ojos cerrados, y los padres les traen la caza viva siempre que pueden. Aquí figuran los *halcones*, que en otro tiempo se sacaba de ellos alguna utilidad adiestrándolos en la caza y enseñándoles á que trajeran sus víctimas al cazador, arte llamado *cetrería*; el *cernicalo*, el *aguiila*, (fig. 199) el *azor*, el *gavilán* y el *milano* son pertenecientes también á este órden.

ORDEN VIII.—CORREDORAS

1—Caracteres. Son las Aves mayores de la fauna actual y poseen un



pico ancho y aplastado, cabeza relativamente pequeña y en parte desnuda, como otros sitios del cuerpo. Además de la atrofia de los huesos del ala, el



(Fig. 199)—Aguila real (*Aquila chrysaetos*).

esqueleto presenta otras particularidades que indican que estas Aves son exclusivamente corredoras. Las plumas son muy flexibles y desflecadas.

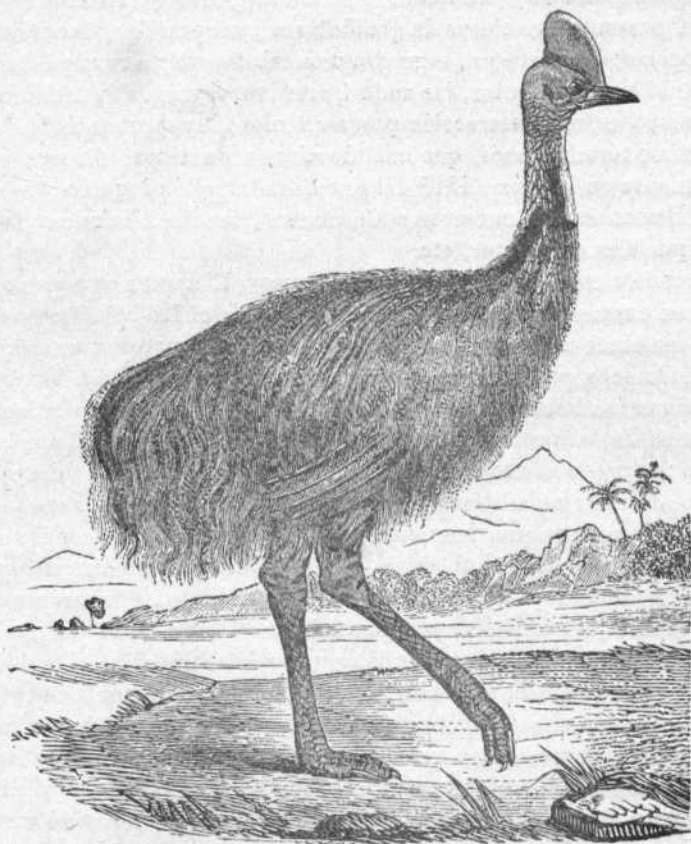
2—Especies principales. Tres especies son las principales, representantes de otras tantas familias. El *avestruz común*, (fig. 200) ó del antiguo



(Fig. 200)—Avestruz (*Struthio camelus*).

continente, que viven en monogamia y sus nidos los construyen sobre un montón de arena. Habitan en gran parte de Africa y Arabia; les hacen una

guerra activa los habitantes de estos países con objeto de aprovecharse de las plumas, muy apreciadas en diversas Naciones; por su carne sabrosa, y por los huevos que son muy grandes. El *avestruz de América*, que habita en la América meridional, y sus costumbres son semejantes á las de la especie anterior; y el *casoar* (fig. 201) que se distingue con facilidad por una protu-



(Fig. 201).—Casoar (*Casuarius galeatus*).

berancia ósea que tiene en la cabeza, y por ser tan escasas las barbillas que parece el animal cubierto de cerdas.

Unión 79.^a

Clase quinta.—Mamíferos

1—Generalidades. Mientras que las Aves son los habitantes del aire, los Mamíferos, por la estructura semejante de sus miembros anteriores y posteriores, están conformados para vivir en tierra firme. Sin embargo se encuentran formas adaptadas á la vida acuática y otras que por su organización son de vida aérea. Los pelos, que nunca faltan y que revisten la piel, son tan característicos para los Mamíferos, como las plumas para las aves

Sabemos ya que son producción de la epidermis, y que se distinguen según su consistencia, el vello, las cerdas, puas etc.: La epidermis puede también producir escamas, como las que se encuentran en la cola de los Roedores, y la coraza que reviste el cuerpo en algunos, así como el estuche córneo de algunos Rumiantes, el revestimiento también córneo de las extremidades de los dedos, designado bajo los nombres de uñas, garras, y pezuñas.

La piel presenta dos clases de glándulas muy repartidas, las sebáceas y las sudoríparas; las primeras, segregan una substancia grasa que lubrica la superficie de los tegumentos, las sudoríparas rara vez faltan. También se encuentran otras, cuya secreción posee un olor muy pronunciado, que no son en último término más que modificaciones de estas últimas; existen principalmente en la proximidad del ano ó en la región inguinal; tales son las glándulas anales de numerosos Carnívoros, las del *almizclero*, las glándulas prepuciales del Castor, etc.

El esqueleto está formado por huesos densos. El cráneo es espacioso, sus huesos casi nunca se sueldan y encierra el encéfalo. La columna vertebral se divide en cinco regiones, sus piezas son reunidas por discos elásticos y, excepcionalmente, por superficies articulares. De los dos pares de miembros los anteriores no faltan jamás y la clavícula solo se desarrolla en aquellos, que además de la locomoción ordinaria, ejecutan otra, como la de trepar, volar, etc.; la pelvis es rudimentaria en los Cetáceos, que están desprovistos solamente de extremidades posteriores.

En los Mamíferos que viven en el agua los miembros se transforman en órganos apropiados para la natación, y en los Quirópteros ó *murciélagos*, por la existencia de un repliegue cutáneo entre los dedos, excesivamente alargados, les permite funcionar como órganos del vuelo. En los terrestres los dos pares de miembros varían por su longitud y conformación. Los dedos no exceden nunca de cinco, pero pueden reducirse gradualmente hasta tener uno solo, como en el *caballo*. Las extremidades de los miembros anteriores se transforman en una mano, cuando el dedo interno pulgar es oponible á los demás; en los miembros posteriores también el pulgar puede hacerse oponible pero nunca convertirse en una verdadera mano, sinó en un pié prehensil; según el distinto modo de reposar este en el suelo, se dice que los Mamíferos son, *plantigrados*, *digitigrados*, ó *unguligrados*. El sistema nervioso se distingue por el volumen considerable y alto desarrollo del cerebro; su superficie presenta circunvoluciones y los dos hemisferios son reunidos por un cuerpo calloso.

El órgano del olfato por el mucho desarrollo de la mucosa olfativa, presenta una gran complejidad; son dos las fases nasales, que desembocan al exterior por dos orificios. Los ojos son situados á ambos lados de la cabeza, en una órbita incompletamente cerrada y son movidos por músculos especiales; además de los dos párpados existe rudimento de la membrana nictitante. El órgano del oído se distingue del de las Aves, por la estructura compleja de la oreja, por el número de huesecillos y por la conformación del caracol; la oreja falta en algunos, en los demás, constituye un repliegue cutáneo, movido por músculos especiales. El sentido del tacto tiene su

asiento principalmente en la piel que recubre las extremidades de los miembros, en la lengua, trompa y labios. El del gusto es ejercido por la raíz de la lengua y está mucho más desarrollado que en ninguna otra clase.

En la cavidad bucal, é implantados solamente en los bordes de ambas mandíbulas y en sus correspondientes alveolos, existen los dientes, que pueden acrecer de una manera continua á partir de la extremidad inferior (*dientes sin raíces*) ó ser su crecimiento limitado (*dientes con raíces*). Según que el esmalte forme una capa simple, ó presente repliegues que penetren en el marfil, se dice que los dientes son *simples* ó *complicados*, y si ambos son reunidos por el cemento, se les llama *compuestos*. Cuando exclusivamente sirven de órgano de prehensión, entonces son numerosos, como en los *delfines*, y si sufren reducción esta es correlativa de su especialización. No solamente los incisivos y caninos de la primera dentición ó *dientes de leche*, son reemplazados por otros nuevos ó permanentes, sinó también, los primeros molares ceden su sitio á los premolares, permanentes, y á la primera dentición sucede la segunda. Solamente algunas especies como el *oso hormiguero*, son desprovistos de dientes; las *ballenas* llevan láminas córneas dispuestas en filas transversales.

Además de los dientes, la cavidad bucal lleva labios blandos y móviles, y una lengua carnosa de conformación variable y aun destinada á usos distintos; las partes laterales de dicha cavidad se transforman alguna vez en vastas cámaras que se llaman *abazones*. Un órgano particular á los Mamíferos es el velo del paladar. El estómago es de ordinario un saco simple, pero en ocasiones como en los Rumiantes, se divide en una serie de compartimentos. El intestino delgado es sobre todo largo en aquellos animales que se nutren exclusivamente de sustancias vegetales.

El corazón está como en las Aves, dividido en dos partes, la una derecha, venosa, y la otra izquierda, arterial, pero no distintas exteriormente. Los pulmones son en número de dos, suspendidos en la caja torácica y á ellos van á parar las numerosas ramificaciones brónquicas. La respiración tiene lugar principalmente por los movimientos del diafragma, que constituye un tabique completo separando ambas cavidades, la torácica de la abdominal; la laringe se abre en el fondo de la faringe y por la presencia de cuerdas bucales y cartílagos complicados juega el papel de órgano productor de sonidos.

Los riñones están situados en la región lumbar y desembocan por medio de los uréteres en la vejiga de la orina, cuyo conducto excretor, la uretra, tiene mayor ó menor relación con el aparato vector de los órganos genitales.

Los dos sexos ofrecen frecuentemente en su aspecto exterior un dimorfismo muy marcado. La época de la reproducción tiene lugar casi siempre en primavera, estableciéndose una unión estrecha entre el feto y la madre por intermedio de la *placenta*, y á través de la cual provee á su nutrición y respiración; esta no falta más que en un corto número de ellos y de aquí la división de los Mamíferos en dos grupos, *Aplacentarios* y *Placentarios*. La duración de la gestación es proporcional al grosor del cuerpo, y también al grado de desarrollo de los jóvenes al nacer, muy corta en los aplacentarios que vienen

al mundo en un estado de inferioridad muy grande, necesitando pasar bastante tiempo en una bolsa inguinal formada por un repliegue de la piel, y suspendidos á las mamas contenidas en esta cavidad.

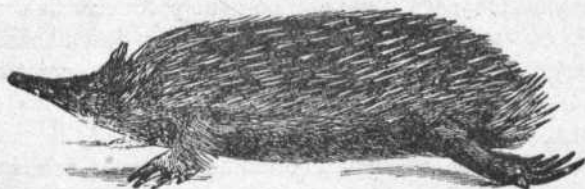
Muchos Mamíferos viven aislados y no se reúnen en parejas más que en la época del celo, principalmente los Carnívoros; en otras especies se encuentran varios individuos reunidos, dirigidos por los machos más robustos y viejos. La mayor parte cazan durante el día, otros en los crepúsculos. Algunos Roedores y Carnívoros, caen durante la estación fría en sueño invernal, continuo ó interrumpido, y alimentándose principalmente en los de sueño continuo, á expensas de la materia grasa que han acumulado en su organismo durante el otoño. Es muy raro que los Mamíferos varíen de clima según las estaciones.

Las facultades intelectuales é instintivas, alcanzan un desarrollo más elevado que en ninguna otra clase. Por su docilidad, al mismo tiempo la facilidad con que á muchos de ellos se les educa, ha hecho que muchos se hayan convertido en los animales domésticos por excelencia, los compañeros del hombre en la civilización humana, como el *caballo*, el *perro*, etc. El instinto juega un gran papel en la vida de estos seres; es él, el que impulsa á numerosas especies en la construcción de vastas galerías y de edificios cuya perfección nos asombra.

Los restos fósiles más antiguos de Mamíferos, se encuentran en las primeras capas de la era secundaria, pero hasta la terciaria no tomaron un gran desarrollo.

Se dividen en tres sub-classes.

Aplacentarios..	Mandíbulas alargadas de forma de pico y desprovistas de dientes; con cloaca persistente.	<i>Monotremas</i>
	Con dientes y una bolsa marsupial en la cual se hallan contenidas las mamas.	<i>Marsupiales</i>
Placentarios.		<i>Placentarios</i>



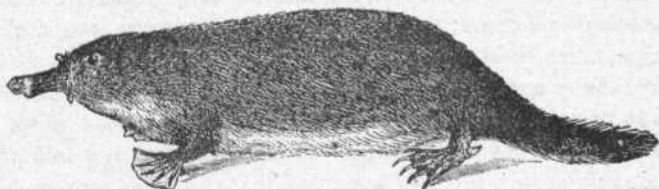
(Fig. 202)—*Echidna hystrix*

Sección 8ª

Sub-clase primera.—Monotremas.

1—Caracteres y especies. El carácter más importante consiste en la presencia de una cloaca, formada por la extremidad ensanchada del recto

á la cual van á desembocar los conductos genitales y urinarios, de la misma manera que acontece en los Reptiles; todo indica la posición inferior y primitiva de este grupo, como es así mismo la presencia de un hueso coracoides. Están desprovistos de dientes y las mandíbulas revestidas por un



(Fig. 203)—*Ornithorynchus paradoxus*.

estuche córneo, análogo al pico de las Aves. Se había creído hasta estos últimos tiempos, que eran vivíparos, pero Haake y Caldwell han comprobado que un huevo con envoltura membranosa semejante á un huevo de Rep-



(Fig. 204)—*Zariquella*.

til, es puesto en la cámara mamaria. No existen más que en Australia y Tasmania y están reducidos á muy pocas especies, el *Echidna* (fi. 202) y el *Ornithorynchus*, (fig. 203).

Sub-clase segunda.—Marsupiales.

1—Caracteres. El caracter principal de los Marsupiales consiste en la presencia de una bolsa, llamada *marsupium*, sostenida por los dos huesos marsupiales, encerrando las mamas que reciben después del nacimiento á los pequeños nacidos en un estado de inferioridad muy grande, á consecuencia de la ausencia de placenta; así acontece con el *Canguro*, que casi llega á la talla de un hombre, y dá á luz un embrión desnudo y ciego cuya longitud es de una pulgada y cuyos miembros apenas son visibles. Es llevado por la madre en la bolsa durante ocho á nueve meses, hasta que adquiere un conveniente desarrollo. Contrariamente á los Monotremas, las mandíbulas son armadas de numerosos dientes, presentando, tanto por esto, cuanto por su

aspecto exterior, régimen alimenticio y costumbres, bastantes diferencias entre sí; encontrándose entre ellos los principales tipos con modificaciones importantes, en verdad, de los Mamíferos placentarios.

3—Especies principales.

La mayor parte habitan en Australia, muy pocos en la América del Sur, y como especies más importantes pueden citarse. Las *zarigüellas*, (fig. 204) cuya cola es prehensil y la lengua erizada de papilas córneas; son nocturnas, alimentándose principalmente de animales pequeños, huevos y frutas de los árboles sobre que viven, por ser esencialmente trepadoras, como lo indica su cola; son especies exclusivas de América. Los *canguros*, son animales herbívoros y de caracter pacífico, esencialmente sociables; su estación es característica, se mantienen sobre sus extremidades ab-



(Fig. 205).—Marsupial. (*Trichosurus vulpinus*.)

dominales y en la cola, que es robustísima y contribuye á formar un trípode en que descansan.

Sub-clase tercera.—Placentarios.

1—División. Pueden dividirse en los siguientes órdenes.

		ÓRDENES
Mamíferos Placentarios.	Con dos extremidades y acuáticos. . .	Homodontos. . . <i>Cetáceos</i> . Heterodontos. . . <i>Sirenios</i> .
	<i>Homodontos</i> , dientes semejantes, ó sin ellos.	<i>Desdentados</i> .
	Con cuatro extremidades. <i>Heterodontos</i> ó con dientes diferenciados.	Con menos de 5 dedos en cada extremidad. Provistos de cinco dedos.
		<i>Imparidigitados</i> . <i>Perisodáctilos</i> . <i>Paridigitados</i> . . . <i>Artiodáctilos</i> . <i>Proboscideos</i> .
	<i>Ungulados</i> ó con pezuñas <i>Ungiculados</i> ó con uñas	Con incisivos y molares. Con incisivos, caninos y molares.
		<i>Redores</i> . Insectívoros. Vida aérea. <i>Quirópteros</i> . Vida terrestre. . . <i>Insectívoros</i> . Carnívoros. Acuáticos. <i>Pinnípedos</i> . Terrestres. <i>Fieras</i> .
	Sin manos. Con manos.	Sin uñas planas en todos los dedos. Con uñas planas en todos los dedos.
		<i>Prosimios</i> . <i>Primates</i> .

ORDEN I.—CETÁCEOS

1—Caracteres. Por el conjunto de su organización son verdaderos Mamíferos, pero tan completamente adaptados á la vida acuática, que por su configuración exterior y la disposición de su esqueleto, se aproximan á los Peces. Algunas especies tienen una talla colosal. La extremidad caudal forma una aleta horizontal; el pelo falta casi por completo, en cambio, en el dermis se desarrolla una capa adiposa considerable. La cabeza lleva los ojos, que son pequeños, y las narices que vienen á abrirse sobre la frente. Los miembros anteriores se han convertido en paletas inarticuladas, moviéndose en conjunto sus partes, los posteriores no son visibles al exterior. Las mandíbulas llevan numerosos dientes ó no existen, como en la ballena. La opinión de que los Cetáceos arrojan el agua por las narices ha sido demostrado que es falsa; es el vapor de agua espirado que se condensa y se eleva como una columna lo que ha dado lugar á este error.

Los Cetáceos viven generalmente varios reunidos; las pequeñas especies buscan las costas y penetran algunas veces en la desembocadura de los ríos; las especies mayores prefieren la alta mar en las zonas glaciales. Nadan con mucha destreza y rapidez sosteniéndose cerca de la superficie del agua. Las gigantes ballenas que están totalmente desprovistas de dientes se nutren de pequeños animales marinos, las restantes especies de Peces.

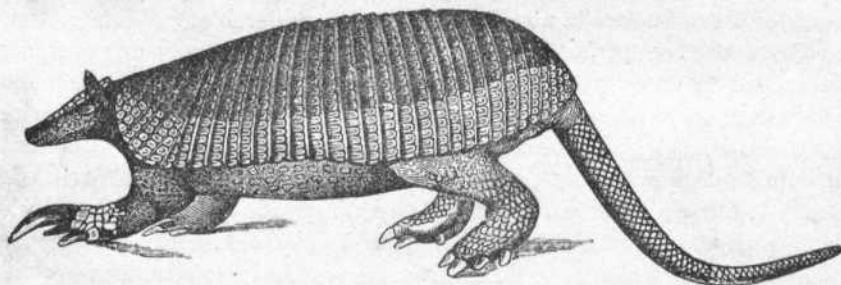
2—Especies más importantes. Los *delfines* y las *marsopas*, conocidas ya desde muy antiguo y que nadan con una gran velocidad, acompañando algunas veces durante todo un día á los buques de vela y vapor, con objeto de alimentarse de los pececillos que acuden alrededor de los barcos;

se les pesca por medio del arpón para aprovechar su tejido adiposo, así como también del narval ó unicornio marino; caracterizado el macho porque uno de los dientes toma un desarrollo extraordinario, convirtiéndose en un arma terrible. Los cachalotes, de los que se aprovecha la gran cantidad de cetina ó grasa líquida que tienen en dos grandes cavidades que hay sobre la cabeza, y que sólida, sirve para la fabricación de bujías; se aprovecha también el ambar gris, substancia aromática muy empleada en medicina y perfumería que se encuentra en el intestino recto de estos animales.

En las ballenas, los dientes están reemplazados por unos apéndices llamados vulgarmente ballenas, que les sirven para tamizar el agua que penetra por la cavidad bucal, reteniendo entre ellas á los pequeños pececillos con que se nutren. Son los mayores animales que se conocen, pues llegan á tener treinta y seis metros de longitud y 120,000 kgs. de peso; son objeto de una pesca demasiado activa por la gran cantidad de grasa y de ballenas que suministran.

ORDEN II.—DESDENTADOS

Lección 31ª
1—Caracteres. Este orden encierra especies muy diversas, cuyas costumbres y conformación exterior son muy diferentes. Sus dientes, cuando existen, están desprovistos de raíces y de esmalte; los incisivos faltan siempre, los caninos en las especies que los tienen, son pequeños y de punta desgastada, los molares igualmente poco desarrollados, de estructura muy simple y asurcados. Un gran número son insectívoros y cavan galerías en tierra con sus uñas poderosas, otros se nutren de hojas y son trepadores. Todos ellos son animales perezosos, estúpidos, de cerebro pequeño y sin circunvoluciones; pertenecen exclusivamente á las comarcas meridionales, principalmente en el Nuevo-Mundo.



(Fig. 206) —Tato (*Dasypus gigas*).

2—Especies más importantes. Los armadillos ó quirquinchos, que tienen el cuerpo revestido de placas óseas colocadas por filas transversales sobre el dorso y la cola, formando una coraza dérmica movil, pudiendo doblar el cuerpo y formar una esfera; son animales nocturnos que viven en madrigueras poco profundas, alimentándose de insectos; se domestican con facilidad. Los perezosos, son exclusivamente arborícolas, sirviéndose de sus largas patas anteriores y de las uñas falciformes, para suspenderse á las

ramas; sus movimientos son lentos y pesados y la marcha sobre el terreno les es sumamente embarazosa; están revestidos de un pelaje largo y basto. El oso hormiguero tiene el hocico prolongado y la cola prehensil, trepando á los árboles con el objeto de destruir los nidos de hormigas blancas; son lentos también en su progresión; de costumbres análogas á estos son los *tatos* (fig. 206) que tienen el cuerpo revestido de grandes placas córneas triangulares; si se ven atacados, doblan el cuerpo procurando formar con él una esfera, protegiéndoles las escamas medio levantadas.

ORDEN III.—PERISODÁCTILOS

1—Caracteres. Inclúyense aquí, especies de gran tamaño, cuyos caracteres más esenciales son los siguientes; sus dedos son casi siempre en número impar y uno, el del medio, más desarrollado que los otros, por lo que sirve de punto de apoyo principal á los miembros. Son ungulados, es decir, que tienen las extremidades de los dedos envueltas por las pezuñas; la dentición es completa, casi siempre, presentando los molares colinas transversas, siendo su régimen alimenticio vegetal, y el estómago sencillo. Comprenden las siguientes familias:

2—Tapíridos. Tienen las narices prolongadas en una pequeña trompa y los caninos poco desarrollados; son animales nocturnos, que salen en busca de su alimento durante el crepúsculo; sus especies conocidas con el nombre de *dantas* ó *tapiros*, viven en las selvas húmedas y pantanosas, en las comarcas tropicales de América y de las Indias Orientales.



(Fig. 207)—Rinoceronte (*Rhinoceros africanus*).

3—Rinocéridos. Son de gran corpulencia, con las extremidades muy cortas y uno ó dos cuernos epidérmicos, situados encima de los huesos nasales; les faltan los caninos. Las especies que viven hoy día denominadas *rinocerontes*, (fig. 207) tienen la piel muy gruesa.

4—Equídos. Son de cuerpo esbelto y elegantes movimientos, no presentando más que un solo dedo bien desarrollado; sus especies que tienen

más interés para el hombre, son las siguientes. El *caballo*, *Equus caballus*, se distingue por sus orejas cortas y la crin que cubre el maslo. Es originaria esta especie de Tartaria, donde aún se encuentran varias yeguas en estado salvaje. En la América meridional también las hay procedentes de los caballos que abandonaron los españoles en la conquista; las circunstancias en que se desarrollaron les fué tan favorable, que se calculan en más de diez mil los que forman algunas yeguas; los naturales del país les cazan principalmente para aprovechar la piel. Se encuentra esta especie reducida al estado doméstico desde la más remota antigüedad; la utilidad que se saca del caballo es inmensa; pues por ser muy docil é inteligente, se presta de buena voluntad á desempeñar todos los trabajos á que se le destina; aún pudiera ser mayor esta utilidad si se generalizara el uso de su carne, limitado hoy en Europa á muy pocas naciones. Se conocen varias razas de esta especie, entre las que tenemos la *andaluza*, una de las más estimadas por la suavidad de sus movimientos y elegancia de formas; ha decaído mucho esta raza por la falta de esmero en la cría, y á pesar de esto son aún muy buscados los legítimos.

El *asno*, *E. asinus*, originario también del Asia occidental en donde se le encuentra en estado salvaje en bandadas poco numerosas, y sus costumbres son análogas á las del caballo; En Europa ha degenerado á causa



(Fig. 208).—Cebra (*Equus zebra*).

de los malos tratos, peores alimentos, y excesivo y prematuro trabajo á que se le obliga. De la unión de esta especie y la anterior, proceden los individuos híbridos llamados *mulos*, *mulas* y *machos*; tienen el inconveniente de ser estériles pero no se puede negar que tienen al mismo tiempo grandes ventajas, por lo que está tan generalizado su uso en España que no bastando al consumo la producción del país, se introducen del extranjero anualmente muchos miles de cabezas. Se conocen algunas otras especies, tal es la *cebra*, (fig. 208) de tamaño y forma semejantes á las del asno.